

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: QUÍMICA DA  
VIDA E SAÚDE  
DOUTORADO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

Patrick Alves Vizzotto

**A PROFICIÊNCIA CIENTÍFICA DE EGRESSOS DO ENSINO MÉDIO AO  
UTILIZAR A FÍSICA PARA INTERPRETAR O COTIDIANO DO TRÂNSITO**

Porto Alegre

2019

Patrick Alves Vizzotto

**A PROFICIÊNCIA CIENTÍFICA DE EGRESSOS DO ENSINO MÉDIO AO  
UTILIZAR A FÍSICA PARA INTERPRETAR O COTIDIANO DO TRÂNSITO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como pré-requisito parcial para a obtenção do título de doutor em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, sob a orientação do Prof. Dr. Luiz Fernando Mackedanz.

Linha de Pesquisa: Educação científica: processos de ensino e aprendizagem na escola, na universidade e no laboratório de pesquisa.

Porto Alegre

2019

## CIP - Catalogação na Publicação

Vizzotto, Patrick Alves

A Proficiência Científica de egressos do Ensino Médio ao utilizar a Física para interpretar o cotidiano do trânsito / Patrick Alves Vizzotto. -- 2019.

287 f.

Orientador: Luiz Fernando Mackedanz.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Porto Alegre, BR-RS, 2019.

1. Alfabetização Científica. 2. Física aplicada ao trânsito. 3. Pesquisa quantitativa. 4. Letramento Científico. I. Mackedanz, Luiz Fernando, orient. II. Título.

Patrick Alves Vizzotto

**A PROFICIÊNCIA CIENTÍFICA DE EGRESSOS DO ENSINO MÉDIO AO  
UTILIZAR A FÍSICA PARA INTERPRETAR O COTIDIANO DO TRÂNSITO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como pré-requisito parcial para a obtenção do título de doutor em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, sob a orientação do Prof. Dr. Luiz Fernando Mackedanz.

COMISSÃO EXAMINADORA

---

**Prof. Dr. Luiz Fernando Mackedanz**

(Orientador)

Universidade Federal do Rio Grande – FURG

---

**Profa. Dra. Maria do Rocio Fontoura Teixeira**

(Presidente)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

---

**Prof. Dr. Luiz Marcelo Darroz**

(Membro Externo)

Universidade de Passo Fundo - UPF

---

**Profa. Dra. Daniela Borges Pavani**

(Membro Interno)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

---

**Prof. Dr. Edson Luiz Lindner**

(Membro Suplente)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Porto Alegre

2019

## AGRADECIMENTOS

Sou grato à vida por todas as oportunidades, desafios e experiências dessa caminhada de formação.

Agradeço aos familiares e amigos pelo apoio, paciência e compreensão.

Ao professor Dr. Luiz Fernando Mackedanz, pela oportunidade, confiança, incentivo e condução até aqui, nesse meu processo de formação acadêmica.

Ao professor Dr. Luiz Marcelo Darroz e professoras Dra. Daniela Borges Pavani e Dra. Maria do Rocio Fontoura Teixeira, cujas contribuições a esta Tese foram imprescindíveis para a obtenção dos resultados apresentados.

Aos colegas, professores do IFSUL e da FURG pelo auxílio na coleta de dados da pesquisa.

Aos egressos do Ensino Médio pela doação da atenção e do tempo para participarem da pesquisa.

Aos professores do PPG pelas contribuições e compartilhamento de seu tempo, de seu conhecimento e de seu trabalho.

Aos funcionários do PPG pela disponibilidade, atenção e cordialidade.

À UFRGS, por proporcionar as condições necessárias para a realização do Doutorado.

## RESUMO

A Física escolar estuda conceitos e fenômenos que corriqueiramente podem ser observados em situações cotidianas. O trânsito é uma delas, e acredita-se que o entendimento físico possa contribuir para a formação de um motorista, passageiro e pedestre, na medida que possibilita compreender uma série de acontecimentos presentes nesse contexto. Esse entendimento, pode conduzir o indivíduo a reflexões sobre as relações de causas e efeitos que suas ações podem acarretar. Isso pode auxiliar no crescimento do seu nível de Alfabetização Científica e na probabilidade de que suas tomadas de decisões aconteçam mediante reflexão e respaldo científico. Para alguém ser considerado alfabetizado cientificamente, na visão de Miller (1983), deve apresentar um domínio mínimo em três dimensões distintas: entender os conteúdos da ciência; a natureza da ciência; e o impacto que a ciência acarreta na sociedade e meio ambiente. Com essa base, buscou-se investigar o quanto do conhecimento de Física escolar é observado em egressos do Ensino Médio, a fim de verificar se indivíduos já fora do sistema escolar possuem indícios de Alfabetização Científica. Para responder essa indagação, nossos procedimentos foram orientados pelo objetivo de “mensurar o grau de retenção de conhecimentos de Física escolar em egressos do Ensino Médio, através da análise de situações hipotéticas presentes no cotidiano do trânsito”. Para isso, elaborou-se questionários, com vistas a inferir aspectos de transposição de conceitos físicos para a interpretação do trânsito; estabelecer um perfil metodológico das aulas de Física que os participantes vivenciaram; e também, mensurar seus níveis de Alfabetização Científica. Os dados coletados de 512 participantes foram analisados mediante tratamentos da estatística descritiva e inferencial, aferindo possíveis correlações entre os desempenhos e os seus dados de caracterização. Com base nos resultados é possível defender que a Física escolar pode contribuir de maneira substancial para a formação no trânsito desde que os conceitos e fenômenos estudados sejam conectados às implicações sociais desse cotidiano, pois acredita-se que a ligação desses saberes a aplicações no trânsito pode possibilitar maior reflexão crítica dos estudantes, e também, posteriormente em suas atuações na sociedade. Porém, se constatou que os participantes apresentaram baixo nível de Alfabetização Científica, assim como insatisfatórias aptidões ao tentar transpor seus saberes para o contexto em questão. Para mensurar tais constructos, os questionários elaborados consistiram em um exemplo de como itens podem ser dispostos com o fim de apresentar oportunidades para o respondente refletir sobre o seu conhecimento aplicado a determinado cotidiano.

Palavras Chave: Alfabetização Científica; Física aplicada ao trânsito; Pesquisa quantitativa; Letramento Científico.

---

VIZZOTTO, Patrick Alves. **A Proficiência Científica de egressos do Ensino Médio ao utilizar a Física para interpretar o cotidiano do trânsito.** Porto Alegre, 2019. 287 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, 2019.

## ABSTRACT

School Physics studies concepts and phenomena that routinely can be observed in everyday situations. Traffic is one of them, and it is believed that the physical understanding can contribute to the formation of a driver, passenger, and pedestrian, as it makes it possible to understand a series of events here in this context. This understanding can lead to reflections on the relationships of cause and effect that their actions may entail. This can assist in the growth of your level of Scientific Literacy and the likelihood of their happening by means of decision-making and scientific support. For someone to be considered scientifically literate, in the view of Miller (1983), shall provide a minimum domain in three distinct dimensions: understanding the contents of science; the nature of science; and the impact that science carries on society and the environment. With this Foundation, we sought to investigate how much of the knowledge of physics is observed in high school graduates, in order to verify that individuals outside of the school system have evidence of Scientific Literacy. To answer this question, our procedures have been guided by the goal of "measuring the degree of retention of knowledge of Physics in high school graduates, through the analysis of hypothetical situations present in the daily life of traffic". To this end, questionnaires, was elaborated in order to infer aspects of transposition of physical concepts to the interpretation of transit; establish a methodological profile of physics classes that participants have experienced; also, measure their levels of Scientific Literacy. The data collected from 512 participants were analyzed by descriptive statistics and inferential statistics treatments, checking possible correlations between the performances and their characterization data. Based on the results it is possible to defend the School Physics can contribute substantially to the formation in traffic since the concepts and phenomena studied are connected to the social implications of this, because it is believed that the link These knowledge to applications in traffic can enable greater critical reflection of the students, and also later in her roles in society. However, if found that participants showed low level of Scientific Literacy, as well as unsatisfactory skills when trying to transpose their knowledge to the context in question. To measure such constructs, the elaborate questionnaires consisted of an example of how items can be arranged in order to present opportunities to reflect on your responder knowledge applied to determined daily life.

**Keywords:** Scientific Literacy; Physics applied to traffic; Quantitative research;

---

VIZZOTTO, Patrick Alves. **Scientific proficiency of high school graduates to use physics to interpret the daily life of the traffic.** Porto Alegre, 2019. 287 f. Thesis (Doctorate in Science Education) Graduate Program in Science Education, Basic Health Sciences, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre, 2019.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 Artigo I: Quantidade de acertos por questão..	60
Quadro 2 Artigo 1: Índice de dificuldade do item.....	61
Quadro 3 Artigo I: Índice de discriminação dos itens.....	62
Quadro 4 Artigo I: correlação de item total para os 38 itens.....	64
Quadro 5 Artigo I: estatísticas de confiabilidade..	64
Quadro 6 Artigo I: correlação de item total.....	66
Quadro 7 Artigo I: comunalidades..	68
Quadro 8 Artigo I: Itens das componentes e consistência interna para cada agrupamento.....	69
Quadro 9 Artigo II: Correlação item – total para o primeiro eixo.....	85
Quadro 10 Artigo II: Correlação item – total para o segundo eixo. ....	85
Quadro 11 Artigo II: Correlação item – total para o eixo 3. ....	86
Quadro 12 Artigo II: Correlações entre os índices de acertos do questionário integral e subtestes.....	87
Quadro 13 Artigo III: teste de hipótese para sexo. ....	101
Quadro 14 Artigo III: teste de hipótese para perfil escolar. ....	102
Quadro 15 Artigo III: teste de hipótese para diferenças de idade..	102
Quadro 16 Artigo III: teste de hipótese para quantidade de reprovações.....	102
Quadro 17 Artigo III: teste de hipótese para trabalho concomitante com estudo. ....	103
Quadro 18 Artigo III: teste de hipótese sobre aulas de ciências depois da educação básica..	103
Quadro 19 Artigo III: teste de hipótese sobre parada momentânea nos estudos.....	104
Quadro 20 Artigo IV: Medidas de tendência central e dispersão para o FAT. ....	123
Quadro 21 Artigo IV: Frequência de entrevistados que tiveram desempenho maior que 60%. .....	124
Quadro 22 Artigo IV: Medidas de tendência central e dispersão para o PEF.....	125
Quadro 23 Artigo IV: Frequência de entrevistados cujas aulas que poderiam potencializar uma Aprendizagem Significativa. ....	126
Quadro 24 Artigo IV: Correlação entre ano de conclusão do Ensino Médio e o FAT. ....	129
Quadro 25 Artigo IV: Correlação entre ano de Conclusão do Ensino Médio e o PEF. ....	130
Quadro 26 Artigo IV: Correlação entre o FAT e o eixo 1 do TACB-S. ....	131
Quadro 27 Artigo IV: Correlação entre o FAT, PEF, TACB-S e PGI.....	132
Quadro 28 Artigo IV: Correlação entre FAT e PEF.....	133
Quadro 29 Artigo IV: Correlação entre PEF e TACB-S.....	134
Quadro 30 Artigo V: Resultados dos Testes t para amostras independentes. ....	149
Quadro 31 Artigo V: Informações sobre egressos de escola Pública Federal.....	150
Quadro 32 Artigo V: medidas de tendência central para egressos de diferentes escolas:.....	152
Quadro 33 Artigo V: Múltiplas comparações entre diferentes tipos de escola..	153
Quadro 34 Artigo V: Medidas de tendência central para egressos que estudaram em diferentes turnos:.....	153
Quadro 35 Artigo V: Múltiplas comparações entre diferentes turnos.....	154
Quadro 36 Artigo V: Medidas de tendência central para o grau de percepção por temas de ciência.....	154
Quadro 37 Artigo V: Múltiplas comparações entre PGI e número de reprovações. ....	155
Quadro 38 Artigo V: Teste de Qui-Quadrado para desempenhos no FAT e PEF.....	156
Quadro 39 Artigo V: Teste de Qui-Quadrado para desempenhos no TACB-S e PEF.....	156

Quadro 40 Artigo VI: Medidas de Tendência Central e Frequência de acertos do Grupo 1..	197
Quadro 41 Artigo VI: Medidas de Tendência Central e Frequência de acertos do Grupo 2..	198
Quadro 42 Artigo VI: Saída do SPSS para o coeficiente do Alfa de Cronbach.....	200
Quadro 43 Artigo VI: Saída do SPSS para o coeficiente do Alfa de Cronbach do grupo 2. .	201
Quadro 44 Artigo VI: relação de itens e porcentagens de acertos.....	202
Quadro 45 Artigo VI: Saída do SPSS para o Teste Kolmogorov-Smirnov (esquerda grupo 1; direita grupo 2). .....	204
Quadro 46 Artigo VI: Saída do SPSS para o Teste de hipótese Mann-Whitney.....	204
Quadro 47 Artigo VII: Relação de itens, porcentagens de acertos e índice de facilidade.....	221
Quadro 48 Artigo VII: Medidas de tendência central, dispersão e frequência geral de acertos por pessoa. ....	221
Quadro 49 Artigo VIII: Descrição dos participantes da entrevista. ....	230
Quadro 50 Artigo VIII: Questões relacionadas com os professores: divisões e subdivisões. ....	233
Quadro 51 Artigo VIII: Questões relacionadas com a escola: divisões e subdivisões.....	238
Quadro 52 Artigo VIII: Questões relacionadas com os estudantes: divisões e subdivisões. .	242
Quadro 53 Artigo VIII: Medidas de tendência central, dispersão e frequência geral de acertos por pessoa para o questionário respondido pelos 202 participantes.....	246
Quadro 54 Artigo IX: Saída do software estatístico para o Teste de Kolmogorov-Smirnov. ....	257
Quadro 55 Artigo IX: Saída do software estatístico para o Teste de Levene.....	258
Quadro 56 Artigo IX: Saída do software estatístico para o Teste U. ....	259
Quadro 57 Artigo IX: Medidas de tendência central e dispersão para gêneros.. ....	259
Quadro 58 Artigo IX: Saída do software estatístico para o Teste de Levene.....	260
Quadro 59 Artigo IX: Saída do software estatístico para o Teste U. ....	261
Quadro 60 Artigo IX: Medidas de tendência central e dispersão para diferença de escolaridade. ....	262
Quadro 61 Artigo IX: Saída do software estatístico para o Teste de Levene.....	263
Quadro 62 Artigo IX: Saída do software estatístico para o Teste U.. ....	263
Quadro 63 Artigo IX: Medidas de tendência central e dispersão para experiência com veículos.....	264
Quadro 64 Artigo IX: Saída do software estatístico para Teste de Levene.....	265
Quadro 65 Artigo IX: Saída do software estatístico para Teste U. ....	265
Quadro 66 Artigo IX: Medidas de tendência central e dispersão para nível escolar atual. ....	266
Quadro 67 Artigo IX: Saída do software estatístico para Teste de Levene.....	267
Quadro 68 Artigo IX: Saída do software estatístico para Teste U. ....	268
Quadro 69 Artigo IX: Medidas de tendência central e dispersão para diferentes idades. ....	269

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Artigo I: Frequência de acertos. ....	61
Gráfico 2 Artigo I: Gráfico de Escarpa para os autovalores das componentes. ....	67
Gráfico 3 Artigo I: Frequência do perfil de Ensino de Física. ....	71
Gráfico 4 Artigo IV: índice de acertos por questão.....	123
Gráfico 5 Artigo IV: Medida de dispersão entre FAT e ano de conclusão dos estudos.....	136
Gráfico 6 Artigo VI: Número de Acidentes de trânsito.. ....	190
Gráfico 7 Artigo VI: Frequências de acertos por questão – Grupos 1 e 2.....	198
Gráfico 8 Artigo VII: Acidentes fatais de trânsito.. ....	209
Gráfico 9 Artigo VII: Vítimas fatais no trânsito.....	209
Gráfico 10 Artigo VII: Frequência de idade dos participantes.....	216
Gráfico 11 Artigo VII: Frequência do ano de conclusão do Ensino Médio dos participantes .....	216
Gráfico 12 Artigo VII: Índice de acertos por questão. ....	220
Gráfico 13 Artigo VIII: Frequência das idades dos entrevistados.....	231
Gráfico 14 Artigo VIII: Frequência de acertos por pessoa.....	232
Gráfico 15 Artigo IX: Comparação da frequência de acertos para os estudantes de diferentes níveis de instrução.. ....	267

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AAAS – *American Association of Advancement of Science*
- BNCC – Base Nacional Comum Curricular
- BTS - Teste de esfericidade de Bartlett
- CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
- CFC – Centro de Formação de Condutores
- CNH – Carteira Nacional de Habilitação
- DETRAN – Departamento Estadual de Trânsito
- DPVAT - Seguro de Danos Pessoais Causados por Veículos Automotores de Vias Terrestres
- EEEFis – Encontro Estadual de Ensino de Física
- ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio
- EPTC – Empresa Pública de Transporte e Circulação
- EUA – Estados Unidos da América
- FAT – Questionário Física Aplicada ao Trânsito
- FURG – Universidade Federal do Rio Grande
- IBICT - Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
- FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos
- IFSUL – Instituto Federal Sul Rio-Grandense
- ILC – Indicador de Letramento Científico
- IVC – Índice de Validade de Conteúdo
- KMO – Teste Kaiser-Meyer-Olkin
- LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação
- PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais
- PEF – Questionário Perfil do Ensino de Física
- PGI – Questionário Percepção do Grau de Informação
- PIBID – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
- RELEA – Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia
- SBF – Sociedade Brasileira de Física
- SciELO - *Scientific Electronic Library Online*
- SFAA – *Science For All Americans*
- SNEF – Simpósio Nacional de Ensino de Física
- SPSS - *Statistical Package for the Social Sciences*
- STEM - *Science, Technology, Engineering e Mathematics*

TACB – Teste de Alfabetização Científica Básica

TACB-S - Teste de Alfabetização Científica Básica Simplificado

TBSL – *Test of Basic Scientific Literacy*

TCT – Teoria Clássica de Testes

TRI – Teoria de Resposta ao Item

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UPF – Universidade de Passo Fundo

URSS - União das Repúblicas Socialistas Soviéticas

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>APRESENTAÇÃO: estradas percorridas até aqui .....</b>	<b>14</b>
<b>2.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>22</b>
<b>3.</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>27</b>
3.1.	<b>Alfabetização Científica .....</b>	<b>27</b>
3.2.	<b>Aprendizagem.....</b>	<b>33</b>
3.3.	<b>Teoria da Aprendizagem Significativa e a noção de estudante ativo .....</b>	<b>36</b>
<b>4.</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>43</b>
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>46</b>
5.1.	<b>ARTIGO I.....</b>	<b>47</b>
5.2.	<b>ARTIGO II .....</b>	<b>73</b>
5.3.	<b>ARTIGO III.....</b>	<b>90</b>
5.4.	<b>ARTIGO IV .....</b>	<b>108</b>
5.5.	<b>ARTIGO V.....</b>	<b>139</b>
<b>6.</b>	<b>DISCUSSÕES.....</b>	<b>161</b>
<b>7.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>172</b>
<b>8.</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>177</b>
<b>9.</b>	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>188</b>
9.1.	<b>Apêndice I Artigo VI.....</b>	<b>189</b>
9.2.	<b>Apêndice II Artigo VII.....</b>	<b>207</b>
9.3.	<b>Apêndice III Artigo VIII.....</b>	<b>226</b>
9.4.	<b>Apêndice IV Artigo IX.....</b>	<b>250</b>
<b>10.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>275</b>
10.1.	<b>Anexo I - Instrumento de pesquisa utilizado no Doutorado.....</b>	<b>275</b>
10.2.	<b>Anexo II - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE.....</b>	<b>281</b>
10.3.	<b>Anexo III - Instrumento de pesquisa utilizado no Mestrado.....</b>	<b>282</b>

## **1. APRESENTAÇÃO: estradas percorridas até aqui**

A exposição do presente memorial será dividida em etapas que auxiliarão a conectar as relações entre a minha trajetória acadêmica e a temática investigada no doutorado. A apresentação seguirá uma ordem cronológica, em primeira pessoa, e os aspectos referentes às vivências e à formação profissional serão apresentadas de acordo com a lógica temporal.

As “estradas” percorridas perpassam relações pessoais e acadêmicas, nas quais experiências de interação com a realidade escolar, social e profissional contribuíram para os ideais e perspectivas que hoje, como educador e pesquisador em formação, acredito deter. Uma breve noção dessas experiências será relatada nos parágrafos seguintes, a fim de associar como elas implicaram na problemática de pesquisa descrita nessa tese.

Primeiramente, é necessário iniciar o relato partindo das memórias referentes ao momento anterior ao ingresso na graduação, pois foi durante o final do Ensino Médio que surgiu o princípio que moveu a minha escolha por uma licenciatura.

A etapa do Ensino Médio aconteceu em uma realidade escolar da Educação Pública Estadual noturna da cidade de Passo Fundo, região norte do estado do Rio Grande do Sul. Na época, eu não possuía os referenciais que permitiriam uma análise crítica da realidade que presenciava: falta de recursos materiais, metodologias de ensino que priorizavam memorização desconexa da realidade, professores cansados (3º turno), e colegas igualmente passivos, pois geralmente quem necessitava estudar à noite eram os indivíduos que trabalhavam o dia inteiro.

Nesse contexto, percebia alguns professores que buscavam superar tais dificuldades e proporcionar um ensino de qualidade àquele público. Entre eles, estava o da disciplina de Física.

Elenco três fatores do Ensino Médio que contribuíram para a escolha da licenciatura em Física: o primeiro foi o desempenho satisfatório que tive na disciplina nas três séries do Ensino Médio. Hoje compreendo que aspectos de predisposição emocional são fatores significativamente relevantes para uma relação de aprendizagem efetiva. Os fatores segundo e terceiro estão ligados aos estímulos que o professor de Física (que também era professor universitário da licenciatura em Física) proporcionava. Em particular, um desses incentivos acontecia através de convites para participar de cursos ministrados por acadêmicos do Grupo de Astronomia da Universidade. Porém, em todas as ocasiões eles ocorriam em horário vespertino, não sendo possível a minha participação devido ao compromisso com o trabalho em turno integral. Essa impossibilidade, ao invés de causar desmotivação, contribuía para a curiosidade de conhecer aquele “universo físico no qual se ocupava de entender a natureza”. A

última e talvez maior contribuição foi a realização de uma feira de ciências na qual os licenciandos da Física foram até a escola para avaliar os trabalhos apresentados.

O vislumbre de ver um Gerador de Van de Graaff pela primeira vez, aqueles acadêmicos da Física contribuindo para a nossa formação na disciplina e, meses depois, a oportunidade de conhecer o curso de Física, seus professores e alunos, por meio de uma aula da disciplina de Astronomia, foram os aspectos motivacionais que mais contribuíram para prestar vestibular para este curso no final do ano seguinte.

A Graduação iniciou-se no primeiro semestre de 2010 na Universidade de Passo Fundo - UPF. Conforme cursava as disciplinas da área do ensino, pude compreender com maior abrangência a realidade escolar na qual eu era egresso. Dessa maneira, um desejo de atuar de modo a contribuir para a melhoria da qualidade da educação pública esteve sempre presente desde o início da minha vida acadêmica.

O privilégio de ser selecionado para atuar no PIBID, a partir do 2º semestre, contribuiu significativamente para este ideal, pois ao frequentar as demais escolas estaduais da cidade, pude compreender que aquela realidade vivenciada enquanto aluno, não era exclusiva de um lugar, mas de todo um sistema. Assim, pude, pela primeira vez, inverter o referencial de análise daquela situação, com a visão de um professor em formação e não mais a de um aluno da Educação Básica.

O PIBID proporcionou oportunidades ímpares na minha formação, e sem dúvida, foi um dos meios que mais contribuiu para o início da minha formação como professor. Por exemplo, devido ao maior contato com as escolas e suas professoras, realizei diversas palestras para turmas do Ensino Médio, abordando temas como “O método científico”; “Fases da Lua”; “Tópicos instigantes de Física”, entre outras, contribuindo para particularidades da minha docência e também como uma forma de levar até a comunidade um pouco daquilo que um dia também me motivou como espectador.

As professoras supervisoras das escolas possibilitavam com que os bolsistas do PIBID pudessem exercitar as primeiras tentativas de docência, nos auxiliando no planejamento e preparação para que tivéssemos capacidade de executar algumas aulas como regentes em suas turmas.

Em paralelo ao ingresso no PIBID, fui contratado como estagiário em um colégio particular da cidade, atuando como técnico dos laboratórios de Física, Química e Biologia da instituição. Essa foi uma das maiores oportunidades de aprendizado pluridisciplinar que tive durante o período da graduação. O trabalho consistia em administrar o inventário de experimentos, reagentes; realizar as compras e prestar contas ao colégio, além de auxiliar os

professores do Ensino Médio no planejamento, preparação e execução de atividades experimentais das três disciplinas.

Atuei na instituição na condição de estagiário por 2 anos. Após esse período fui contratado como funcionário efetivo e assim, pude continuar exercendo as atividades rotineiras. Porém, de modo voluntário iniciei projetos para ministrar aulas de atividades experimentais de ciências para estudantes do Ensino Fundamental. Tópicos como Fases da Lua, Eletricidade, Estados de agregação da matéria; Física no trânsito; Análise de tipagem sanguínea; visualização de células em microscópios; Indicadores naturais de ácidos e bases; Reações Químicas, entre outros, foram alguns dos temas abordados com os estudantes. Essa iniciativa teve por objetivo apurar a docência e aprimorar os conhecimentos das diferentes áreas das Ciências da Natureza, além de proporcionar momento lúdicos de potencial aprendizagem para alunos de 3º, 4º, 5º e 6º ano.

Ainda dentro das atividades do Ensino, durante a Graduação atuei como monitor voluntário de Física na Universidade, auxiliando alunos das engenharias; e também como professor particular para estudantes do Ensino Fundamental, Médio e Graduação.

Ainda, fui voluntário no laboratório de Física da universidade, auxiliando na construção de equipamentos didáticos com materiais alternativos e de baixo custo para atividades experimentais. Parte desses experimentos eram utilizados pela comunidade universitária e outra parte, por meio do PIBID, era destinado às escolas públicas da cidade.

Particpei também do Grupo de Astronomia do Curso de Física que tinha como principal objetivo levar às escolas da cidade e região o planetário móvel e assim realizar apresentações sobre temas astronômicos. Em um intervalo de tempo de cerca de 2 anos, eu estava ministrando atividades no Grupo de Astronomia no qual sempre almejei ao menos uma oportunidade de assistir uma palestra na época do Ensino Médio!

Na graduação, aconteceram também as primeiras tentativas de escrita de trabalhos acadêmicos, que tinham como objetivo a participação em eventos científicos. Particpei em eventos locais, regionais e nacionais, com destaque para o Encontro Estadual de Ensino de Física – EEEFis, promovido pela UFRGS e o Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF, fomentado pela Sociedade Brasileira de Física – SBF. Cada palestra, cada contato com colegas, professores e pesquisadores da área, contribuiu para a formação teórica, metodológica e motivacional para atuar em prol do Ensino de Física tanto na docência, como um dia, na pesquisa.

Ainda como graduando, tive o privilégio de ter o primeiro artigo científico publicado. Esse artigo foi derivado da pesquisa realizada para o meu Trabalho de Conclusão de Curso, no qual investiguei, sob a orientação do prof. Dr. Luiz Marcelo Darroz, a concepção de egressos

do Ensino Médio sobre a influência das Fases da Lua em suas vidas, a fim de verificar se havia um padrão de crenças em função dos diferentes níveis de instrução dos entrevistados. Após a defesa, submetemos o manuscrito para avaliação da Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA<sup>1</sup>, que o publicou em 2013.

Estas conquistas no âmbito da pesquisa, juntamente com as reflexões sobre a prática docente e a realidade do sistema escolar, trouxeram grandes motivações acadêmicas, mas, sobretudo, fizeram perceber que para alcançar os objetivos pretendidos de contribuir de maneira efetiva para a área do Ensino de Física era necessário almejar instâncias superiores da formação acadêmica. Desse modo, elaborei um projeto de pesquisa e participei da seleção do Mestrado na área do Ensino.

Fui selecionado no Mestrado em Educação em Ciências da FURG. O trabalho do Mestrado se dedicou a investigar se egressos do Ensino Médio conseguiam relacionar os conceitos da Física previstos no currículo escolar com os fenômenos científicos aplicados no cotidiano do trânsito.

As inquietações que motivaram a abordagem da Física aplicada ao trânsito tiveram início em uma daquelas aulas para o Ensino Fundamental da escola particular em que justamente abordei essa temática. Como resultados daquela atividade, destacaram-se os aspectos motivacionais dos alunos, e principalmente as compreensões significativas que demonstraram no final da aula, por meio do debate.

Primeiramente, questioneei por quanto tempo esses conhecimentos ficariam retidos na estrutura cognitiva dessas crianças. Em um segundo momento, refleti se tal ocasião de contextualização seria recordada quando aqueles indivíduos fossem estudar tais conceitos físicos no Ensino Médio. E um terceiro questionamento cogitou o quanto esses saberes poderiam contribuir para a formação de um motorista, passageiro ou pedestre consciente das relações de causa e efeito que suas ações poderiam provocar dentro do trânsito. Ou seja, tendo em vista os índices de acidentes e mortes nas estradas, o quanto o conhecimento científico poderia cooperar com a Educação para o Trânsito no que tange a conscientização e prevenção de acidentes.

Sob orientação do professor Dr. Luiz Fernando Mackedanz, dentro do Grupo de Pesquisa em Inovações no Ensino de Ciências, a pesquisa ocorreu com egressos do Ensino Médio, estudantes de Cursos de Formação de Condutores e observamos que a retenção conceitual de

---

<sup>1</sup> DARROZ, Luiz Marcelo; ROSA, Cleci Teresinha Werner da; VIZZOTTO, Patrick Alves; ROSA, Álvaro Becker da. As fases da Lua e os acontecimentos terrestres: a crença de diferentes níveis de instrução. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 16, p. 73-85, 2013.

conhecimentos físicos não aconteceu de maneira satisfatória para aquele público, pois os índices de acertos no questionário que aplicamos apresentou um quantitativo abaixo do esperado.

Os resultados coletados, assim como a revisão de literatura e o processo de elaboração e validação do instrumento de pesquisa foram objetos de escrita e submissão de 4 artigos científicos. Até o término do Mestrado, apenas o artigo de revisão de literatura havia sido publicado (VIZZOTTO; MACKEDANZ; MIRANDA, 2017), sendo que o primeiro artigo com os resultados da pesquisa foi publicado uma semana depois da defesa do Mestrado na Revista Brasileira de Ensino de Física (VIZZOTTO; MACKEDANZ, 2017).

Devido ao fato de ter sido Bolsista da CAPES nesse período, além do estágio docência obrigatório no Ensino Superior, a dedicação integral proporcionou atuar durante 2 semestres como professor voluntário na FURG. A universidade estava com demanda de abertura de turmas extras para estudantes de Física Básica das engenharias, e a partir dessa necessidade da instituição eu vi uma oportunidade única de adquirir experiência docente com turmas da Graduação.

Durante o Mestrado ainda, além de participação com publicações em eventos, a pesquisa recebeu o 2º lugar do Prêmio EPTC de Educação para o Trânsito. A Empresa Pública de Transportes e Circulação – EPTC, da cidade de Porto Alegre/RS, realiza anualmente premiações em diversas categorias da sociedade que busquem promover ações de Educação para o Trânsito. A pesquisa foi avaliada dentro da categoria “Aluno Universitário” e simbolizou o reconhecimento da relevância da temática investigada por uma comunidade externa à academia: os profissionais da área do trânsito.

Por fim, próximo a data da defesa, fui aprovado na seleção de Doutorado do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências da UFRGS. Dessa maneira, a defesa do Mestrado aconteceu na sexta-feira, dia 3 de março e na segunda-feira, 6 de março de 2017, já estava matriculado como doutorando.

Ao mesmo tempo, também fui aprovado no concurso para Professor Substituto do Instituto Federal Sul Rio-Grandense – IFSUL, campus Pelotas/RS, recebendo mais uma oportunidade de aprimorar minha prática docente.

As atividades do Doutorado aconteceram de maneira concomitante às 40h semanais como professor substituto do IFSUL. Agora no Doutorado, sem oportunidade de bolsa, essa vaga como professor veio ao encontro das necessidades de fomento para prosseguir os estudos e do desejo de continuar adquirindo experiência docente, além de ser outra oportunidade ímpar de experiência docente no Ensino Médio, Técnico e Superior.

A pesquisa, acompanhada pelo mesmo orientador do Mestrado, buscou realizar um aprofundamento da investigação anteriormente executada. Os resultados da etapa anterior indicavam uma baixa retenção conceitual nos participantes. Porém, entendemos que mesmo se houver desconhecimento sobre a nomenclatura de conceitos e fenômenos da Física, há possibilidade que algum conhecimento prévio, intrínseco, latente, possa estar presente na estrutura cognitiva do indivíduo. Então, nos voltamos a investigar se, no caso haver um saber mínimo, intuitivo, mecânico, na mente do aprendiz, o quanto esse conhecimento poderia contribuir para o seu nível de Alfabetização Científica e Educação para o trânsito.

De maneira prática, propomos um novo questionário com itens abordando situações hipotéticas corretas e incorretas de Física no trânsito, e o entrevistado (egresso do Ensino Médio) foi instigado a utilizar todos os seus conhecimentos para julgar a coerência científica de cada situação apresentada. Esse exercício é recomendado pela Teoria da Aprendizagem significativa de Ausubel (2003), quando sugere que uma das maneiras de evidenciar se um conhecimento foi internalizado de maneira significativa é propor ao aprendiz a transposição desses saberes para situações diferentes daquelas nas quais ele os aprendeu.

Relacionamos o desempenho individual nessa atividade com o nível de Alfabetização Científica e o perfil das aulas de Física que vivenciaram durante o Ensino Médio, buscando inferir correlações que pudessem explicar os resultados obtidos.

Durante esse período do Doutorado, que iniciou em março de 2017, foram publicados outros 2 artigos sobre a pesquisa do Mestrado (VIZZOTTO; MACKEDANZ, 2017; e VIZZOTTO; MACKEDANZ; BUSS, 2018) e para a pesquisa de Doutorado, no ano de 2018, também foram publicados mais 2 artigos com os procedimentos de elaboração e validação dos questionários utilizados nessa etapa (VIZZOTTO; MACKEDANZ, 2018a; VIZZOTTO; MACKEDANZ, 2018b).

No início do ano de 2017 o projeto de pesquisa de Doutorado recebeu o 1º lugar na categoria “Aluno Universitário” do Prêmio EPTC de Educação para o Trânsito. Durante esse período de quase 2 anos, iniciei a colaboração com a Revista Thema como revisor de periódico, participei de 1 banca de Trabalho de Conclusão de Graduação; 2 bancas de trabalhos de Especialização e fui orientador de monitores de ensino de Física no IFSUL.

Na área do Ensino, no IFSUL, atuei por 4 semestres como professor de Física Básica e Aplicada de turmas do Ensino Médio, Técnico e Graduação. Essa experiência contribuiu para o meu desenvolvimento como docente, vislumbrando a aspiração de contribuir futuramente no tripé Ensino-Pesquisa-Extensão.

A decisão de defender a tese na metade do tempo previsto para o curso normal de um Doutorado foi tomada devido a fatores relacionados com a fluidez na qual a pesquisa se desenvolveu nesse período, o êxito na publicação de artigos sobre a tese (requisito para defesa), e as oportunidades de colocação no mercado de trabalho que exigem a qualificação na qual estou buscando competência.

Sendo assim, considero-me um docente em formação, que durante essa trajetória acadêmica de quase 10 anos, sempre aproveitou as oportunidades de aprimoramento, e que desde março de 2010 vem buscando instrução para um dia adquirir competência de contribuir com o Ensino de Física da mesma maneira como contribuíram professores, pesquisadores e orientadores que tive contato durante esse processo formativo.

No Ensino, a vivência nas escolas públicas me fez perceber, entre outras coisas, o quanto há para ser feito e o quanto pequenas ações podem surtir efeitos significativos para cada comunidade escolar.

Na Pesquisa, minha breve experiência já mostrou a importância de produzir e comunicar os resultados obtidos, pois uma descoberta que traz solução para algum desafio, relatada por pesquisadores da Região Sul, pode também auxiliar na resolução de problemas de sala de aula de algum professor da Região Norte, por exemplo. Isso ressalta a importância do estímulo e fomento para criação e socialização de pesquisas e produtos educacionais.

Na Extensão, por fim, a vivência mostrou-me que se a Pesquisa em Ensino se concentrar apenas na universidade, suas contribuições alcançarão a escola básica por meio de um processo demasiadamente lento, sendo assim, fundamental que nossos resultados cheguem até esse público através de atividades acadêmicas conectadas com a comunidade.

A temática investigada no doutorado, além de tentar sanar um questionamento realizado em uma aula de Física aplicada para o Ensino Fundamental, busca também, em sua essência, delinear caminhos dentro do ensino que favoreçam a Alfabetização Científica, meio pelo qual, acredita-se que possa contribuir de maneira significativa para que o conhecimento científico seja conectado à realidade de cada indivíduo, outorgando a possibilidade de vivenciar autonomia e criticidade, alguns dos aspectos básicos do exercício pleno da cidadania.

Atualmente, em comparação ao meu ingresso na licenciatura, me faço mais perguntas do que tenho respostas, e o hábito de questionar a realidade social, escolar e acadêmica, é um dos motores que pode mover a mente de um pesquisador em formação. Algumas respostas eu obtive, outras estimularam novas perguntas e me guiaram até o presente momento.

Toda pesquisa deve gerar considerações e implicações para o campo de estudo, e ao mesmo tempo, possibilitar novas reflexões, que provocarão novos questionamentos. É dessa

maneira que essa tese se constituiu, no desejo de que possa contribuir para o estado da arte da área e fomentar o estudo e aprofundamento de novas perspectivas de pesquisa na tendência atual do Ensino de Física.

## 2. INTRODUÇÃO

Como a Física do Ensino Médio pode contribuir para a formação de um motorista, passageiro e pedestre? Os estudantes concluem a Educação Básica com um nível adequado de Alfabetização Científica? Como mensurar tal constructo? Por quanto tempo o conhecimento escolar permanece na vida de um egresso?

O ensino, aprendizagem, assimilação, retenção, esquecimento e utilização dos saberes escolares em situações da vida são objetos de estudo e discussão nessa pesquisa de doutorado. Inicialmente delineada como um aprofundamento da investigação de Mestrado, suas dimensões expandiram-se e examinaram as temáticas da Física aplicada ao trânsito e da mensuração da Alfabetização Científica sob aspectos ainda não abordados por pesquisas da literatura nacional, possibilitando subsídios para o avanço do estado da arte da área.

A Física escolar dedica-se ao estudo de conceitos e fenômenos que comumente podem ser contextualizados junto à realidade dos alunos. Entre eles, podem se destacar a presença dos conceitos físicos na cozinha, nos esportes, no corpo humano, no meio ambiente, na Astronomia, nos dispositivos tecnológicos, aplicada ao diagnóstico e tratamento médico, nos eletrodomésticos, entre outros.

Um desses outros contextos é o da Física aplicada ao trânsito. Essa temática mostra-se relevante pois praticamente todos possuem contato com o trânsito em diversos momentos do seu cotidiano, mesmo que não seja como condutor, será como passageiro ou pedestre.

Provavelmente todos já sentiram os efeitos de uma frenagem brusca ou de uma aceleração de grande módulo. Também já presenciaram um pneu derrapar ou um veículo atolar, assim como, certamente a maioria já “sentiu um choque” ao abrir a porta de um veículo. Há também quem questione o motivo pelo qual para um mesmo trecho da rodovia, há limites de velocidade diferentes para caminhões, ônibus e carros. Pode-se considerar que há muita Física dentro do estudo do trânsito e o trânsito pode ser discutido como tema dentro do estudo da Física.

De alta relevância pedagógica e social, a associação dessas duas temáticas pode proporcionar conexões que auxiliem no intento dos documentos da educação nacional de formação para a vida, baseada no estímulo para o surgimento da criticidade e responsabilidade por parte do cidadão, egresso da escola (BRASIL, 1996). Além disso, de acordo com Olma (2016), o trânsito se sustenta por meio de um tripé que reúne a Educação para o Trânsito, o Esforço Legal e também, as engenharias de tráfego e veicular. Quando um acidente de trânsito ocorre, aconteceram falhas em um ou mais desses pilares. Para Negrini-Neto e Kleinubing (2012), a coluna de maior fragilidade é a da Educação para o trânsito.

Para fins de ilustração, de acordo com os dados do Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito (BRASIL, 2018), a média de mortes no trânsito nos últimos 7 anos foi de 41.900 pessoas por ano. Isso equivale a quase 115 fatalidades por dia. Essas mortes, segundo a Associação Brasileira de Medicina do Tráfego (ABRAMET, 2018), têm como as 3 principais causas 1 – excesso de velocidade; 2 – Consumo de álcool; 3 – Uso do celular.

Percebe-se que os maiores causadores de acidentes no trânsito são itens associados à tomada de decisão e educação para o trânsito. Ambos os fatores, perpassam por relações nas quais o conhecimento científico poderia assumir um papel social relevante ao contribuir com o entendimento das relações de causa e efeito que fenômenos da Física ocasionam quando aplicados a esse contexto.

Ou seja, é possível defender que a Física escolar possui um papel fundamental na formação de um pedestre, passageiro e motorista, e este ideário vai ao encontro das ações norteadas pela Alfabetização Científica.

Dessa maneira, acredita-se que um indivíduo que possua maior instrução sobre as relações de causa e efeito que seus atos possam acarretar, poderá deter maior probabilidade de agir de acordo com a coerência esperada de um cidadão dentro do trânsito. Não obstante, essa relação não pode ser considerada causal e até o presente momento, não há estudos nacionais que corroborem essa afirmação dentro da pesquisa em Educação em Ciências.

Porém, é possível que um cidadão com maior nível de Alfabetização Científica possua compreensões de maior esclarecimento quanto ao impacto que suas ações possam acarretar na natureza e no seu cotidiano. Ao possuir tais competências, há uma possibilidade de que as tomadas de decisões estejam permeadas por uma análise crítica, embasada no conhecimento científico (SANTOS; MORTIMER, 2001).

Para ser considerado como alfabetizado cientificamente, Miller (1983) argumenta que o indivíduo necessita apresentar compreensões mínimas em três eixos distintos: entender os conteúdos científicos; a natureza da ciência; e o impacto que a ciência implica na sociedade e no meio ambiente. Ou seja, não basta possuir de maneira memorizada as definições de certos fenômenos e conceitos, é necessário conectá-los a dimensões contextualizadas, epistemológicas, históricas e sociais.

Conforme referido anteriormente, esse delineamento originou-se como proposta de aprofundamento da investigação realizada no trabalho de Mestrado. Nesse particular, se examinou se os egressos do Ensino Médio apresentavam retenção conceitual de saberes da Física escolar quando confrontados com situações aplicadas ao trânsito. O questionário utilizado na ocasião apresentava itens que descreviam uma situação de Física aplicada e as

alternativas de múltipla escolha, sinalizavam os possíveis conceitos ou fenômenos físicos que explicariam o acontecimento retratado.

O instrumento de pesquisa, após atestada sua validade e fidedignidade (Artigo VI) apresentou resultados que demonstraram baixo desempenho dos participantes (Artigo VII), em que suas causas foram, posteriormente, investigadas através de entrevistas (Artigo VIII) e testes da estatística inferencial (Artigo IX), com conclusões que convergem para a relação entre os aspectos motivacionais e as vivências experimentadas, como influenciadores na retenção em longo prazo de conhecimentos de Física.

Tais conclusões incentivaram reflexões sobre os procedimentos metodológicos que poderiam atuar na mensuração desse grau de retenção com maior fidedignidade e não somente priorizando aspectos de memorização conceitual. Elaborar uma maneira de instigar o participante a manusear seus saberes, tanto intrínsecos, quanto extrínsecos para analisar aspectos do seu cotidiano, pareceu ser uma maneira adequada de mensurar o quanto um conhecimento escolar pode auxiliá-lo em sua visão de mundo.

Sendo assim, se caracteriza a perspectiva aqui adotada, a fim de examinar com maior precisão (em relação à pesquisa do Mestrado), a permanência de alguns conhecimentos científicos em egressos do Ensino Médio, através de um novo instrumento de coleta de dados voltado para instigar os respondentes a utilizarem seus saberes para julgar a coerência científica de exemplos hipotéticos aplicados ao trânsito.

A essa permanência de conhecimentos com capacidade de serem manuseados pelo indivíduo, a fim de compreender o cotidiano de maneira alinhada aos saberes científicos, deu-se o nome de proficiência científica. Assim como em um idioma, a habilidade de utilizá-lo para escrever, ler, falar e ouvir, representa certo nível de proficiência, dentro do contexto dos saberes científicos, a aptidão de aplicá-los à fenômenos do dia a dia, nos quais a Ciência pode ser percebida de maneira intrínseca, pode ser atestada sob o conceito de proficiência científica, constructo que será desenvolvido ao longo desta pesquisa.

Nesse sentido, se buscou responder se “os egressos do Ensino Médio possuem aptidões que permitam utilizar seus saberes para efetuar o julgamento da coerência científica de situações do trânsito nas quais a Física pode ser observada de maneira aplicada?”. Ou seja, o grau de criticidade dos egressos do Ensino Médio ao analisar situações de Física aplicada ao trânsito, demonstra a retenção à longo prazo de conhecimentos escolares?

O objetivo geral da pesquisa consistiu em “mensurar o grau de retenção de conhecimentos de Física escolar em egressos do Ensino Médio através da análise de situações hipotéticas presentes no cotidiano do trânsito”.

Para cumprir o objetivo geral, de maneira específica, se buscou:

1) Elaborar e validar um questionário que apresente situações hipotéticas de Física aplicada ao trânsito, para o participante julgar a coerência científica de cada exemplo, a fim de observar a sua aptidão de transpor saberes às situações cotidianas;

2) Elaborar e validar um questionário que, através do ponto de vista dos participantes, caracterize as aulas de Física que vivenciaram durante o Ensino Médio, distinguindo-as como aulas que poderiam proporcionar uma Aprendizagem Significativa e aulas que poderiam não potencializar tal aprendizado;

3) Mensurar o nível de Alfabetização Científica dos participantes por meio de uma adaptação do Teste de Alfabetização Científica Básica – TACB de Laugksch e Spargo (1996);

4) Realizar a redução e validação para a língua portuguesa do TACB, a fim de viabilizar sua aplicação no contexto das escolas brasileiras;

5) Submeter os dados coletados a tratamentos de estatística inferencial, buscando notar correlações entre desempenhos nos testes e variáveis de caracterização dos participantes.

Essa pesquisa possui relevância para a área do Ensino de Física pois segundo a análise da revisão de literatura (VIZZOTTO; MACKEDANZ; MIRANDA, 2017), a maioria dos trabalhos envolvendo a Física aplicada ao trânsito se voltam para a construção de produtos didáticos de ensino nessa perspectiva, sendo poucas as produções científicas que ocupam-se em abordar a Física no trânsito como objeto de pesquisa e não somente como contexto para o ensino de conceitos físicos. Da mesma maneira, pesquisas nacionais que busquem mensurar aspectos da Alfabetização Científica por meio de uma perspectiva quantitativa, segundo Rivas (2015) também são dificilmente encontradas na literatura.

Um dos instrumentos de maior proeminência no contexto nacional e internacional para esse fim é o supracitado TACB de Laugksch e Spargo (1996). Esse teste possui 110 itens, constituídos de frases curtas com afirmações verdadeiras ou falsas, subdivididas nos três eixos de composição da Alfabetização Científica, anteriormente citados (MILLER, 1983). Uma das limitações do TACB, além do seu tamanho, é que os itens do eixo 1, responsável por mensurar os conteúdos da ciência, não inclui questões que instiguem o entrevistado a manusear seus saberes para interpretar situações científicas aplicadas ao cotidiano.

Sendo assim, o instrumento elaborado para essa pesquisa (VIZZOTTO; MACKEDANZ, 2018a) pode contribuir para os trabalhos que mensuram a Alfabetização Científica, fornecendo um exemplo de como itens podem ser dispostos a fim de instigar o manuseio dos saberes existentes na estrutura cognitiva, ao mesmo tempo em que busca incluir situações cotidianas nesses recursos de coleta de dados.

Basicamente, a investigação encontra seu aporte teórico nos três eixos da Alfabetização Científica de Miller (1983); na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003); nos aspectos metodológicos de mensuração do TACB de Laugksch e Spargo (1996); e na visão de Ensino para a Vida promovida pelos documentos oficiais da Educação Nacional (BRASIL, 1996, 2000, 2018a).

Os participantes da pesquisa foram egressos do Ensino Médio, majoritariamente ingressantes de cursos técnicos e de graduação da Universidade Federal do Rio Grande – FURG e do Instituto Federal Sul Rio-Grandense - IFSUL. Um total de 512 pessoas participaram da pesquisa, compondo um grupo egresso majoritariamente de escolas públicas estaduais, onde a maioria, com idades entre 18 e 30 anos, assistiram aulas durante o turno do dia e não necessitaram conciliar seus estudos com algum tipo de trabalho.

Os participantes responderam um questionário composto por quatro subtestes que visaram mensurar um aspecto individual da Alfabetização Científica, do perfil pessoal e do histórico das aulas de Física por eles vivenciadas durante o Ensino Médio. Os dados foram analisados por meio de tratamento estatístico e apresentados à comunidade acadêmica através de artigos publicados e submetidos a periódicos científicos da área do Ensino de Física e Educação em Ciências.

Por fim, a estrutura desse trabalho está delineada na seguinte disposição: a seguir, um capítulo versará, com maiores detalhes, os referenciais teóricos adotados para fundamentar a investigação. Posteriormente, os procedimentos metodológicos serão descritos, destacando os instrumentos utilizados. Em seguida, serão apresentados, em ordem de publicação, os artigos que compõe a Tese. Em um quarto momento, se discutirá os resultados obtidos, tendo como base o referencial teórico adotado, assim como as implicações para a área e as perspectivas para trabalhos futuros. Finalmente, as considerações serão retratadas, seguidas das referências e dos apêndices que apresentam, por sua vez, os artigos que descrevem a investigação realizada no Mestrado, a fim de oportunizar ao leitor e leitora as publicações que deram sentido ao aprofundamento supracitado nos parágrafos anteriores.

De leitura facultativa, esses trabalhos do apêndice, que não fizeram parte do corpo da Dissertação (VIZZOTTO, 2017), auxiliam no entendimento de como a problemática teve surgimento e como os resultados obtidos contribuíram para a execução da pesquisa aqui socializada.

### **3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

#### **3.1. Alfabetização Científica**

A corrida espacial-armamentista vivenciada na metade do século XX foi o contexto político e social do mundo que desencadeou as bases para o que atualmente pode-se denominar de Alfabetização Científica. Basicamente, uma disputa de poder militar, por meio do domínio científico-tecnológico acontecia entre os opositores Estados Unidos da América – EUA e União das Repúblicas Socialistas Soviéticas – URSS.

Em 1957, a URSS obteve êxito ao lançar o satélite artificial denominado de Sputnik 1, causando grande impacto político entre os adversários, pois deter essa competência poderia indicar também perícia em ofensivas militares por via aérea, além de superioridade em conhecimento científico e de aplicações tecnológicas, industriais e bélicas.

Esse acontecimento acarretou nos EUA consequências em diversos setores da sociedade, entre eles o educacional. Houve maior interesse do governo em saber qual era o grau de conhecimento científico da população, pois se concebia que para superar a URSS era necessário, além de incentivo financeiro, excelentes profissionais nas carreiras de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática, e para isso se tornar realidade à médio e longo prazo, era necessária a criação de uma cultura científica (ANELLI, 2011).

Sendo assim, um espaço fértil para a disseminação de uma enculturação era o ambiente escolar, pois acreditavam na importância de que os estímulos a tais carreiras fossem realizados desde os primeiros anos da educação básica.

Segundo Deboer (2000), um dos maiores investimentos já realizados em educação científica aconteceu nessa ocasião, na qual bilhões de dólares foram destinados para pesquisa e elaboração de materiais didáticos e experimentais, divulgação científica, formação de professores, programas de incentivo para alunos, publicações científicas, entre outros, com o objetivo de aproximar o aluno da prática do cientista em uma tentativa de trazer, além de aspectos intelectuais da ciência, os fatores motivacionais que poderiam levar o indivíduo a optar por seguir tais carreiras no futuro.

Conforme referido, essas ações tornaram-se realidade devido à necessidade de se construir à médio e longo prazo uma cultura científica na população para fins majoritariamente políticos (ANELLI, 2011). Porém, a defesa da importância de o conhecimento científico estar presente na tomada de decisões dos cidadãos já era apoiada décadas antes.

Autores como Noll (1935), Davis (1935) e Hoff (1936), abordavam o conceito de Atitude Científica, em que se discutia as capacidades que as aulas de Ciências poderiam desenvolver

nos estudantes, assim como as atitudes que os egressos da Educação Básica deveriam dominar ao concluir seus estudos.

Por fim, a adesão dessas ideias que já permeavam o campo educacional com o contexto da Guerra Fria, fez emergir o ideal que autores dos últimos quase 60 anos discorrem e possui atualmente uma das suas denominações conhecida por Alfabetização Científica.

Essa nomenclatura, em inglês “*Scientific Literacy*”, foi utilizada pela primeira vez na área da educação por Paul Hurd (HURD, 1958). Do ano de surgimento até a época atual, esse conceito foi tema de numerosos debates, ocasionando uma pluralidade de significados de acordo com a concepção de diversos pesquisadores da área.

Por exemplo, para Benjamin Shen, a Alfabetização Científica compreende três dimensões: a Prática; a Cívica; e a Cultural (SHEN, 1975).

A Prática está associada ao dia a dia, pois visa beneficiar a qualidade de vida dos cidadãos por meio do uso dos saberes científicos para tomada de decisões e resolução de problemas da vida cotidiana. A Cívica representa uma concepção além da Prática, pois possibilita a qualificação que permite ao indivíduo usar seus saberes científicos para entender a atuação da ciência dentro do contexto político. Essa dimensão permite com que se possa cobrar com que as decisões políticas sejam pautadas por saberes científicos. Por fim, a Cultural engloba a ciência presente em cursos, debates, publicações, mídia, ou seja, o conhecimento científico que permeia o interesse de indivíduos que não possuem formação científica, mas demonstram interesse em adquirir esses saberes, fomentando a existência de uma cultura entre eles.

Jon Miller, por sua vez, também entende a Alfabetização Científica como um conceito suportado por três eixos de entendimento: entendimento dos conteúdos da ciência – eixo 1; da natureza da ciência – eixo 2; e do impacto da ciência e tecnologia na sociedade e ambiente – eixo 3 (MILLER, 1983).

Para o autor, o eixo 1 envolve os conceitos, definições, e o enfoque histórico da ciência. O eixo 2, abarca a dimensão epistemológica da constituição dos saberes científicos. Enfim, o eixo 3 compreende os aspectos que permitem entender a perspectiva social do conhecimento científico. Ou seja, a influência que a ciência acarreta tanto na sociedade quanto no meio ambiente. Para Miller (1983), um indivíduo é considerado alfabetizado cientificamente quando apresenta pelo menos um domínio mínimo nesses três eixos.

Por outro lado, Rodger Bybee corrobora com a estrutura de Shen e Miller e considera a Alfabetização Científica também classificada por três perspectivas: Funcional; Conceitual e Processual; e Multidimensional (BYBEE, 1995). Para o autor, cada dimensão posterior

representa uma evolução gradativa da anterior. Assim, uma Alfabetização Científica mínima parte da Funcional e tem seu ápice na Multidimensional.

O aspecto Funcional associa-se ao regime de aquisição conceitual que pode permitir ao cidadão perceber as idiosincrasias da ciência, como termos específicos, e estes serem identificados em situações de divulgação científica ou de formação técnica. Em um segundo momento, a dimensão Conceitual e Processual representa a atribuição de significados dos conceitos anteriormente adquiridos, que possibilita os seus entendimentos. Por fim, o eixo Multidimensional é que traz o vínculo entre os anteriores. Representa o estado de compreensão do indivíduo que o permite aplicar seus conhecimentos em situações do dia a dia, bem como, tomar decisões reguladas pelo saber científico.

De acordo com a percepção de cada um dos três autores citados, nota-se que a Alfabetização Científica é entendida como um constructo que perpassa o simples entendimento conceitual dos saberes científicos, pois abarca dimensões de aplicação do conhecimento no cotidiano e de criticidade para tomada de decisões, por exemplo.

Ao encontro do ideário da construção de significado da Alfabetização Científica, a Associação Americana para o Avanço da Ciência – AAAS, publicou um documento intitulado “*Project 2061 – Science For All Americans – SFAA*” (AAAS, 1989), no qual preconizava quais seriam os objetivos da Educação em Ciências e as aptidões que um egresso da Educação Básica teria de dominar ao completar seus estudos.

De acordo com a concepção da AAAS, uma pessoa poderia ser considerada como alfabetizada cientificamente quando obtivesse êxito ao empregar seus saberes de maneira satisfatória para compreensão do cotidiano, natureza e para a tomada de decisões.

Desse modo, percebe-se que além de pesquisadores da área, o Estado e associações científicas faziam coro quanto a importância da discussão e implementação da educação científica na vida da população.

Após uma revisão sobre o surgimento e evolução do termo “*Scientific Literacy*” no contexto internacional, mostra-se relevante discorrer sobre as definições desse conceito presentes em manuscritos da língua portuguesa. Nessa língua em particular, as diferenças não se restringem apenas ao significado, mas também em modificações de terminologia. Basicamente, usa-se a Alfabetização Científica, Letramento Científico e Enculturação Científica (SASSERON; CARVALHO, 2011).

Acredita-se que a nomenclatura de maior uso em produções da língua portuguesa seja a Alfabetização Científica, sendo seguida de Letramento Científico e por último, a Enculturação Científica. Buscando os descritores na base do Google Acadêmico no mês de março de 2019,

recuperamos os índices próximos de 118.000 resultados para Alfabetização Científica; 41.900 para Letramento Científico e 2530 para Enculturação Científica.

A pluralidade dos termos provém, em maior parte, do processo de tradução do conceito original. Literalmente, sua tradução para o português gerou o Letramento Científico. O “*Scientific Literacy*”, traduzido para o Francês e Espanhol, gerou respectivamente, a “*Alphabétisation Scientifique*” e a “*Alfabetización Científica*” em que ambas as denominações podem ser traduzidas para o Português como Alfabetização Científica.

Na literatura nacional, encontram-se trabalhos que diferenciam essas terminologias, considerando que Alfabetização Científica faz menção à conceituação dos fenômenos e de seus significados, apenas, enquanto que Letramento Científico engloba junto à dimensão conceitual, as relações político-sociais que a aplicação desses conhecimentos científicos implica. Existe ainda a Enculturação Científica, utilizada por autores que concebem que o desenvolvimento científico nos estudantes e nos cidadãos egressos, passa necessariamente por um processo de construção de cultura (MAMEDE; ZIMMERMANN, 2005; CUNHA, 2017).

Embora se perceba divergências nas concepções do conceito, há pontos de convergência que podem estabelecer uma ligação entre os autores que estudam essa temática na língua portuguesa. Para Sasseron e Carvalho (2011), percebe-se em todas as produções nacionais:

O ideário de um ensino que permita aos alunos interagir com uma nova cultura, com uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-los e a si próprio através da prática consciente propiciada por sua interação cerceada de saberes de noções e conhecimentos científicos (p. 61).

Ao encontro dessa visão, acrescenta-se a interpretação de Lemke (2006) para fundamentar a concepção de Alfabetização Científica utilizada nessa tese. Para o autor, além de ler e escrever, a alfabetização possibilita uma leitura de mundo. Transpondo para a educação científica, além de estudar conceitos técnicos e seus significados, a Alfabetização Científica pode possibilitar ao indivíduo uma leitura de mundo pautada pela visão da ciência atual. Ou seja, alguém visto como alfabetizado cientificamente concebe também os métodos de construção do conhecimento e o impacto que ele pode causar na sociedade.

Entre os autores citados em âmbito internacional, as ideias de Miller (1983) são consideradas como de grande destaque, pois além da proposição dos três eixos, seus trabalhos foram os que obtiveram maior notoriedade no desafio de mensurar a Alfabetização Científica (LAUGKSCH; SPARGO, 1996). Essa constatação é um dos argumentos que sustenta a opção de adotar as ideias desse autor como o referencial teórico da presente tese, pois as tentativas de mensurar esse constructo aproximam-se do objetivo traçado para o trabalho aqui relatado. Outra

base que sustenta a escolha é o fato de que o TACB de Laugksch e Spargo (1996), instrumento de referência também utilizado em nosso trabalho, está igualmente fundamentado em Miller (1983).

As estratégias para mensurar a Alfabetização Científica avançaram de maneira paralela à construção do seu significado, pois conforme referido, em meados de 1957, os EUA desejavam conhecer o nível de entendimento científico da população. Outra necessidade de se elaborar instrumentos quantitativos de avaliação, segundo Vidor et al. (2009), se deu para verificar se os projetos de educação científica elaborados e investidos quantias expressivas de dinheiro, estavam surtindo efeitos relevantes.

Para Noll (1935), autor referencial na concepção das “Atitudes Científicas”, essas competências deveriam ser mensuradas em egressos da escola, e deveriam ocorrer, ilustrando preferencialmente, cenários cotidianos e não apenas conceitos memorizados e exemplos de laboratório.

Segundo Shen (1975), tão importante quanto fomentar a educação científica, era elaborar instrumentos para mensurar sua eficácia. Entre os anos de 1960 e 1990, foi apresentada à comunidade acadêmica uma quantidade significativa de estudos com esse intuito, tendo como base inferir a Alfabetização Científica segundo as ideias propagadas pelos supracitados Shen (1975); Miller (1983) e Bybee (1995) (LAUGKSCH; SPARGO, 1996).

No ano de 1996, Rüdiger Laugksch e Peter Spargo apresentaram um instrumento de coleta de dados construído com base nas ideias de Miller (1983) e do SFAA (AAAS, 1989), denominado de “*Test of Basic Scientific Literacy – TBSL*” (LAUGKSCH; SPARGO, 1996). Este questionário tinha como objetivo mensurar o nível de Alfabetização Científica de egressos do sistema escolar da África do Sul. Composto por 110 questões fechadas no formato verdadeiro e falso, cada item versa sobre aspectos interdisciplinares de um dos três eixos postulados por Miller (1983).

Com o passar dos anos, essa referência ganhou notoriedade em produções de autores de diversas partes do mundo:

- África do Sul (LAUGKSCH; SPARGO, 1996; 1999);
- Austrália (MURCIA; SCHIBECI, 1999);
- China (CHIN, 2005);
- Israel (BARAM-TSABARI; YARDEN, 2005);
- Brasil (CAMARGO; BARBARÁ; BERTOLDO, 2005; NASCIMENTO-SCHULZE, 2006; RIVAS, 2015; RIVAS et al. 2017);

- Estados Unidos (BROSSARD; SHANAHAN, 2006);
- Turquia (ÖZDEM et al., 2010).

Não obstante, esse instrumento apresentava limitações. De acordo com os próprios elaboradores, o seu tamanho era um dos empecilhos. Mesmo os itens sendo formados por pequenas frases de resposta dicotômica, o tempo para responder 110 questões se mostrava excessivo, pois ia além de uma aula da disciplina no qual era aplicado. Segundo Nascimento-Schulze (2006), essa demanda poderia comprometer a confiabilidade das respostas obtidas pelos respondentes.

Ao refletir sobre essa necessidade, fazendo uso da versão traduzida para a língua portuguesa desse instrumento, publicada por Nascimento-Schulze (2006), o Teste de Alfabetização Científica Básica – TACB passou por uma estratégia de redução instrumental realizada com base em técnicas da estatística inferencial (VIZZOTTO; MACKEDANZ, 2018b). De 110 itens, foi possível reduzir o instrumento para 45, mantendo os índices de consistência interna e poder de medida do questionário original.

Dessa maneira, o novo instrumento foi denominado de Teste de Alfabetização Científica Básica Simplificado – TACB-S, a fim de diferenciá-lo do questionário integral. Sua redução tem por objetivo viabilizar o processo de aplicação no contexto das escolas brasileiras, de modo a adequar uma quantidade exequível de questões em função do tempo de aula das escolas do país. Intencionalmente, o TACB-S foi um dos instrumentos utilizados nessa pesquisa. A sua função e justificativa de uso será detalhada na seção de Metodologia.

Assim como é fundamental discutir o conceito e as possibilidades de mensurar o nível de Alfabetização Científica, questiona-se também quanto o indivíduo consegue fazer uso desse constructo para compreender os fenômenos científicos presentes no seu dia a dia. É possível que uma das maneiras de se perceber tal aptidão é notar a coerência científica de suas concepções ou julgamentos.

A capacidade de realizar essa transposição pode ser entendida como uma proficiência científica. Assim como há maneiras de mensurar a proficiência no domínio de diferentes idiomas, atestando as habilidades de manipulação da linguagem para as diversas atividades, como ler, escrever, ouvir e falar, pode-se conceber uma maneira de perceber o domínio dos saberes científicos a partir da aplicação desses conhecimentos em situações aplicadas do cotidiano. Alguém que demonstre determinada compreensão para interpretar o cotidiano sob a perspectiva corroborada pelo conhecimento científico vigente, pode ser considerado com certo grau de proficiência científica. Assim, ferramentas que tenham propósito de instigar uma pessoa a fazer uso de seus saberes para entender os fenômenos e dispositivos tecnológicos do seu

cotidiano podem auxiliar a pesquisa na área na tarefa de mensurar esse grau de proficiência. Esse conceito pode ser caracterizado como um dos aspectos que compõe o domínio do conhecimento científico de um indivíduo.

### **3.2.Aprendizagem**

O que se entende por aprendizagem? Esse questionamento, inicialmente objeto de estudo de pesquisadores da área da psicologia, ramificou a área em psicologia do desenvolvimento ou psicologia da aprendizagem, e tem como problemática entender o funcionamento das funções cognitivas.

Porém, há décadas são realizados estudos buscando entender esse contexto e ainda não existe um consenso sobre como a mente humana aprende e quais são os mecanismos que o cérebro utiliza para esse acontecimento.

As teorias da aprendizagem, no entanto, utilizam em seus estudos metodologias indiretas de medida a fim de verificar a retenção de conceitos ou ações condicionadas, com vistas a compreender as peculiaridades desse processo de aprender.

Inicialmente, acreditava-se que aprender dependia de fatores externos ao indivíduo e que o contato com o mundo, por meio dos sentidos, proporcionaria a integração necessária para “adquirir” conhecimentos. Essa concepção foi defendida pela linha que se denomina hoje de natureza empirista/indutivista, que agrega a teoria Behaviorista.

Porém, essa compreensão era altamente questionável, pois a confiança nos sentidos humanos poderia facilmente ludibriar a validade das medidas realizadas, pois são instrumentos passíveis de falhas. No outro extremo, acreditava-se que a aprendizagem ocorria devido à interação com o meio, através de raciocínios dedutivos.

Há ainda autores que concebem que nem o extremo empirista nem o racionalista representam os processos que englobam, de maneira completa, todos os aspectos fundamentais para compreender a aprendizagem. Ou seja, é necessária uma integração entre as duas concepções a fim de contemplar as possíveis influências que corroboram para esse fenômeno. Entre esses autores, destaca-se David Ausubel, que terá a sua Teoria da Aprendizagem Significativa abordada com maior ênfase na seção seguinte.

Não obstante, é relevante refletir sobre o papel da neurociência para a compreensão da aprendizagem. Pela primeira vez, esse campo de estudo tem a oportunidade de observar, por meio de observações diretas, o funcionamento cerebral, as sinapses e como as várias regiões do cérebro podem atuar durante o processo de interação com os conhecimentos.

Por ser um campo ainda em ascensão no contexto educacional, suas implicações não serão objetos de análise dos resultados da pesquisa, porém, são dignas de menção como uma área do conhecimento que fará contribuições com potencial de impactar na maneira com que se compreende os processos de ensino e aprendizagem.

É importante compreender como os cérebros aprendem e guardam informações. Tudo isso explica-se através da neurociência celular. O neurônio é uma célula estrelada, longa e está em todas as estruturas corpo, em um número médio de 100 bilhões (LENT, 2004). Os neurônios realizam uma importante função que é a de receber, responder, decodificar e armazenar estímulos, transformando-os em informação. Existe uma funcionalidade do neurônio chamada de sinapse, que é a passagem da informação de um neurônio para outro.

Os neurônios são constituídos na sua estrutura anatômica por um corpo celular, um prolongamento denominado axônio e filamentos denominados dendritos. O axônio leva o impulso nervoso para seus filamentos e dessa maneira a informação, que é transmitida pelos dendritos, passa no corpo celular, decodifica, armazena e é impulsionada através também do axônio para outras células do sistema nervoso central.

A informação transmitida não se dispersa durante este processo devido a um isolante chamado de bainha de mielina, uma proteína que envolve o neurônio. As informações externas chegam ao cérebro através dos sentidos biológicos, que são canais constituídos de nervos, que levam ao cérebro todas essas informações. Nervos são constituídos de neurônios, que por sua vez, são constituídos de estrutura de corpo celular, axônios e dendritos.

Dessa maneira, os neurônios respondem a uma capacidade funcional importante: o estímulo. Todo neurônio necessita ser estimulado. Segundo Relvas (2011), este processo pode ser explicado através de quatro propriedades: a primeira é a da irritabilidade, quando a célula detecta as modificações do meio ambiente. A segunda é quando ele conduz uma propriedade de condutibilidade, que significa passar a informação de um neurônio para outro. O neurônio também realiza uma contratilidade, ou seja, ele tem um movimento próprio e também está relacionado à propriedade da excitabilidade, pois todo o neurônio perpassa pela ação de receber e transformar a informação em respostas.

Dentro da educação, baseado na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003), isso implica no fato de que se o aluno não está aprendendo determinado conteúdo é porque ele não encontrou referências em sua estrutura neural para abrigar essas novas informações. Por isso, de acordo com Brockington (2011), é importante reestruturar a informação, verificar de que maneira ela será mais interessante para que possa acontecer a aprendizagem.

Os estímulos acontecem através das sinapses. Fisiologicamente, existem dois tipos de sinapses: a Física e a química (LENT, 2004). A sinapse Física é aquela que vem do ambiente para o corpo interno, significa que há um canal de comunicação através dos sentidos. São os canais abertos para o cérebro, no qual existe uma estrutura chamada de tálamo, que recebe a informação e a distribui para todas as áreas do cérebro. A outra é a sinapse química, que está ligada ao sistema neuroendócrino, pois há uma relação entre glândulas e o sistema nervoso central. O hipotálamo e a hipófise atuam nesse processo.

A diferença entre as duas sinapses é que a sinapse química é lenta, duradoura e o que ela secreta e distribui através da corrente sanguínea são os neurotransmissores. Ou seja, aprende-se de duas maneiras: através da sinapse Física, que vem do meio externo para o meio interno e através de um sistema natural de emissários químicos denominados de neurotransmissores.

Com base nessas definições, nota-se que um ensino significativo provoca alterações na taxa de conexão sináptica e afeta a função cerebral, o que para a psicologia cognitiva, com vistas a estabelecer um paralelo, dentro da teoria de Ausubel, pode ser denominado de Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2003).

Para tal alteração acontecer de forma efetiva é importante destacar a relevância do currículo, dos métodos de ensino, a disposição emocional do estudante, o incentivo familiar, nutricional, etc. Todos esses fatores interferem na possibilidade de aprendizagem de cada indivíduo (BROCKINGTON, 2011).

O cérebro possui plasticidade, e por isso, para Oliveira (2014), necessita ser desafiado, estimulado e reestruturado a todo o tempo. A cada experiência existe uma nova conexão, dando surgimento à novas sinapses neurais. Pode-se dizer que um ser humano nunca é o mesmo à medida que se articula com novas informações, pois o cérebro é moldável a novas situações. Tal concepção incentiva a escola a buscar desafiar os alunos, estimulando-os a estabelecerem ligações significativas aos conceitos ensinados.

De acordo com a tradição, sempre foi privilegiado o viés cognitivo dentro da escola, no qual se prevalece majoritariamente o pensamento racional (GUERRA, 2011). De modo complementar, a neurociência destaca a importância do conhecimento da emoção dos alunos.

Uma das preocupações na sala de aula é o que o aluno precisa memorizar. A memória está localizada na região temporal, chamada de hipocampo, localizada acima das orelhas. A memória se torna significativa à medida que esse sujeito apreende, entende e compreende aquilo que faz sentido (IZQUIERDO, 2010).

O contrário disso deixa de ser memória e passa a ser algo decorado. Para Izquierdo (2006), o decorar é, de certa forma, também importante na escola, só que esse decorar passa pelo primeiro estágio da memória, chamado de memória de trabalho.

Por exemplo, memorizar um número de telefone celular: A partir do momento que faz sentido possuir uma sequência de números decorados, essa memória de trabalho é levada para o hipocampo e assim memoriza-se aquilo que para o indivíduo é importante, no caso, o número de celular. Então o decorar é de certa forma fundamental, porém o memorizar é aquilo que traz sentido e significado para o indivíduo.

Portanto, a memorização é complexa e envolve sofisticadas reações químicas e circuitos interligados de neurônios. Conforme referido, as células nervosas quando ativadas por hormônios ou neurotransmissores atingem outras células nervosas através de ligações denominadas sinapses. As alterações decorrentes da aprendizagem constituem a memória, e sua capacidade de se moldar é chamada de plasticidade neural (LENT, 2004).

Quanto maior o número de conexões, melhor a memória, sendo assim, fundamental estimular tais reações, pois estas proporcionarão a formação de redes neurais estáveis com as novas informações assimiladas. O contrário poderá incentivar menores taxas de retenção. Nesse sentido, se defende a importância de um saber socializado se conectar com conhecimentos prévios relevantes, já presente na estrutura cognitiva/neural do aprendiz.

A neurociência possui ferramentas que possibilitam conectar as medidas indiretas realizadas por autores clássicos da psicologia da aprendizagem com o funcionamento real de um cérebro. São numerosas as frentes potenciais para temáticas de estudo dentro do ensino e aprendizagem e poderão contribuir de maneira substancial dentro de pesquisas semelhantes a essa, que se dedicam inferir aspectos da retenção e manuseio de saberes. Para esse estudo, o referencial de base para discutir aspectos referentes à ensino e aprendizagem se pautará, ainda, na psicologia cognitiva, conforme mencionado, em específico, na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. A seguir, uma revisão sobre seus princípios será descrita.

### **3.3. Teoria da Aprendizagem Significativa**

Esta teoria tem como base a valorização dos conhecimentos prévios dos aprendizes. Para Ausubel, se fosse possível discriminar uma variável exclusiva que representasse a maior influência para o acontecimento de novas aprendizagens, os conhecimentos prévios seriam o fator apontado. Ou seja, o aluno aprende a partir daquilo que ele já sabe.

Para o autor, quando um novo saber se conecta de maneira substantiva e não-arbitrária com noções já presentes na mente do indivíduo, pode ocorrer uma Aprendizagem Significativa.

Substantiva, significa algo não-literal, que não é ao “pé-da-letra” e não-arbitrariade expressa que a ligação não será com qualquer conhecimento, e sim, com saberes relevantes para o aprendiz (AUSUBEL, 2003).

Esse conhecimento prévio e relevante foi denominado por Ausubel de “*Subsumption*”, que foi traduzido para a língua portuguesa como Subsunçor (MOREIRA, 2012). Ele pode ser um conceito, uma imagem, um símbolo, uma concepção, uma ideia, um construto pessoal, algo que tenha potencial de proporcionar uma ancoragem (conexão; ligação, *link*, associação) com o novo conhecimento assimilado. De acordo com Moreira (2012), a atribuição de significados a novos saberes depende da existência desses conhecimentos prévios específicos, que poderá interagir com o novo saber a partir do momento da sua apresentação ou descoberta.

Quando um subsunçor exerce esse papel de conexão, devido à interatividade do processo, ele mesmo pode se modificar, obtendo novos significados ao encontro das noções já existentes. Por exemplo:

Para um aluno que já conhece a Lei da Conservação da Energia aplicada à energia mecânica, resolver problemas onde há transformação de energia potencial em cinética e vice-versa apenas corrobora o conhecimento prévio dando-lhe mais estabilidade cognitiva e talvez maior clareza. Mas se a Primeira Lei da Termodinâmica lhe for apresentada (não importa se em uma aula, em um livro ou em um moderno aplicativo) como a Lei da Conservação da Energia aplicada a fenômenos térmicos ele ou ela dará significado a essa nova lei na medida em que “acionar” o subsunçor Conservação da Energia, mas este ficará mais rico, mais elaborado, terá novos significados pois a Conservação da Energia aplicar-se-á não só ao campo conceitual da Mecânica mas também ao da Termodinâmica (MOREIRA, 2012, p. 3).

Da mesma maneira, este subsunçor pode servir de âncora para outros conceitos, como a Conservação da Quantidade de Movimento e Conservação da Carga Elétrica, de modo que quanto maior a diferenciação desse conhecimento prévio, mais estável ele se caracterizará na mente (estrutura cognitiva) do indivíduo.

Isso pode possibilitar a facilitação de adquirir novos saberes e até mesmo surgir um subsunçor de maior abrangência, como para o exemplo citado, um subsunçor de leis da conservação, no qual engloba todas as respectivas leis aplicadas em diferentes contextos da Física. Nesse caso, ocorre o que Ausubel denomina de Aprendizagem Significativa Superordenada. Por outro lado, quando ocorre uma ligação como no exemplo das Leis da Termodinâmica, interagindo com a Lei da Conservação da Energia Mecânica, ocorre uma Aprendizagem Significativa Subordinada. Esta última é considerada a mais corriqueira entre as duas.

Uma Aprendizagem Significativa pode ocorrer por meio de dois processos distintos: a Diferenciação Progressiva e a Reconciliação Integradora. Por diferenciação progressiva,

entende-se o procedimento em que novos saberes são atribuídos a um subsunçor. Ou seja, quanto mais o subsunçor interagir com novos conhecimentos, maior será o seu grau de diferenciação, riqueza, complexidade, e, portanto, possuirá maior capacidade de atuar como âncora para novas aprendizagens. Para ilustrar esse processo, Moreira (2012) cita o exemplo da diferenciação progressiva do conceito de Força:

Qualquer criança já formou esse conceito antes de chegar à escola, mas com significados do tipo puxão, empurrão, esforço físico, “fazer força”, “não ter força”, etc. Na escola, em ciências, aprenderá que existe na natureza uma força que é devida à massa dos corpos – a força gravitacional – e que essa força é muito importante para o sistema planetário, que é atrativa, que é regida por uma determinada lei, etc. Para dar significado a essa força, para entender que os corpos materiais se atraem, o aluno muito provavelmente usará o subsunçor força que já tem em sua estrutura cognitiva com significados de seu cotidiano, mas nessa interação ao mesmo tempo que a força gravitacional adquirirá significados o subsunçor força ficará mais rico em significados, pois agora, além de puxão, empurrão, esforço físico, significará também atração entre corpos que têm massa. Mais adiante esse mesmo aluno poderá receber ensinamentos sobre uma outra força fundamental da natureza – a força eletromagnética – que é devida a uma outra propriedade de matéria, a carga elétrica. Novamente, se a aprendizagem for significativa haverá uma interação entre o subsunçor força e o novo conhecimento força eletromagnética. Nessa interação, força eletromagnética adquirirá significados para o aluno e o subsunçor força ficará mais diferenciado porque significará também uma força que pode ser atrativa ou repulsiva e que pode manifestar-se somente como força elétrica ou apenas como força magnética (MOREIRA, 2012, p. 6).

Ou seja, a diferenciação progressiva possibilita a aquisição de significados por meio da incorporação de diferentes conceitos correlatos. Por outro lado, a reconciliação integradora realiza o procedimento contrário. Se a aprendizagem significativa apenas diferenciar os significados, como no processo anteriormente descrito, em algum momento, resultará na percepção de que todos os conceitos são diferentes. Portanto, o processo de reconciliação integradora atua eliminando as diferenças aparentes e integrando os significados atribuídos àquele subsunçor.

Considera-se que o processo de diferenciação progressiva está ligado à Aprendizagem Significativa Subordinada, enquanto que a reconciliação integradora relaciona-se à Aprendizagem Significativa Superordenada (AUSUBEL, 2003). Os dois processos devem ocorrer de maneira simultânea, porém, segundo Tavares (2008), a diferenciação progressiva ocorre com maior frequência.

A teoria ainda define uma condição de aprendizagem que se costuma atribuir para quando a assimilação não ocorre de maneira substantiva e não-arbitrária. Ou seja, na não ocorrência de uma Aprendizagem Significativa, ocorre a denominada Aprendizagem Mecânica. Ela é caracterizada, geralmente, por uma aprendizagem decorada, memorizada, que pouco se

relaciona de maneira lógica com diferentes subsunçores, geralmente servindo às provas escolares e como consequência, potencializando sua baixa taxa de retenção.

Porém, ambas não constituem uma dicotomia. Não é correto afirmar que uma aprendizagem pode ser ou mecânica ou significativa, pois uma e outra fazem parte de um contínuo de aprendizagem. Ou seja, entre os dois extremos, há uma região de potencial de aprendizagem, na qual considera-se que nesse campo a maioria das aprendizagens ocorram.

Dentro do contexto da sala de aula, são duas as condições que devem ser contempladas para que ocorram aprendizagens significativas: o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo e o aluno deve apresentar predisposições para o aprendizado.

Material potencialmente significativo refere-se a todo o aparato utilizado pelo professor, desde livros, debates, exemplos, recursos, etc. Esses materiais devem possibilitar a interação do novo saber com os conceitos subsunçores da estrutura cognitiva do aprendiz. Nesse sentido, não existe qualquer material que possa ser considerado significativo, pois o significado é construído internamente em cada indivíduo e não se encontra presente nos materiais em si. Por isso chamam-se materiais potencialmente significativos, pois poderá haver potencial de que proporcionem uma Aprendizagem Significativa e não uma relação direta de causa e efeito (TAVARES, 2008).

Predisposição para aprender não se reduz apenas a aspectos motivacionais. Indica a presença de conhecimentos prévios relevantes, cujo material potencialmente significativo poderá se relacionar de maneira não-arbitrária e não-literal. O aluno deve querer realizar a conexão entre subsunçores e novos saberes (diferenciando e integrando), em uma atitude não passiva. Devido à complexidade de se estabelecer essa condição no contexto escolar, ela é considerada a mais difícil de ser satisfeita entre as duas condições (MOREIRA, 2012). A existência de subsunçores e a cognição ativa do aprendiz constituem a base dessa condição de aprendizado.

Acredita-se que os primeiros subsunçores são adquiridos por meio das interações do indivíduo com o mundo que o rodeia desde os primeiros anos de vida. Conhecimentos prévios, podem também derivar de aprendizagens mecânicas ocorridas em outros momentos dos espaços formais, não-formais e informais de ensino. Porém, não é comum os estudantes apresentarem subsunçores adequados para o processo de ensino e aprendizagem de determinado conhecimento. Em função disso, sugere-se que antes da socialização de tal saber, aconteçam momentos em que Organizadores Prévios possam atuar na construção da subsunção necessária para satisfazer as condições mentais essenciais para uma potencial ocorrência da Aprendizagem Significativa.

Um organizador prévio consiste em um mecanismo didático que é exposto em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade em relação ao material de aprendizagem e tem por objetivo geral suprir a deficiência de subsunçores (MOREIRA, 2012). Um organizador prévio não se caracteriza por uma introdução ao conteúdo, nem uma visão geral ou resumo, pois deve apresentar maior abrangência que o saber a ser ensinado. Pode representar uma indagação, um experimento, uma situação-problema, uma animação computacional, um vídeo, ou até mesmo uma aula de abertura sobre a temática.

Uma Aprendizagem Significativa não é aquela em que nunca há esquecimento. O esquecimento é uma condição natural e faz parte do processo de aprendizagem (PINTO, 1989). No entanto, um saber aprendido nas condições propostas por Ausubel, não é esquecido por completo. Denominado de Assimilação Obliteradora, esse processo ocorre devido à perda de diferenciação dos significados e não uma perda do significado. Em termos práticos, há uma perda progressiva da dissociabilidade dos novos conhecimentos em relação aos saberes que lhes deram significados (MOREIRA, 2012).

Para ilustrar o processo de assimilação e retenção, Moreira (2012) explica o processo de aquisição, esquecimento e modificação do subsunçor, mediante diferenciação:

Consideremos o esquema a seguir, onde **a** é um novo conhecimento e **A** um subsunçor especificamente relevante à aprendizagem significativa de **a**: **a** interage com **A** gerando um produto interacional **a'A'** que é dissociável em **a'+A'** durante a fase de retenção, mas que progressivamente perde dissociabilidade até que se reduza simplesmente a **A'**, o subsunçor modificado em decorrência da interação inicial. Houve, então, o esquecimento de **a'**, mas que, na verdade, está obliterado em **A'**. Portanto, diferentemente da aprendizagem mecânica, na qual o esquecimento é rápido e praticamente total, na aprendizagem significativa o esquecimento é residual, ou seja, o conhecimento esquecido está “dentro” do subsunçor, há um “resíduo” dele no subsunçor. Quando não usamos um conhecimento por muito tempo, se a aprendizagem foi significativa temos a sensação (boa, tranquilizante) de que, se necessário, podemos reaprender esse conhecimento sem grandes dificuldades, em um tempo relativamente curto. Se a aprendizagem foi mecânica a sensação (ruim, de perda de tempo no passado) é a de que esse conhecimento nunca foi aprendido, e não tem sentido falar em reaprendizagem (MOREIRA, 2012, p. 17).

Se um subsunçor tem pouco uso na mente do indivíduo, as conexões podem acontecer com outros saberes e outros subsunçores. Porém, na oportunidade de reaver os estímulos envolvidos naquele subsunçor obliterado, pesquisas apontam que há maior possibilidade de que os conhecimentos abrangidos sejam resgatados em menor tempo do que quando comparados com uma pessoa que necessita aprender tal conhecimento sem um conhecimento prévio presente (MEIRA, 2015).

É possível afirmar que em um primeiro momento, o benefício de ocorrer uma Aprendizagem Significativa em detrimento à uma Aprendizagem Mecânica é o entendimento

e a aptidão de transpor o saber para novos contextos. Porém, à médio e longo prazo, a conveniência reside adicionalmente a uma maior taxa de retenção e na possibilidade de reaprendizagem em menor intervalo de tempo.

Para proceder com a avaliação da aprendizagem significativa, é necessário, inicialmente, refletir sobre a realidade da avaliação realizada comumente no sistema escolar. Para Lemos (2011), o cotidiano escolar possui avaliações de cunho majoritariamente behaviorista do que construtivista. Nesse sentido, avaliar uma aprendizagem a partir da teoria ausubeliana, exige outra perspectiva, pois os fatores que necessitam fazer parte dos critérios de avaliação consistem, por exemplo, na compreensão, assimilação de significações, competência na transposição do saber para situações não conhecidas.

Como o significado é algo atribuído ao indivíduo, não se consegue mensurar a existência ou não de uma aprendizagem significativa. Os instrumentos e critérios utilizados visam notar apenas indícios de aprendizagem significativa. Nesse sentido, segundo Moreira (2012), para evitar uma avaliação equivocada sobre a sua ocorrência ou não, Ausubel propõe que seja apresentada uma situação nova, não familiar, que requeira máxima transformação do conhecimento adquirido. Porém, o autor defende que tendo em vista a realidade escolar, apresentar uma nova situação pode não representar um resultado fidedigno, pois o estudante não está acostumado a esses enfrentamentos conceituais. Sugere então, que essas situações sejam empregadas de maneira progressiva durante o processo instrucional.

Ao encontro dessa perspectiva, a incorporação de situações cotidianas que façam parte da vivência dos alunos, nas quais, os conhecimentos escolares possam ser encontrados de maneira intrínseca, parece ser uma forma de emprego progressivo de contextos relevantes para se observar o processo de transferência e manuseio do conhecimento para novas situações.

Nesse sentido, o cotidiano do trânsito pode ser considerado um importante meio para que tais processos de mensuração possam ser realizados com o objetivo de inferir indícios de aprendizagem significativa. Essa noção tem potencial de sustentar teoricamente a elaboração do questionário descrito na seção de metodologia.

Assim, as concepções de Alfabetização Científica de Miller (1983) trazem contribuições à tese pois suas ideias proporcionam uma análise desse constructo sob um ponto de vista que abrange a ciência em suas dimensões conceituais, epistemológicas e também, relacionadas ao impacto social e ambiental das atividades científicas. Essa visão é utilizada por Laugksch e Spargo (1996) ao elaborar o TBSL, instrumento que propõe mensurar a Alfabetização Científica de egressos do Ensino Médio, objetivo semelhante ao do trabalho apresentado nessa pesquisa.

Por fim, a Teoria da Aprendizagem Significativa foi definida como aporte teórico desse trabalho por consistir em uma teoria com foco na sala de aula, assim como nas relações entre prática docente, professores e alunos, além de fornecer subsídios para entender e diferenciar aprendizagens que possam ou não auxiliar na leitura de mundo do indivíduo, assim como distinguir características de sala de aula que poderiam implicar na maior ou menor taxa de retenção dos estudantes.

#### 4. METODOLOGIA

Nessa seção são apresentados os procedimentos que nortearam a preparação e execução do estudo. Esta é uma pesquisa descritiva, com abordagem quali-quantitativa (MINAYO, 2006), inserida dentro do campo teórico-metodológico da Alfabetização Científica (MILLER, 1983). Tem como método de análise procedimentos da estatística descritiva e inferencial, que avaliará dados gerados através de um instrumento de coleta de dados, composto por quatro questionários. Cada um teve por objetivo inferir determinados aspectos da educação científica dos participantes. Os resultados das inferências foram discutidos por meio de uma análise de temas principais baseada na análise temática de Braun e Clarke (2006).

Conforme referido na seção anterior, havia uma carência por produzir testes de Alfabetização Científica que abordassem a aplicação dos saberes ao cotidiano. Miller (1983) relata que muitos instrumentos foram elaborados na tentativa de mensurar qualitativa e quantitativamente o entendimento científico das pessoas. Porém, a existência de instrumentos que vinculassem suas questões à realidade vivenciada pelos respondentes era considerada sutil. No entanto, as produções de Miller (1983) e de Laugksch e Spargo (1996) ocuparam-se desta perspectiva, motivo pelo qual os autores foram deliberados como referenciais para construção dos instrumentos a seguir relatados.

Em conformidade com a Teoria da Aprendizagem Significativa, uma das maneiras sugeridas para tentar observar indícios de aprendizagem significativa é observar se o indivíduo consegue transpor progressivamente conhecimentos para situações de aplicação diferentes das que ele aprendeu (AUSUBEL, 2003). De acordo com Moreira (2012), como os estudantes não estão habituados com transposições para novos contextos, ao mesmo tempo em que é impossível saber os exemplos utilizados (se é que foram utilizados) nas aulas vivenciadas pelos participantes, parece adequado, para esse intento, apresentar aos indivíduos situações cotidianas nas quais conhecimentos da Física escolar possam ser utilizados para dar sentido aos fenômenos observados.

Para esta pesquisa, os episódios cotidianos abarcam a temática do trânsito, pois a maioria possui contato diário com essa vivência, seja como condutor, passageiro ou pedestre. Portanto, esse contato possibilita a exposição a diferentes acontecimentos que podem ser explicados por meio de saberes científicos e que na maioria das vezes passa despercebido para a maior parte da população.

O primeiro questionário construído foi denominado de Física Aplicada ao Trânsito – FAT. Sua estrutura contou com 25 itens compostos por situações hipotéticas, com aplicações

de conceitos e fenômenos físicos no contexto do trânsito. O propósito desse questionário foi apresentar exemplos fictícios, descritos de maneira verdadeira ou falsa do ponto de vista científico, a fim de que os respondentes pudessem fazer uso dos seus saberes, intrínsecos ou extrínsecos, para julgar a coerência científica de cada cenário. O índice de acertos de cada participante denota o quanto, naquela ocasião, ele conseguiu manusear dos seus conhecimentos para interpretar aspectos da Física escolar presentes no trânsito.

O segundo questionário, objetivou descrever um perfil das aulas de Física que o participante vivenciou enquanto estudante do Ensino Médio. Denominado de Perfil do Ensino de Física – PEF, esse inquérito contou com 20 itens, dispostos em uma escala Likert de 5 pontos, cada um com uma característica de aulas de Física, que se dividiram em aulas que poderiam potencializar uma aprendizagem significativa e aulas que poderiam não proporcionar tal aprendizagem, nas quais os indivíduos poderiam assinalar desde Concordo Plenamente até Discordo Plenamente.

A justificativa para a criação de tal instrumento reside na ideia dos requisitos básicos para a ocorrência de uma aprendizagem significativa: materiais potencialmente significativos e predisposição para aprender (AUSUBEL, 2003). Ou seja, idiosincrasias das aulas, como didática do professor, presença de momentos para discussões, contextualização história e social dos assuntos tratados, proximidade dos conteúdos com a realidade da escola, consideração dos conhecimentos prévios dos alunos, bem como, a relação do estudante para com a disciplina, como passividade nas aulas, motivação com assuntos científicos, capacidade de relacionar a Física com o cotidiano, entre outros atributos, podem influenciar no produto final da aprendizagem.

Assim, acreditou-se ser relevante conhecer, na perspectiva dos entrevistados, como essa realidade foi vivenciada. O PEF gera um escore, em que uma grande pontuação expressa a vivência majoritária de aulas com propensão de potencializar uma aprendizagem significativa, da mesma forma que, uma pequena pontuação, pode indicar aulas de Física com baixo potencial dessa aprendizagem. Os processos de elaboração, teste piloto e validação dos itens do FAT e do PEF estão descritos em detalhes no Artigo I da seção seguinte (VIZZOTTO; MACKEDANZ, 2018a).

O terceiro questionário utilizado consistiu no referido Teste de Alfabetização Científica Básica Simplificado – TACB-S. O objetivo da sua inclusão na pesquisa, foi a necessidade de mensurar o nível de Alfabetização Científica dos entrevistados a partir de um instrumento já referenciado no contexto nacional e internacional, com vistas à analisá-lo junto aos demais instrumentos, a fim de verificar a existência de padrões de correlação entre esse constructo e a

capacidade de aplicar os saberes escolares no contexto do trânsito (FAT), bem como, as aulas de Física vivenciadas durante o Ensino Médio (PEF).

O TACB-S é composto por 45 itens com respostas dicotômicas que podem ser verdadeiras ou falsas. Para ser classificado como alfabetizado cientificamente, o participante deve obter o mínimo de 60% de acertos em cada uma das três subdivisões do teste, conforme definição de Laugksch e Spargo (1996). O procedimento de redução instrumental citado na fundamentação teórica está descrito no Artigo II da seção subsequente (VIZZOTTO; MACKEDANZ, 2018b).

O quarto questionário, denominado de Percepção do Grau de Informação – PGI, teve por objetivo caracterizar o interesse ou conhecimento que os participantes consideravam possuir sobre temas científicos diversos. Esse instrumento foi criado por Serrao et al. (2016) para auxiliar na caracterização dos respondentes no relatório chamado “Indicador de Letramento Científico – ILC”. Esse questionário apresenta 11 temas de diversas áreas da ciência e o entrevistado assinala, também em uma escala Likert, o seu grau de interesse ou conhecimento sobre cada um. O somatório de sua pontuação caracteriza o seu possível grau de informação ou interesse para temas gerais da ciência. Esse instrumento, assim como os dados de caracterização, como idade, sexo, número de reprovações, ano de conclusão do Ensino Médio, entre outros, servirão de parâmetro para as análises de correlações com o FAT, PEF e TACB-S.

Os entrevistados, egressos do Ensino Médio, foram principalmente ingressantes de cursos técnicos e graduações de duas instituições federais da região sul do estado do Rio Grande do Sul. Os únicos pré-requisitos para participação consistiam em possuir o Ensino Médio completo e idades igual ou maior a 18 anos. A escolha por entrevistar egressos da escola se deu devido a necessidade de investigar aspectos de retenção e educação científica em pessoas já fora do sistema de educação básica. Esse enfoque é pouco descrito na literatura da área e se constitui então, uma abordagem distinta das comumente realizadas. Sendo assim, participaram da pesquisa 512 indivíduos, que responderam o instrumento no segundo semestre de 2018.

A descrição dos procedimentos realizados para a coleta de dados, da caracterização do grupo de respondentes, assim como, do detalhamento de cada teste estatístico utilizado serão informações descritas em cada artigo apresentado na seção de resultados.

## 5. RESULTADOS

Com a aplicação dos quatro questionários sobre aspectos da Alfabetização Científica e caracterização dos participantes, chegou-se nos resultados apresentados neste capítulo.

Os cinco artigos apresentados englobam tanto os procedimentos de preparação dos instrumentos utilizados, quanto a socialização dos resultados obtidos. O Artigo I (VIZZOTTO; MACKEDANZ, 2018a) apresenta o relato e análise da elaboração e validação dos questionários FAT e PEF através de um teste piloto realizado com 214 egressos do Ensino Médio. O Artigo II (VIZZOTTO; MACKEDANZ, 2018b) expõe as metodologias de redução e validação do TACB-S, aplicando o instrumento integral (TACB) para outro grupo de egressos do Ensino Médio composto por 141 indivíduos. O Artigo III (VIZZOTTO; MACKEDANZ, 2019b) inicia a sequência de manuscritos que apresentam os resultados da pesquisa. Neste, o enfoque centrou-se no TACB-S, realizando uma exposição dos indicativos de desempenho nesse teste e relacionando os escores com dados de caracterização dos entrevistados. O Artigo IV (VIZZOTTO; MACKEDANZ, 2019c) divulga os resultados de desempenho de todos os questionários utilizados, com foco na inferência de conexão entre os diversos escores obtidos em cada teste. O Artigo V (VIZZOTTO; MACKEDANZ, 2019d), por sua vez, relata as análises que objetivaram testar a existência de relações entre os desempenhos obtidos em cada teste e os dados de caracterização dos participantes.

Os 512 participantes da pesquisa consistiram de 252 mulheres e 260 homens, com idades entre 18 e 57 anos, sendo que a maioria (86,3%) apresentou idades entre 18 e 30 anos. Do total, 48% já possuíam carteira de motorista, 51% haviam concluído do Ensino Médio depois de 2014, 68,8% não necessitaram conciliar estudos e trabalho, 78,5% nunca haviam reprovado e apenas 34,4% assistiram aulas de Física após o Ensino Médio.

A percentagem de 55,7% dos indivíduos era egressa de escolas públicas estaduais, 23,6% de escolas públicas federais, 14,1% de escolas particulares, 3,5% de EJA e uma minoria de 3,1% concluíram o Ensino Médio por meio do ENEM. Percebeu-se um grupo heterogêneo, jovem e que haviam concluído seus estudos recentemente, sendo a maioria em escolas públicas.

Por fim, é importante salientar que os anexos e referências de cada artigo foram dispostos de maneira unificada no final deste documento. A formatação de cada periódico foi suprimida a fim de priorizar a homogeneidade da edição desse manuscrito. Os quadros e gráficos são apresentados em numeração contínua entre todos os artigos a fim de proporcionar maior fluidez na leitura.

## 5.1.ARTIGO I

### **Validação de instrumento de avaliação da Alfabetização Científica para egressos do Ensino Médio no contexto da Física do trânsito<sup>2</sup>**

**Resumo:** Apresentamos o procedimento de validação de um instrumento para verificação de aspectos da Alfabetização Científica para egressos do Ensino Médio. O questionário dividiu-se em questões sobre conceitos da Física aplicada em situações do trânsito e sobre características do perfil das aulas de Física assistidas pelos egressos durante o Ensino Médio. Contando inicialmente com 64 itens, os mesmos foram avaliados quanto ao seu conteúdo por professores da área e posteriormente, através de testes estatísticos, estimou-se os quantitativos de validação e confiabilidade. Ao final, 19 itens foram removidos e obteve-se um instrumento considerado válido e fidedigno com 25 itens sobre Física no trânsito e 20 itens sobre o perfil do Ensino de Física, com fins de utilização para avaliação da alfabetização científica.

**Palavras-chave:** Física aplicada ao trânsito; Ensino de Física; Retenção do conhecimento.

### **Validation of a Scientific Literacy evaluation tool for high school graduates in the context of physics related to traffic**

**Abstract:** The validation procedure of a measuring instrument for high school graduates is presented in this article, in which we seek to infer aspects of Scientific Literacy. A questionnaire was divided into questions about concepts of physics applied to traffic situations and also in items featuring the profile of physics classes that the students attended during most of their high school years. Initially the questionnaire had 64 items. They were initially assessed by doctors in the area and subsequently employed statistical tests to estimate quantitative validation and reliability. 19 items were removed and the study obtained a valid and reliable instrument with 25 items on Physics related to traffic and 20 items on the profile of physics teaching, created to be used to evaluate scientific literacy.

**Keywords:** Physics applied to traffic; Physics teaching; Knowledge retention.

### **Introdução**

O que os egressos recordam das aulas do Ensino Médio? Quanto do conhecimento escolar conseguirá ser utilizado por ex-alunos a fim de auxiliá-los em suas leituras de mundo? Este conhecimento possibilita compreender a dinâmica do cotidiano, para que assim exista maior possibilidade de que suas decisões sejam críticas e responsáveis? Tais questionamentos surgem ao comparar os objetivos presentes nos documentos das Políticas Públicas de Educação com a realidade escolar que se observa comumente na atualidade.

É inegável que a sociedade atual tem seu cotidiano permeado pela ciência e tecnologia, e sua imersão neste meio vem crescendo exponencialmente, pois muitos dos aparatos tecnológicos utilizados hoje não eram conhecidos ou acessíveis à maioria da população, nas gerações anteriores. Ainda assim, este crescimento exponencial nos sinaliza que a sociedade do

---

<sup>2</sup> Artigo publicado na Revista Educação em Revista da Universidade Federal de Minas Gerais em 2018.

futuro poderá desfrutar dos benefícios proporcionados pela ciência e tecnologia (além dos problemas que estes avanços podem vir a causar).

Seja agora ou no futuro, é imprescindível que a escola seja um dos meios de construção de uma Alfabetização Científica, a fim de que os cidadãos possam compreender a dinâmica do mundo e atuar de forma responsável e crítica dentro desta realidade. Defendemos que um indivíduo alfabetizado cientificamente é aquele que domina os conhecimentos básicos sobre ciência e consegue utilizá-los para compreender fenômenos cotidianos, artefatos tecnológicos e atuar na sociedade.

Os referidos questionamentos e anseios fazem parte do ideário da Alfabetização Científica (AULER; DELIZOICOV, 2001). Neste sentido, entendemos que é desejado a um indivíduo alfabetizado cientificamente possuir habilidades e competências necessárias para ser um cidadão preparado para a vida dentro dos diversos setores da sociedade, tanto no trabalho, na família, na manipulação de um instrumento eletrônico, quanto, por exemplo, no ato de atestar o destino dos recursos investidos pelo estado na sua própria população. Na visão de Santos e Mortimer (2001), isto pode resultar na tomada de decisões para ação social responsável por parte da população.

Com o desejo de mensurar o nível de Alfabetização Científica de alunos e de egressos da escola, foram debatidos dentro da área da educação científica, critérios para efetuar avaliações, e assim, instrumentos de investigação foram elaborados (AAAS, 1989; MILLER, 1983; LAUGKSCH; SPARGO, 1996).

Estudos dentro da área da psicologia, como os realizados no século XIX por Ebbinghaus, também já questionavam sobre o grau de retenção dos conhecimentos. Em especial, há investigações envolvendo conhecimentos escolares, com destaque para os estudos de Pinto (1989; 2001) Pinto e Oliveira (1991), sendo possível notar uma curva de esquecimento para certas aprendizagens induzidas nas pesquisas.

O presente artigo descreve o processo de construção e validação de um questionário que tem por objetivo avaliar o desempenho de egressos do Ensino Médio no uso de seus conhecimentos para a interpretação de situações Físicas presentes em um cotidiano específico: o trânsito. Juntamente com tal avaliação, buscamos também descrever o perfil das aulas de Física cursadas por este egresso, a fim de analisar se há correlação entre este perfil e sua proficiência na interpretação de situações de Física no trânsito.

Este trabalho visa colaborar com a literatura da área por apresentar uma forma quantitativa de avaliar a proficiência em Física de egressos da escola tendo como base o uso de seus conhecimentos para interpretar o cotidiano, com o foco não na memorização de conceitos

e procedimentos matemáticos, mas sim através de uma análise do nível das competências e habilidades adquiridas para julgar situações científicas aplicadas no cotidiano.

Tal questionário tem como público-alvo egressos do Ensino Médio nas seguintes categorias: ingressantes em cursos técnicos e graduação; alunos de centros de formação de condutores; motoristas profissionais e instrutores da área do trânsito. O procedimento de validação do instrumento se utilizou de técnicas de estatística, como análises de dificuldade e discriminabilidade dos itens, teste de consistência interna e análise fatorial exploratória, obtendo um questionário final, fidedigno e válido com 25 questões de Física aplicada ao trânsito e 20 questões sobre o perfil de ensino de Física.

O artigo inicia abordando o conceito de Alfabetização Científica e as produções relacionadas com o recorte escolhido para este trabalho; em um segundo momento justifica-se a escolha do tema “trânsito” como situação cotidiana utilizada no questionário; posteriormente, descreve-se o processo de construção e os métodos de validação do mesmo; e nas últimas duas seções apresentam-se os resultados do teste piloto, as respectivas discussões e considerações finais.

### **Alfabetização Científica e a retenção do conhecimento de egressos do ensino médio**

Neste artigo, baseados na concepção de Sasseron e Carvalho (2011), adotamos o entendimento de que um cidadão alfabetizado cientificamente é aquele que domina os conhecimentos básicos sobre ciência e consegue utilizá-los para compreender fenômenos cotidianos, artefatos tecnológicos e atuar na sociedade de forma crítica e responsável. Consoante com Auler e Delizoicov (2001), acreditamos que os conteúdos abordados dentro das disciplinas de Ciências da Natureza são considerados como meios para se compreender assuntos cotidianos socialmente proeminentes.

A aptidão de um alfabetizado cientificamente pode possibilitar que o indivíduo adquira uma postura de criticidade ao interpretar políticas científicas, o que permitiria assegurar a vigilância de ações voltadas para a participação democrática nas decisões tomadas e investimentos realizados pelo estado (SANTOS; MORTIMER, 2000; ANGOTTI; AUTH, 2001).

A expressão “Alfabetização Científica” possui diversas vertentes de interpretações. De modo geral, o termo é utilizado como sinônimo de “entendimento público da ciência”. Para Vidor et. al. (2009), esta definição relaciona-se com o que os indivíduos deveriam saber sobre ciência e tecnologia, embora diferentes autores incluam noções que envolvem comportamentos individuais, como hábitos intelectuais e habilidades mentais que permitam utilizar

conhecimentos científicos para resolver problemas e tomar decisões em situações do seu cotidiano.

O termo foi originalmente utilizado por Paul Hurd (HURD, 1958), e desde então a literatura apresenta uma quantidade expressiva de publicações na área, como Miller (1983); Fourez (1994); Jenkins (1994); Laugksch e Spargo, (1996); Laugksch (2000); Hurd (1998); Gil-Pérez e Vilches-Peña (2001); Lorenzetti (2000); Auler e Delizoicov (2001); Chassot (2003, 2011); Nascimento-Schulze et. al. (2006); Vidor et. al. (2009); Camargo et. al. (2011); Sasseron e Carvalho (2011), nas quais se podem perceber concepções ligeiramente diferenciadas sobre o significado do conceito. Assim:

Pode-se perceber que no cerne das discussões de autores que usam um termo ou outro, estão as mesmas preocupações com o ensino de Ciências, ou seja, motivos que guiam o planejamento desse ensino para a construção de benefícios práticos para as pessoas, sociedade e meio ambiente (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 60).

Nascimento-Schulze et. al. (2006), por sua vez, afirmam que essas diferenças são adotadas também em função de propósitos distintos para os quais o conceito é utilizado. Porém, as autoras ressaltam que embora haja diferenças no significado do conceito, nota-se também um fio condutor que norteia a estrutura de compreensão e uso do termo: “é uma meta desejável para todos os cidadãos, mensurável e avaliável, útil para a vida cotidiana e ligada fortemente ao contexto social” (p. 26). Como alicerce para a definição por nós adotada, utilizamos o conceito postulado por Paulo Freire, quando afirma que:

A alfabetização é mais do que o simples domínio psicológico e mecânico das técnicas de escrever e de ler. É o domínio dessas técnicas, em termos conscientes. É entender o que se lê e escrever o que se entende. É comunicar-se graficamente. É uma incorporação. Implica, não uma memorização visual e mecânica de sentenças, de palavras, de sílabas, desgarradas de um universo existencial – coisas mortas ou semimortas – mas numa atitude de criação e recriação, implica numa autoformação de que possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto. (FREIRE, 2000, p. 118).

Sendo assim, alguém alfabetizado cientificamente possuirá competências para compreender a dinâmica do mundo no qual está inserido. Isto inclui entender a natureza da ciência e como ela se desenvolve; os conceitos científicos aplicados em fenômenos cotidianos; e também entender a influência da ciência e tecnologia na sociedade e meio ambiente.

A elaboração de um questionário para medir o nível de Alfabetização Científica de egressos da escola, teve como impulso o trabalho de Miller (1983), o qual concebeu que o ato de ser alfabetizado cientificamente é um fenômeno que pode ser atestado verificando o domínio do indivíduo em três dimensões: O entendimento da natureza da ciência; O entendimento de

conteúdos científicos; e o entendimento sobre o impacto da ciência e tecnologia sobre a sociedade.

Com base nessas definições, a Associação Americana para o Avanço da Ciência - AAAS iniciou na década de 1980 o Projeto 2061, que tinha por meta colaborar para a Alfabetização Científica, Matemática e Tecnológica dos cidadãos estadunidenses, tendo como ação concreta a publicação do *Science for All Americans* (SFAA). Este periódico enumerou noções que os alunos deveriam ter ao concluir a educação básica, o que incluía tanto conhecimentos, quanto habilidades mentais relacionadas às disciplinas de ciências e matemática (AAAS, 1989).

A necessidade de se elaborar meios de mensurar Alfabetização Científica veio da própria imposição das agências de incentivo destes projetos, a fim de verificar a eficácia dos investimentos realizados (NASCIMENTO-SCHULZE; CAMARGO; WACHELKE, 2006; VIDOR et al., 2009), porém, assentimos que o fato de medir de forma quantitativa um constructo como a aprendizagem ou o uso da mesma, seja um tópico considerado complexo e possa gerar discordância entre teóricos de diferentes áreas.

A fim de avaliar o efeito destas iniciativas nos estudantes concluintes da educação básica, Laugksch e Spargo (1996) criaram e validaram um instrumento com este propósito, testando as características mínimas que um egresso do nível escolar básico deveria possuir para ser considerado alfabetizado cientificamente. Tal questionário foi chamado de Test of Basic Scientific Literacy – TBSL e o seu procedimento de validação entrevistou mais de 4000 egressos do ensino médio da África do Sul. No Brasil, este instrumento foi traduzido por Nascimento-Schulze (2006) e chama-se Teste de Alfabetização Científica Básica – TACB. Composto por 110 itens dicotômicos (verdadeiro ou falso), é dividido em três subtestes que avaliam as diferentes dimensões da Alfabetização Científica postuladas por Miller (1986).

Contudo, os próprios elaboradores afirmam que ele possui certas limitações, pois avalia apenas o aspecto básico da Alfabetização Científica, isto é, estima-se apenas o conhecimento de conceitos interdisciplinares, pois os itens não testam a habilidade de o indivíduo aplicar seus conhecimentos em situações de resolução de problemas e tomada de decisões:

O TBSL, portanto, está testando apenas aspectos fundamentais ou básicos da alfabetização científica, como o conhecimento de conceitos interdisciplinares; aplicações da ciência e a capacidade de aplicar conhecimentos para tomada de decisão e resolução de problemas não estão sendo testados aqui. (LAUGKSCH; SPARGO, 1996, p. 335) (Tradução nossa).

O questionário elaborado e validado neste artigo visa apresentar uma opção para preencher esta lacuna para a área da Física, aprofundando o ato de avaliar a Alfabetização Científica de egressos do Ensino Médio, ao possibilitar que o entrevistado utilize seus

conhecimentos para interpretar situações cotidianas em um contexto particular no qual a Física encontra-se aplicada: o trânsito. Além disso, acredita-se ser relevante investigar o quanto a realidade escolar pode ou não influenciar na habilidade do egresso de interpretar tais situações.

Embora um cidadão possa adquirir conhecimentos nos diversos ambientes em que ele possa frequentar, é inegável o papel relevante da escola como um espaço formal de Alfabetização Científica. Entende-se ainda, que os objetivos norteadores do sistema educacional brasileiro, por meio dos documentos oficiais (BRASIL, 1996, 2000, 2018a), buscam alcançar, ao final da educação básica, entre as diversas habilidades e competências, um nível mínimo de Alfabetização Científica, mesmo que tais finalidades não sejam explicitamente referenciadas em nenhum destes documentos.

Tendo como base o objetivo escolar de formar um cidadão crítico, questiona-se o quanto os conhecimentos escolares conseguem efetivamente ser utilizados para realizar uma leitura crítica de mundo e por consequência, aumentar a chance de que decisões de maior responsabilidade e criticidade sejam tomadas pela população. Quanto dos conteúdos ensinados na escola são retidos na estrutura cognitiva dos alunos, por quanto tempo e qual o grau de retenção do conhecimento escolar os egressos apresentam?

Tais questionamentos já foram objeto de estudo de autores como Thorndyke (1977); Tulving (1983); Pinto (1989; 2001); e Ebbinghaus, em que tais trabalhos se centravam na observação da quantidade de informações memorizadas em função do tempo. O presente trabalho visa contribuir na mensuração do nível de Alfabetização Científica sob uma perspectiva diferente do que a literatura da área até então produziu: a possibilidade de o entrevistado utilizar o seu conhecimento para analisar se situações cotidianas são corretas ou incorretas do ponto de vista da Física.

Acredita-se que há possibilidade de que esses conhecimentos sejam utilizados em situações reais da vida, nas quais sejam exigidas tomadas de decisão, motivo pelo qual se justifica a necessidade de avaliar egressos, a fim de conduzir pesquisas que busquem perceber o quanto o conhecimento escolar é retido e consegue ser utilizado em análises cotidianas.

Considerando as subdivisões propostas por Miller (1983) para explicar o fenômeno da Alfabetização Científica, salienta-se que este trabalho tem como foco propor um teste que mensure a proficiência em Física de modo específico a um dos pilares supracitados, o “Conhecimento do conteúdo da Ciência”. Entendemos que os demais eixos propostos por Miller (1983), além de serem interdisciplinares, são contemplados de forma satisfatória no TBSL.

É importante, ainda, elucidar o porquê de se ter escolhido a temática “trânsito” como situação cotidiana do questionário. Segundo Ambev (2017), no ano de 2017 houve 39.333 óbitos em acidentes de trânsito em todo o Brasil. Isso equivale a uma queda hipotética de avião por dia, matando 107 pessoas em cada evento, apenas no país, durante um ano. O que seria considerada uma inquestionável tragédia na aviação, pode passar despercebido ou então é naturalizado dentro do trânsito, pois neste caso os óbitos acontecem de forma não concentrada.

Com base nisso, e sabendo que a maioria dos acidentes de trânsito acontece por falhas humanas, decorrentes na maioria das vezes, segundo Negrini-Neto e Kleinubing (2012), da falta de educação para o trânsito, é evidente a relevância da escola no desenvolvimento de um nível de criticidade do indivíduo, que possa resultar em atitudes conscientes das relações de causa e efeito que toda ação pode desencadear.

Dentro do ensino de Física é notável as diversas situações em que conceitos científicos podem ser relacionados com o trânsito (CHAGAS, 2014; URRUTH; STEFFANI; SILVEIRA, 2015; VIZZOTTO; MACKEDANZ, 2017), motivo pelo qual acredita-se que este recorte de temática seja relevante para atestar os níveis de compreensão e análise dos egressos dentro da área da Física. Sobretudo, defende-se que o ensino de Física pode colaborar para a formação de um futuro motorista e pedestre consciente.

### **Elaboração e métodos de validação do questionário**

Nesta seção, apresentamos e discutimos nosso procedimento de construção do instrumento de pesquisa, buscando atender os aspectos discutidos na seção anterior do texto. Para tal, apresentaremos em forma de itens sequenciais, obedecendo a uma organização temporal do processo.

#### *Construção do questionário*

O instrumento criado possui duas partes, cada uma com um objetivo específico: na primeira, é apresentar itens com situações de Física aplicada ao trânsito, os quais podem estar corretos ou incorretos do ponto de vista da Física, oportunizando com que o entrevistado possa concordar ou discordar da afirmação contida em cada questão. Na segunda, é coletar informações sobre características do ensino da Física durante o Ensino Médio.

Para suprir esta segunda meta, adotou-se como base a Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2003), ao elaborar uma escala com capacidade de diferenciar, com base na percepção do entrevistado, características de aulas que pudessem potencializar ou desfavorecer tal aquisição de conhecimentos.

A escolha desta teoria está embasada no entendimento de que uma aprendizagem significativa dos conteúdos de Física (e de todas as áreas) pode colaborar para a Alfabetização Científica do indivíduo, sendo então importante observar se a realidade escolar dos egressos possuía características mínimas para que tal processo acontecesse.

Os itens de Física aplicada ao trânsito foram elaborados com base nos fenômenos discutidos na apostila utilizada pelos centros de formação de condutores do estado do Rio Grande do Sul (OLMA, 2016), assim como nos conceitos físicos comumente abordados nas subáreas da Física escolar.

Tais itens possuem o formato dicotômico (verdadeiro ou falso) como opção de resposta, sendo possível o entrevistado marcar um ponto de interrogação se este não souber o que responder, a fim de que esta estratégia possa inibir a escolha aleatória de alguma das duas alternativas. Itens respondidos com o ponto de interrogação são considerados como errados. Tal estratégia também foi aplicada por Laugksch e Spargo (1996) aos respondentes do TBSL, sendo repetida aqui por considerarmos uma tática que pode ser efetiva na redução do número de “chutes”.

Por sua vez, os itens sobre o perfil do ensino de Física tiveram como base a literatura da área (AUSUBEL, 2003; TAVARES, 2004; MOREIRA, 2006; DARROZ et. al., 2015), estando dispostos em uma escala Likert com cinco alternativas de resposta: concordo plenamente; concordo; nem concordo nem discordo; discordo; discordo totalmente.

A criação dos itens do instrumento obedeceu aos critérios definidos por Pasquali (1998). Cada uma das subdivisões do instrumento gera um escore para cada entrevistado., representando um valor dentro de uma escala que represente o perfil do seu Ensino de Física.

Em princípio foram criados 62 itens de Física aplicada ao trânsito e 40 itens sobre perfil de ensino de Física. Dos itens de Física no trânsito, 32 são corretos e 30 incorretos. Dos itens sobre perfil de ensino de Física, 20 descrevem características de aulas que podem gerar uma aprendizagem significativa e outros 20 com características de aulas que podem inibir tal aprendizado.

#### *Validade de conteúdo*

Antes da aplicação do teste piloto, buscou-se verificar a validade de conteúdo dos itens. Para este particular, eles foram enviados para 18 professores doutores da área de ensino de Física, que trataremos aqui como pareceristas, os quais puderam analisar a clareza, linguagem, relevância, adequação semântica e a coerência das questões. Tal avaliação obteve retorno de 10

docentes, número que tanto para Alexandre e Coluci (2011) quanto para Pasquali (2017) é perfeitamente aceitável para este procedimento de avaliação inicial.

Esta avaliação aconteceu por meio de uma planilha eletrônica, em que o item poderia ser considerado como: Não relevante ou não representativo; Item necessita de grande revisão para ser representativo; Item necessita de pequena revisão para ser representativo; e Item relevante ou representativo. Esta classificação teve como objetivo calcular o Índice de Validade de Conteúdo – IVC, proposto por Alexandre e Coluci (2011). Para as autoras, o IVC:

Mede a proporção ou porcentagem de juízes que estão em concordância sobre determinados aspectos do instrumento e de seus itens. Permite inicialmente analisar cada item individualmente e depois o instrumento como um todo. Este método emprega uma escala tipo Likert com pontuação de um a quatro, a fim de avaliar a relevância/representatividade de cada item. (ALEXANDRE; COLUCI, 2011, p. 3065).

Para cada alternativa supracitada, atribuiu-se uma nota de 1 a 4, respectivamente. Após o retorno dos pareceristas, realizou-se a contagem de quantos avaliadores consideraram com a nota 4 (Item relevante ou representativo) cada um dos itens. Esta soma foi então dividida pelo número de avaliadores e assim chegou-se ao referido índice.

Portanto, a fórmula para avaliá-los individualmente consistiu em:

$$IVC = \frac{Nr}{Nt}$$

onde “Nr” e “Nt” significam o número de respostas “notas 4” e o número total de avaliadores, respectivamente. Este índice gerou um número de 0 a 1 para cada item. Fizeram parte do teste piloto apenas os que geraram um valor igual ou superior a 0,9.

Após a seleção dos itens considerados representativos, realizou-se correções sugeridas pelos avaliadores, a fim de ajustar aspectos de escrita em itens os quais havia tal necessidade.

Do total de 62 itens de Física aplicada ao trânsito, fez parte do teste piloto 38, sendo 20 itens com situações corretas e 18 incorretas. Dos 40 itens referentes ao perfil de ensino de Física, por sua vez, 26 fizeram parte do teste piloto, sendo 14 itens de características que favorecem a aprendizagem significativa e 12 com características que podem inibir tal aprendizado.

#### *Validade e confiabilidade dos itens*

Como o formato de resposta dos itens de Física no trânsito é diferente dos itens que descrevem o perfil de ensino de Física, os procedimentos de aferição da validade e confiabilidade foram realizados de forma separada. Após a aplicação do teste piloto, os

questionários foram tabelados em uma planilha eletrônica e posteriormente testados no software estatístico *Statistical Package for the Social Sciences – SPSS*, versão 23 para Windows.

Entende-se que “um instrumento é válido na extensão em que mede aquilo que se propõe medir. Por exemplo, um instrumento válido para medir a capacidade de leitura deve medir realmente esta característica e não outras, como por exemplo, conhecimento prévio” (MARTINS, 2006, p. 5). Já a confiabilidade é atestada se as medidas são semelhantes quando aplicadas para um mesmo indivíduo em tempos diferentes. Segundo Moreira e Rosa (2007) uma medida confiável produzirá resultados iguais em sucessivas aplicações para um mesmo sujeito.

Segundo Figueiredo et. al. (2008), existem diversas maneiras de se mensurar a confiabilidade (também chamada de fidedignidade), porém se reconhece a dificuldade de reproduzir as mesmas condições de aplicação para dois momentos distintos em testes educacionais. Sendo assim, para Moreira e Rosa (2007), uma das maneiras de calcular o quanto um instrumento é confiável é determinar sua consistência interna. Esta indica se todas as subpartes dele medem a mesma característica. Segundo Souza et. al. (2017) a maioria dos pesquisadores afere a consistência interna de um questionário por meio do coeficiente Alfa de Cronbach. Este índice demonstra o grau de variância entre os itens de uma escala. Dessa forma, “quanto menor a soma da variância dos itens, mais consistente é considerado o instrumento” (p. 651). Este cálculo gera um coeficiente entre 0 e 1, sendo que valores próximos de 1 significam maior consistência interna.

Porém, para instrumentos com respostas dicotômicas (certo e errado, sim ou não, etc.), como no caso dos itens de Física no trânsito, é indicado utilizar o teste de Kuder-Richardson (PASQUALI, 2017). Este teste tem a mesma função que o teste de Cronbach, porém é específico para analisar a consistência interna deste tipo de instrumento.

#### *Índices de dificuldade e discriminação*

Ainda para as questões de Física no trânsito, serão analisados os índices de dificuldade e discriminação dos itens. O índice de dificuldade calcula a proporção de acertos, ou seja, a razão entre a quantidade de entrevistados que responderam corretamente o item e a quantidade total de respondentes. Tal coeficiente possui valor entre 0 e 1, em que 0 significaria que ninguém acertou o item e 1, que todos acertaram o mesmo. Espera-se que a maioria dos itens sejam de nível mediano, o que segundo Vilarinho (2015) seriam caracterizados por índices de dificuldade entre 0,3 e 0,7.

O índice de discriminação tem por objetivo medir a capacidade de o item diferenciar os respondentes com maior habilidade daqueles de menor habilidade. Segundo Vilarinho (2015), este cálculo considera a quantidade de acertos de 27% dos participantes com melhor desempenho individual e compara com o escore dos 27% que obtiveram as menores pontuações de acerto individual. Esta medida, segundo Vilarinho (2015), “corresponde à diferença entre o percentual de acerto do primeiro grupo e do segundo grupo. Quanto maior foi essa diferença, maior será a discriminação do item. Espera-se que em uma avaliação educacional, que o poder de discriminação do item seja superior a 0,40” (p. 27).

A fórmula para o cálculo deste índice consiste em:

$$Dc = \frac{(Ns - Ni)}{N},$$

onde “N” é a quantidade correspondente aos 27% da amostra; “Ns” corresponde ao número de acertos do grupo superior; e “Ni” o número de acertos do grupo inferior.

Se os dois grupos apresentarem o mesmo número de acertos para um determinado item, o índice será nulo, não discriminando os dois grupos. O contrário ocorre se o índice for 1, significando que o grupo de entrevistados com melhor desempenho acertou as questões que o grupo de menor desempenho errou. Por outro lado, valores negativos significam que o grupo com menor desempenho acertou mais tal item do que o grupo oposto (MOREIRA; ROSA, 2007).

Rabelo (2013) considera que um coeficiente de discriminação menor do que 0,20 avalia o item como deficiente, que deve ser rejeitado; entre 0,20 e 0,30, considera um item marginal, sujeito a reelaboração; entre 0,30 e ,040, item bom, mas sujeito a aprimoramento; e para valores maiores que 0,40, avalia o item como bom. Estas medidas auxiliarão na análise de quais itens de Física no trânsito devem ser retirados ou reformulados para compor o questionário final, antes do cálculo da sua consistência interna.

#### *Análise fatorial exploratória*

Em questionários respondidos dentro de escalas Likert, usa-se a análise fatorial exploratória a fim de observar com maiores detalhes os fatores latentes que possam englobar as variáveis mensuradas no teste.

Para Scoares et. al. (2009), o objetivo deste tipo de análise é descrever um número de variáveis iniciais a partir de um número menor de variáveis hipotéticas. Ou seja, consiste em uma análise multivariada na qual se utiliza ao mesmo tempo, todas as variáveis para a

interpretação teórica do conjunto de dados. Isto permite verificar quantos fatores do objeto o instrumento mede realmente. Para os autores: “utilizar a análise fatorial permite também com que se saiba o grau de associação entre cada fator a cada variável, assim como o quanto o conjunto de fatores explica a variabilidade geral dos dados originais” (p. 911).

De acordo com Pasquali (2017) a análise fatorial determina, para cada questão, uma carga fatorial na qual indica a covariância entre esta e o fator, sendo que quanto mais próximo de 100% for a covariância, de maior validade poderá ser considerada a questão. Ainda de acordo com o autor, a análise fatorial:

Consiste em verificar se uma série de itens pode ser reduzida idealmente a uma única dimensão ou variável, que ela chama de fator, com o qual todas as variáveis da série estão relacionadas. Sendo este o caso então se conclui que os itens são unidimensionais, isto é, estão medindo a mesma coisa, que é o que o princípio da unidimensionalidade procura. A relação que cada item tem com o fator é expressa através da covariância ou da correlação; esta relação se chama de carga fatorial. Itens da série que têm alta carga no fator são itens unidimensionais, pois medem o mesmo fator, enquanto itens com carga perto de 0 são itens estranhos e, por isso devem ser descartados, porque não estão medindo a mesma coisa que os demais; estes itens pecam contra a unidimensionalidade e, portanto, não podem ser analisados juntamente com os outros (PASQUALI, 2017, p.116).

Antes de realizar o procedimento da análise fatorial é necessário verificar se os dados coletados são adequados para serem analisados através deste método. Para isso, efetua-se a medida de outros dois coeficientes: o Kaiser-Meyer-Olkin – KMO e o teste de esfericidade de Bartlett.

Segundo Scores et al. (2009), o coeficiente KMO atesta a adequação da amostra para se realizar uma análise fatorial. O teste indica a proporção de variância que há em comum nas questões analisadas. Este coeficiente também apresenta valor entre 0 e 1, e quando próximos de 1 indicam uma adequação satisfatória ao modelo de análise fatorial. No entanto, se o coeficiente apresentar valores menores de 0,6 não se indica a aplicação deste método para o conjunto de dados apresentados.

Por fim, o segundo teste de adequação dos dados é o de esfericidade de Bartlett. Este mede o nível de significação da análise, ou seja, verifica se todas as correlações dentro da matriz de correlações são significativas. Sua medida de significância deve estar abaixo de 0,05.

### **Resultados do teste piloto**

O teste piloto foi aplicado para 214 egressos do Ensino Médio durante o primeiro semestre de 2018. Os espaços nos quais serviram de captação deste público foram: um Centro de Formação de Condutores, uma Universidade Federal e um Instituto Federal, ambos

localizados em cidades do interior do Rio Grande do Sul. É importante salientar que os alunos das instituições regulares de ensino ainda não haviam recebido instruções formais dentro das mesmas, pois a coleta de dados foi realizada logo no começo do semestre, como atividade inicial das disciplinas. Logo, acredita-se que os conhecimentos utilizados para responder as questões, foram adquiridos na Educação Básica ou em outros espaços, sejam formais ou não-formais.

A aplicação consistiu em explicar os objetivos da investigação, inclusive a não obrigatoriedade de participação, ou seja, em todo o momento do teste, eles poderiam desistir ou solicitar que seus dados não fossem utilizados. O teste, que era anônimo, coletou algumas informações a fim de produzir uma descrição dos indivíduos que estavam respondendo. Não foi estipulado um tempo máximo para a conclusão do teste, porém observou-se que o tempo médio para o seu preenchimento foi de 15 minutos.

Dos 214 entrevistados, 104 eram do sexo feminino (48,6%) e 110 do sexo masculino (51,4%). Deste total, 134 deles (62,6%) não possuíam a Carteira Nacional de Habilitação – CNH. Quase metade (43,4%) apresentaram idades entre 18 e 20 anos, fato totalmente compreensível devido aos ambientes nos quais as entrevistas foram aplicadas, pois nesta idade, geralmente, coincide o ingresso ao Ensino Superior ou Técnico e a busca pela primeira habilitação.

Notou-se que embora a maioria da amostra seja de jovens, houve também uma quantidade atípica de entrevistados com mais de 40 anos. Acredita-se que este fato pode auxiliar na heterogeneidade de respostas do questionário, contribuindo para a sua confiabilidade.

Quanto ao tipo de escola em que os egressos concluíram o Ensino Médio, temos 162 (75,7%) advindos de escola pública estadual, 27 (12,6%), de escola pública federal, 21 (9,8%) de escolas particulares. Os 4 respondentes restantes (1,9%) concluíram o Ensino Médio através da prova do ENEM.

Conforme as informações sobre suas idades poderiam sugerir, a maioria dos participantes concluiu o Ensino Médio nos últimos 4 anos anteriores à aplicação do instrumento. Ainda assim, se observou um total de 7 participantes, os quais, haviam completado os estudos antes mesmo da publicação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação – LDB (BRASIL, 1996). Do total de entrevistados, apenas 32 deles (15%) possuíam graduação completa, sendo então, o restante do grupo, 182 (85%), indivíduos apenas com o Ensino Médio.

De forma geral, tais dados foram úteis para produzir uma breve caracterização dos participantes da validação, e mostraram um grupo heterogêneo, porém jovem e que majoritariamente concluiu seus estudos básicos recentemente. Isso nos permite inferir que os

conteúdos escolares ainda são recentes em suas estruturas cognitivas, e as respostas aos questionários nos permite verificar o quanto estes são retidos por eles.

### **Análises dos itens de Física aplicada ao trânsito**

Na sequência, apresentamos os resultados derivados das análises de validação do questionário de Física aplicada ao trânsito. Primeiramente, serão expostos dados descritivos, como a frequência de acertos por questão e também por número de acertos. Em seguida, conforme referido anteriormente, apresentamos o Índice de Dificuldade para cada item, sendo seguido do Índice de Discriminação dos mesmos, e por fim os resultados do teste de Kuder-Richardson, que calcula a consistência interna do questionário.

O questionário sobre Física aplicada ao trânsito consiste de 38 itens, com respostas em formato dicotômico, em que os respondentes analisaram as sentenças e as julgaram, concordando ou discordando das mesmas. A seguir, o quadro 1 apresenta, para todas as questões, a quantidade de acertos que cada uma recebeu.

Número da questão	Quantidade de acertos						
1	156	11	128	21	81	31	74
2	189	12	124	22	171	32	101
3	79	13	87	23	63	33	100
4	157	14	55	24	114	34	136
5	123	15	154	25	97	35	131
6	160	16	136	26	143	36	129
7	74	17	161	27	109	37	179
8	126	18	86	28	137	38	181
9	88	19	103	29	148		
10	190	20	81	30	129		

*Quadro 1 Artigo 1: Quantidade de acertos por questão. Fonte: Autores.*

Este somatório serviu de base para se calcular o índice de dificuldade que cada item adquiriu. Itens em que grande parte dos participantes acertaram, são considerados como mais fáceis, ao contrário dos que a maioria errou. De modo a complementar a apresentação dos dados, o gráfico abaixo apresenta a frequência de acertos por respondente.

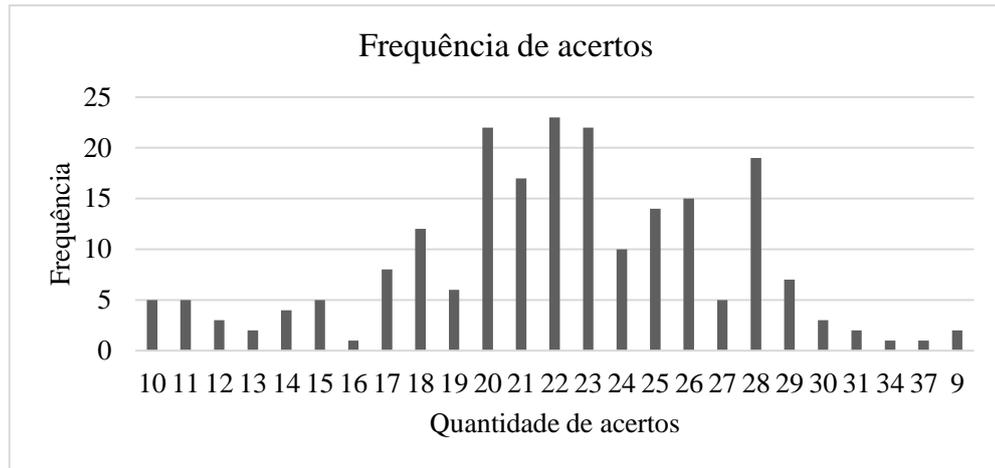


Gráfico 1 Artigo I: Freqüência de acertos. Fonte: autores.

Neste gráfico, nota-se que a quantidade de acertos mais comum foi a de 22, na qual 23 pessoas (10,7%) obtiveram esta quantidade, sendo seguida por 23 e 20, cada uma obtida por uma parcela de 22 pessoas (10,3% do grupo total). Nenhum dos 214 participantes errou todas as questões, pois a quantidade mínima de acertos foi de 9 itens, escore adquirido por apenas 5 entrevistados, compondo 2,3% do total. Por sua vez, apenas uma pessoa acertou 37 das 38 questões.

#### *Índice de dificuldade do item*

A validação estatística iniciou mensurando o grau de dificuldade dos itens. Subdivididos em fáceis, médios e difíceis, espera-se que a maioria possua um índice médio de dificuldade, pois um questionário majoritariamente fácil ou difícil não auxilia nos propósitos do teste. O quadro a seguir apresenta quantitativos desta medida.

Número da questão	Índice de dificuldade	Tipo de item	Número da questão	Índice de dificuldade	Tipo de item	Número da questão	Índice de dificuldade	Tipo de item
10	0,89	fácil	16	0,64	médio	33	0,47	médio
2	0,88	fácil	34	0,64	médio	25	0,45	médio
38	0,85	fácil	35	0,61	médio	9	0,41	médio
37	0,84	fácil	30	0,60	médio	13	0,41	médio
22	0,80	fácil	36	0,60	médio	18	0,40	médio
17	0,75	fácil	11	0,60	médio	20	0,38	médio
6	0,75	fácil	8	0,59	médio	21	0,38	médio
4	0,73	fácil	12	0,58	médio	3	0,37	médio
1	0,73	fácil	5	0,57	médio	7	0,35	médio
15	0,72	fácil	24	0,53	médio	31	0,35	médio
29	0,69	médio	27	0,51	médio	23	0,29	difícil
26	0,67	médio	19	0,48	médio	14	0,26	difícil
28	0,64	médio	32	0,47	médio			

Quadro 2 Artigo I: Índice de dificuldade do item. Fonte: autores.

Os itens são considerados de dificuldade média quando o índice possui valores de 0,3 até 0,7, sendo que os menores de 0,3 são considerados como difíceis e os maiores de 0,7, considerados como fáceis. Conforme apresenta a tabela, 10 itens foram considerados fáceis; 2 difíceis; e 26 de dificuldade mediana. Segundo Pasquali (2017), o fato de o questionário possuir também itens fáceis ou difíceis não significa que isto seja critério de exclusão dos mesmos, desde que a maioria sejam itens de dificuldade média. Desta forma, considerando apenas este critério, nenhum dos itens foi considerado impróprio para a validação do instrumento.

#### *Índice de discriminação do item*

Este índice é fundamental para atestar se o item diferencia os indivíduos que acertaram mais daqueles que acertaram menos. Para tal, foi observado os 58 indivíduos (27%) que obtiveram melhor desempenho no teste, versus os outros 58 (27%) que, por sua vez, tiveram o menor desempenho entre todos. Retomando, se o índice apresenta um valor próximo de 0, significa que os dois grupos acertaram o item igualmente. Ao contrário, se o índice for próximo de 1, entende-se que os indivíduos de melhor desempenho acertaram as questões que o grupo de menor desempenho não obteve sucesso. Itens que apresentarem valores negativos devem ser excluídos, pois significa que o grupo de menor desempenho acertou mais do que o grupo oposto.

Questão	Índice	Questão	Índice	Questão	Índice
8	0,569	30	0,431	9	0,241
35	0,517	11	0,414	28	0,241
22	0,500	24	0,397	20	0,190
34	0,500	5	0,379	12	0,172
37	0,500	36	0,379	33	0,172
6	0,483	10	0,345	27	0,155
16	0,483	2	0,328	3	0,138
38	0,483	7	0,310	25	0,138
4	0,466	13	0,310	18	0,121
15	0,466	1	0,293	31	0,103
26	0,466	29	0,293	14	-0,069
17	0,431	32	0,293	23	-0,103
19	0,431	21	0,276		

*Quadro 3 Artigo I: Índice de discriminação dos itens. Fonte: autores.*

Conforme observado no quadro, 10 dos 38 itens foram considerados não discriminatórios, pois o valor do índice foi menor do que 0,2, sendo então, sugerida a remoção dos mesmos. Assim, destacamos a importância de se utilizar mais de um índice de aferição na análise de qualidade de um instrumento de pesquisas quantitativas no ensino, pois de modo complementar,

o que um índice pode não indicar, conforme observado na seção anterior, outra mensuração, por sua vez, pode apontar itens impróprios. Sendo assim, os itens 3, 12, 14, 18, 20, 23, 25, 27, 31 e 33 serão removidos do instrumento que irá compor o questionário final.

#### *Teste de kuder-richardson para consistência interna*

A fim de concluir os testes de validação do questionário de Física aplicada ao trânsito, é fundamental mensurar a sua consistência interna. Este procedimento foi realizado por meio do software estatístico Statistical Package for the Social Sciences – SPSS, versão 23 para Windows. O teste de Kuder-Richadson tem o mesmo procedimento metodológico que o coeficiente Alfa de Cronbach, porém este último não é recomendado para quando as respostas são de natureza dicotômica. Como neste questionário as respostas foram tabeladas como certas ou erradas, justifica-se o fato da escolha de um teste em detrimento do outro.

Primeiramente, é importante salientar que para assegurar a veracidade dos dados calculados, apresentaremos os quadros gerados pelo próprio software, o que justifica ocasionalmente a sua formatação própria e a linguagem dos mesmos em inglês.

Em um primeiro momento, o teste foi realizado com os 38 itens, obtendo um valor de coeficiente de 0,701. A maior consistência interna está associada ao índice próximo de 1, e espera-se obter valores além do mínimo recomendado. O limite para este valor mínimo difere de autor para autor, mas há consenso de que valores menores que 0,6 ou 0,7 não são satisfatórios, sendo nesse caso, necessário analisar quais itens poderiam ser removidos, a fim de buscar o aumento no seu valor. O valor de 0,701 já é um coeficiente satisfatório, porém, na seção anterior, observou-se que 10 itens estavam colaborando para a não discriminação do teste como um todo. Sendo assim, através da análise da correlação entre os itens e o teste como um todo, buscamos observar se por meio desta metodologia, aqueles itens, anteriormente sugeridos como impróprios, também aqui receberiam a recomendação de remoção.

Para isso, analisou-se a “correlação de item total”, índice gerado pelo software ao executar o teste de Kuder Richardson, conforme pode ser analisado pelo quadro a seguir;

Número da Questão	Correlação de item total	Número da Questão	Correlação de item total	Número da Questão	Correlação de item total	Número da Questão	Correlação de item total
37	,554	17	,338	24	,217	12	,032
38	,552	26	,331	29	,199	27	,027
22	,484	8	,327	7	,172	3	,007
10	,468	15	,300	32	,171	20	-,003
2	,445	30	,285	13	,135	31	-,019
6	,427	1	,277	21	,122	18	-,036
4	,427	11	,262	28	,114	14	-,150
34	,362	36	,257	9	,106	23	-,227
16	,352	5	,225	33	,044		
35	,346	19	,218	25	,035		

Quadro 4 Artigo I: correlação de item total para os 38 itens. Fonte: autores.

É interessante ressaltar que este teste também destacou os mesmos 10 itens como de baixa correlação para o questionário como um todo (valores menores do que 0,1). Ou seja, eles não se relacionam de forma significativa com o instrumento de medida, alguns até mesmo se relacionam de modo negativo. Estes fatores corroboram para a remoção destes 10 itens. Ainda de forma qualitativa, a fim de reduzir o questionário final para 25 itens, optou-se por remover outros 3 (itens 9, 21 e 28) que também apresentaram uma correlação não satisfatória para o instrumento (correlações menores que 0,13).

Ao final deste procedimento de remoção, realizou-se novamente o cálculo do coeficiente de consistência interna, no qual observa-se que de 0,701, seu valor aumentou para 0,803, demonstrando que a decisão por remover tais itens foi acertada, pois elevou o índice, classificado como aceitável, para muito bom, segundo Hair Júnior et al. (2006). O quadro a seguir apresenta uma comparação dos resultados anterior e posterior ao tratamento de redução realizado:

Estatísticas de confiabilidade					
Questionário com 38 itens			Questionário com 25 itens		
Kuder-Richardson	Kuder-Richardson com base em itens padronizados	N de itens	Kuder-Richardson	Kuder-Richardson com base em itens padronizados	N de itens
0,701	0,726	38	0,803	0,822	25

Quadro 5 Artigo I: estatísticas de confiabilidade. Fonte: autores.

Sendo assim, o procedimento de análise atesta que os 25 itens de Física aplicada ao trânsito constituem-se em um instrumento estatisticamente consistente, em que seus

componentes possuem poder de discriminação entre os respondentes de maior e menor desempenho, sendo apropriado para utilizar em uma coleta de dados que tenha por objetivo diferenciar grupos opostos de desempenho.

### **Analises das questões sobre o perfil do ensino de Física**

As questões que tinham por objetivo caracterizar o perfil do Ensino de Física no qual os egressos estudaram, foram analisadas por meio de uma análise fatorial exploratória. Este tipo de análise tem por objetivo validar o construto como um todo, além de buscar reduzir todas as variáveis do instrumento a fatores que as agrupem em um conjunto de correlações em comum.

Para obter êxito nas análises por meio desta metodologia, é necessário que os dados obedeçam a alguns requisitos. O primeiro deles é que a quantidade de amostras seja maior do que 50 (HAIR JÚNIOR et al., 2006), sendo ideal que este número extrapole 100 casos para assegurar a significância dos resultados. Para esta análise, o número superou o mínimo orientado, apresentando 214 amostras. Outro fator importante para determinar o número mínimo necessário de respondentes é a relação com o número de questões do instrumento. Recomenda-se 5 respondentes para cada questão do instrumento. Sendo assim, como o questionário de Física no trânsito possuiu 38 questões, necessitaria de um número mínimo de 190 pessoas para analisá-lo. Portanto, para o questionário de perfil escolar, com 26 questões, o número de 214 respondentes supera os valores mínimos necessários.

Inicialmente foi calculado o Alfa de Cronbach para verificar a consistência interna inicial. O valor obtido para o instrumento com as 26 questões foi de 0,770, demonstrando um valor aceitável, porém com possibilidade de melhorar. Para isto, foi analisado a correlação dos itens com o questionário como um todo, a fim de verificar quais questões estavam mais correlacionadas com as outras e quais não estavam colaborando para a confiabilidade do instrumento. No quadro a seguir, nota-se que 6 itens estavam com um valor de correlação pequeno ( $<0,10$ ), uma vez que eles poderiam atrapalhar a análise fatorial, é recomendada a remoção dos mesmos.

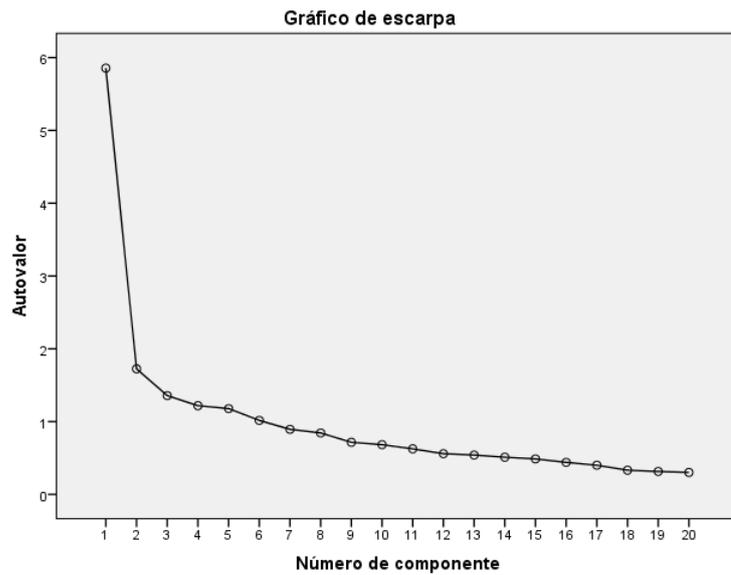
Questão	Correlação de item total	Questão	Correlação de item total	Questão	Correlação de item total
4	0,57	10	0,45	1	0,28
16	0,56	12	0,45	20	0,26
24	0,55	13	0,37	6	0,02
9	0,54	18	0,36	19	0,01
3	0,51	2	0,33	15	-0,02
25	0,51	26	0,32	7	-0,18
14	0,51	5	0,30	11	-0,24
21	0,49	23	0,29	17	-0,35
8	0,47	22	0,29		

*Quadro 6 Artigo I: correlação de item total. Fonte: autores.*

Após a remoção destes itens, procedeu-se com a análise fatorial, analisando primeiramente as correlações entre todos os itens. A maior parte delas superou o valor de 0,30, escore mínimo esperado para o software estimar fatores que relacionem as variáveis do instrumento.

O passo seguinte, foi realizar os testes de adequação da amostra à análise fatorial. Para isto, realizou-se os testes Kaiser-Meyer-Olkin - KMO e o Teste de esfericidade de Bartlett – BTS. O valor do KMO da amostra foi de 0,854, sendo este valor superior ao mínimo esperado de 0,60 para considerar a amostra adequada para esta metodologia (HAIR JÚNIOR et al., 2006). Da mesma maneira, o teste BTS foi estatisticamente significativo, pois seu p-valor foi  $< 0,0000$ . Considerando a adequação, seguiu-se com a análise, a fim de decidir o número de fatores que seriam extraídos.

O método utilizado para a extração dos componentes foi a Análise de Componentes Principais, na qual gerou 6 fatores que juntos explicam 62% da variância total do instrumento. Segundo o critério de Kaiser, é sugerido considerar os componentes que apresentem autovalores maiores do que 1, porém, uma segunda análise pode ser realizada, através do Gráfico de Escarpa, também conhecido como Gráfico “Scree Plot”, a fim de confirmar a escolha. Este gráfico é um diagrama que apresenta os autovalores e os número de fatores por ordem de extração. Segundo Hair Júnior et al. (2006) o critério de análise deste gráfico deve considerar reter as componentes que estão acima do ponto de inflexão.



*Gráfico 2 Artigo I: Gráfico de Escarpa para os autovalores das componentes. Fonte: autores.*

Com base na observação deste gráfico, pode-se notar que após a segunda componente, as demais apresentam inclinações semelhantes, sendo possível interpretar, que as duas primeiras poderiam abranger o agrupamento de todos os itens do questionário (FIGUEIREDO FILHO; SILVA JÚNIOR, 2010).

A seguir, apresenta-se a análise das comunalidades, que demonstra a proporção da variância que é explicada para cada item, a partir dos componentes extraídos. Comumente, aceita-se para cada item, comunalidades iguais ou de valor superior a 0,5. Para exemplificar a relevância das comunalidades, ao observar a questão 1, observa-se que ela possui um valor de 0,666, isto significa que as componentes extraídas explicam 66,66% da sua variância. Diante desta análise, notou-se que nenhuma variável necessita ser removida, pois nenhuma delas apresenta valor abaixo de 0,50, conforme se pode observar no quadro a seguir:

Questão	Inicial	Extração	Questão	Inicial	Extração
1	1,000	,666	14	1,000	,553
2	1,000	,606	16	1,000	,688
3	1,000	,599	18	1,000	,748
4	1,000	,678	20	1,000	,557
5	1,000	,652	21	1,000	,685
8	1,000	,525	22	1,000	,570
9	1,000	,624	23	1,000	,590
10	1,000	,708	24	1,000	,725
12	1,000	,584	25	1,000	,671
13	1,000	,629	26	1,000	,695
Método de Extração: Análise de Componente Principal.					

*Quadro 7 Artigo I: comunalidades. Fonte: autores.*

Após este procedimento, analisou-se as cargas fatoriais de cada variável em relação aos componentes extraídos. Esta análise demonstrou que as componentes 1 e 2, abarcavam a maioria dos itens do instrumento, fazendo com que os outros 4 componentes permanecessem agrupando poucas questões. Sendo assim, realizou-se uma análise qualitativa dos mesmos, a fim de realocá-los nas duas primeiras componentes. Esta decisão, juntamente com a exclusão dos 6 itens, foi correta, pois a consistência interna que inicialmente era de 0,770, aumentou para 0,864, compondo um instrumento reduzido para 20 itens no total. Finalizada esta etapa, a seguinte, consistiu em uma análise substancial das componentes e seus itens, com o objetivo de definir aspectos semelhantes entre eles.

A primeira componente foi denominada de “Características que podem favorecer a Aprendizagem Significativa nas aulas de Física”. Nela, encontram-se os itens que salientam ações didáticas, metodológicas e avaliativas que, na perspectiva de Ausubel (2003), poderiam auxiliar no processo de aprendizagem. Esta componente agrupou um total de 14 itens.

A segunda componente abarcou os itens que enunciavam características que poderiam desfavorecer a aprendizagem significativa nas aulas de Física. Por sua vez, aspectos metodológicos, avaliativos e também de relacionamento com os professores, compuseram este grupo. A maioria dos itens eliminados pelo processo de análise fatorial eram deste agrupamento, motivo pelo qual essa componente foi finalizada com apenas 6 itens no total. Não obstante, o valor de consistência interna da mesma foi considerado satisfatório, conforme apresentado na sequência. Para analisar os itens do quadro a seguir, o questionário está disponível em anexo no final do manuscrito.

<b>Componente 1: Características que podem favorecer a Aprendizagem Significativa em aulas de Física</b>				<b>Componente 2: Características que podem desfavorecer a Aprendizagem Significativa nas aulas de Física</b>			
Número do item	Carga fatorial	Número do item	Carga fatorial	Número do item	Carga fatorial	Número do item	Carga fatorial
1	0,801	13	0,456	2	0,561	21	0,691
4	0,543	14	0,565	3	0,667	23	0,702
5	0,738	16	0,755	20	0,585	24	0,559
8	0,426	18	0,810				
9	0,710	22	0,420				
10	0,742	25	0,643				
12	0,574	26	0,742				
<b>Alfa de Cronbach</b>	<b>0,830</b>			<b>Alfa de Cronbach</b>	<b>0,722</b>		

*Quadro 8 Artigo I: Itens das componentes e consistência interna para cada agrupamento. Fonte: autores.*

Dessa forma, através da análise fatorial, pode-se finalizar o instrumento sobre o perfil do Ensino de Física com 20 itens, com confiabilidade para diferenciar características opostas agrupadas em ambos os grupos. A consistência interna do instrumento final atesta um nível dentro do esperado para considerá-lo válido e fidedigno.

### **Discussões dos resultados**

Para o questionário de Física aplicada ao trânsito, a quantidade mínima de acertos que um entrevistado deveria apresentar para se considerar um bom desempenho é de 60%. Este valor mínimo advém do critério adotado por Laugksch e Spargo (1996), que também consideraram esta porcentagem no TBSL. Ou seja, para o questionário de Física aplicada ao trânsito, que possuía 38 questões, o valor mínimo de acertos deveria ser de pelo menos 23 questões.

Conforme discutido na seção de análise dos itens deste questionário, nenhum dos entrevistados errou todas as questões, pois o valor mínimo computado foi de 9 acertos. Por outro lado, apenas 47,2% do total acertou quantidades acima do valor mínimo estipulado.

Embora esta quantidade represente quase metade dos 214 entrevistados, não pode ser considerada satisfatória, pois a outra metade não teve condições de obter o mínimo de acertos esperado. Uma vez que todos eram egressos do Ensino Médio, se esperaria maiores níveis de desempenho. Estes resultados vão ao encontro dos testes até então já realizados para medir Alfabetização Científica na literatura internacional e nacional (LAUGKSCH; SPARGO, 1996; NASCIMENTO-SCHULZE, 2006; VIDOR et al., 2009; CAMARGO et al., 2011; e RIVAS, 2015; RIVAS et al. 2017).

Sobre as questões que foram excluídas do instrumento, as mesmas apresentaram frequências de acertos que as caracterizaram como não discriminatórias, ou seja, ambos os grupos, de maior e menor desempenho no teste, acertaram-nas de forma praticamente semelhante. Das 13 questões sobre Física no trânsito que foram removidas, 11 foram consideradas de dificuldade média e apenas duas (questões 14 e 23) consideradas como difíceis. Sendo assim, a remoção destes itens auxiliará na capacidade de o questionário diferenciar quem apresenta um desempenho satisfatório ou não.

A recomendação de que em caso de dúvida em alguma questão, ao invés de escolher uma alternativa aleatória, fosse escrito um ponto de interrogação na mesma, pareceu adequada, pois não raras vezes alguma alternativa era localizada com este caractere assinalado. Isto pode significar que este método pode colaborar para que não aumente a variância não explicada pela consistência interna do questionário.

Para as respostas referentes à Componente 1, foi atribuída uma pontuação de 5 para quem respondeu “concordo plenamente” decrescendo até a pontuação de 1 para que assinalou “discordo plenamente”. Para a Componente 2, o procedimento se deu ao contrário, uma vez que suas alternativas apresentavam aspectos opostos às do grupo anterior. Por sua vez, foi atribuído um valor de 5 para quem assinalou “discordo totalmente”, diminuindo até 1 para quem respondeu “concordo totalmente”.

Sendo assim, após somar as pontuações atribuídas a cada item, participantes que obtiveram maior escore, representam aqueles que assistiram, segundo a sua percepção, aulas de Física com características de aulas que poderiam favorecer uma Aprendizagem Significativa. Por outro lado, indivíduos com escores baixos, representam alunos que frequentaram aulas de cunho tradicional, mantendo-se passivos e que atualmente não conseguem notar a relação da Física com seus cotidianos.

Considerando os 26 itens e que o máximo de pontos por item poderia ser 5, o escore máximo que um participante poderia apresentar é de 130 pontos e o mínimo, 26. O gráfico a seguir, auxilia na visualização deste padrão.

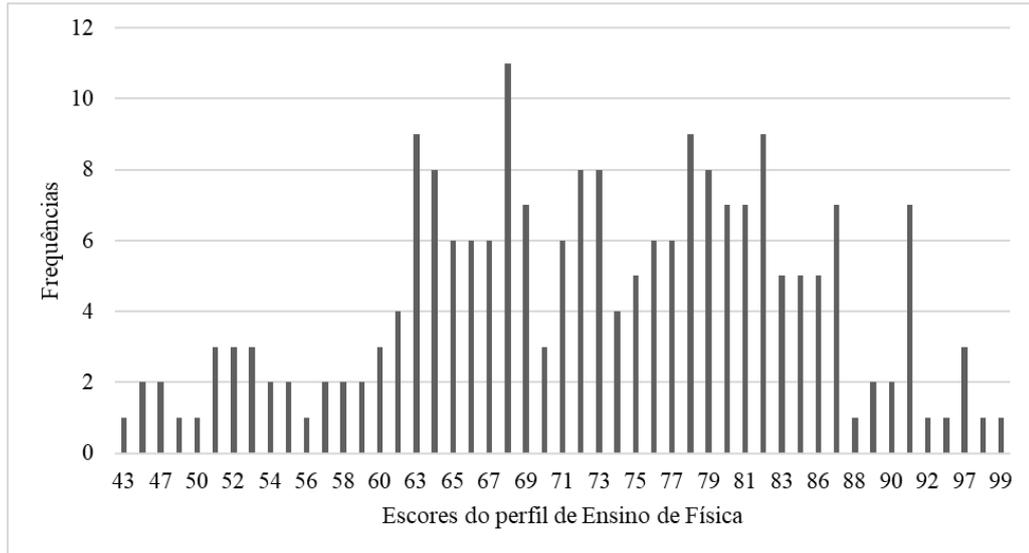


Gráfico 3 Artigo I: *Frequência do perfil de Ensino de Física. Fonte: autores.*

A média de pontuação foi de 73 pontos, com desvio padrão de 12. O escore máximo obtido foi de 99, o qual apenas 1 participante o alcançou. A pontuação mínima, por sua vez foi de 43 pontos. Estes quantitativos demonstram que 37,9% dos entrevistados obtiveram um escore de perfil de Ensino de Física maior do que 60% do escore total (78 pontos). Dessa maneira, pode-se caracterizar que a maioria dos entrevistados assistiu a aulas com características que poderiam desfavorecer a aprendizagem significativa. Dos 214 participantes, 23,8% não pontuou sequer a metade do escore máximo possível (130 pontos). Esta realidade corrobora com Darroz et al. (2015), que demonstraram que mesmo que os professores possuam consciência das ações metodológicas que possam vir a promover uma aprendizagem significativa, a prática pedagógica da maioria deles está relacionada a concepções tradicionais de ensino, sendo a consideração dos conhecimentos prévios dos estudantes, assim como o processo avaliativo, barreiras que dificultam trabalhar a partir de outra perspectiva.

Estes dados podem ser considerados como uma demonstração da realidade escolar relatada por egressos do Ensino Médio, e estas conclusões podem estar relacionadas às estatísticas de desempenho discutidas anteriormente. Para verificar tal hipótese com um intervalo maior de confiança, faz-se necessário um maior número de participantes, a fim de aumentar a heterogeneidade da amostra.

Ao observar tais diferenciações de caracterização, juntamente com os resultados estatísticos já apresentados, pode-se afirmar que este instrumento também possuiu desempenho satisfatório na tarefa de investigar o perfil das aulas de Física nas quais os egressos assistiram durante a maioria dos anos do seu Ensino Médio.

### **Considerações**

Este manuscrito teve por objetivo apresentar o procedimento de validação de um questionário de Física para egressos do Ensino Médio. Para efeitos de conclusão, considerou-se o instrumento com validade satisfatória, na qual a metodologia sugeriu a remoção de alguns dos itens do instrumento original, compondo ao fim, um questionário de Física no trânsito com 25 questões e um questionário de perfil do Ensino de Física com 20 questões.

Esta proposta de instrumento consiste em uma sugestão de como podem ser criadas formas de questionar os indivíduos condicionando-os a utilizarem não somente seus conhecimentos memorizados para relacionar fenômenos da Física com a sua conceituação ou nomenclatura, mas sim, estimulá-los a emitir um julgamento, com base em todo o conhecimento adquirido durante suas vidas, analisando a coerência científica de situações presentes dentro de seus cotidianos.

Acredita-se que essa dinâmica de mensuração do conhecimento deve ser estimulada, não somente em situações do trânsito, mas em outros contextos, desde que sejam significativos dentro da realidade do grupo abordado. Da mesma forma, acredita-se que outras áreas como a Química, Biologia e Matemática também poderiam se beneficiar desta abordagem, pois assim como a Física, tratam de explicar conhecimentos que na maioria das vezes são herméticos para o entendimento do público em geral, e compreendê-los é uma necessidade para o desenvolvimento da criticidade que se espera de um cidadão no uso pleno de suas faculdades.

As limitações observadas neste trabalho de validação são as sugestões para estudos futuros: aumentar a quantidade amostral e a heterogeneidade do grupo, a fim de que possa ser aplicado métodos de estatística para investigar padrões presentes nos dados. Com este trabalho foi possível notar que ainda é desafiador mensurar fatores que não são passíveis de medir diretamente, como Alfabetização Científica, por exemplo, porém, de forma indireta, inferências podem ser realizadas, a fim de que padrões possam ser observados e deduções inferidas.

## 5.2.ARTIGO II

### **Teste de Alfabetização Científica Básica: Processo de redução e validação do instrumento para a língua portuguesa<sup>3</sup>**

**Resumo:** Este estudo teve por objetivo apresentar o processo de redução instrumental do Teste de Alfabetização Científica Básica – TACB, de Laugksch e Spargo (1996). Este instrumento, de referência na literatura nacional e internacional, é constituído por 110 questões que versam sobre conceitos e fenômenos científicos, natureza da ciência e impactos da ciência e tecnologia sobre a sociedade e ambiente. O seu tamanho pode inviabilizar a aplicação dentro do contexto escolar, pois se necessita de grande tempo para respondê-lo e também, corre-se o risco de comprometer o compromisso dos participantes para com as respostas assinaladas. Uma possibilidade de solução, é reduzi-lo para um número menor de itens, por meio de técnicas estatísticas, sem que sua validade, confiabilidade e poder de medida sejam prejudicados. Para isso, uma aplicação do TACB foi realizada no primeiro semestre de 2018 em 141 indivíduos, egressos do Ensino Médio, ingressantes de um Instituto Federal da cidade de Pelotas/RS. Como resultados, obteve-se uma redução para 45 itens, mantendo semelhantes os índices de validação do instrumento original. Espera-se que este instrumento possa contribuir com docentes e pesquisadores da área, auxiliando-os na apresentação de diagnósticos sobre a Alfabetização Científica no contexto brasileiro.

**Palavras-chave:** Letramento Científico; Educação em Ciências; Confiabilidade.

### **Test of basic Scientific Literacy: Reduction process and instrument validation into portuguese language**

**Abstract:** This study aimed to present the process of reducing instrumental Test of Basic Scientific Literacy – TBSL of Laugksch and Spargo (1996). This instrument, the national and international literature, consists of 110 issues relating concepts and scientific phenomena, the nature of science and impacts of science and technology on society and the environment. Your size can make the application within the school context, because it requires large time to answer it and also, there is a risk of compromising the commitment of the participants to the answers marked. A possible solution is to reduce it to a smaller number of items, by using statistical techniques, without your validity, reliability and power of measurement are harmed. To do so, an application of the TBSL was held in the first half of 2018 in 141 individuals, graduates from high school, entering a Federal Institute of the city of Pelotas/RS. As a result, a reduction to 45 items, keeping similar validation indexes of the original instrument. It is expected that this instrument can contribute with teachers and researchers, assisting them in diagnostics about the Scientific Literacy in the Brazilian context.

**Keywords:** Scientific Literacy; Science Education; Reliability.

### **Introdução**

Acredita-se que um dos papéis da escola é formar um cidadão preparado para atuar dentro do seu cotidiano de forma crítica. A Educação Básica tem por objetivo não somente ensinar conhecimentos teóricos sobre o mundo, mas também, desenvolver valores e capacidade de

---

<sup>3</sup> Artigo publicado na Revista Prática Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso em 2018.

discernimento entre decisões que são socialmente adequadas ou não se tomar. Dentro das disciplinas de ciências, imagina-se que estes objetivos vão ao encontro do que é defendido pela Alfabetização Científica. Um indivíduo considerado alfabetizado cientificamente, segundo Miller (1983), não é só aquele que entende os conceitos científicos, as nomenclaturas e relações históricas de tal conhecimento, mas sim, aquele que além disso, compreende como o conhecimento científico é produzido e também o impacto que a ciência e suas tecnologias produzem na sociedade e meio ambiente.

O ato de mensurar o nível de Alfabetização Científica de uma pessoa é uma tarefa desafiadora que poucos autores da área, tanto internacional como nacionalmente, buscaram realizar até então. Um estudo proeminente realizado por Laugksch e Spargo (1996), obteve êxito em buscar formas de alcançar tal objetivo. Estes autores elaboraram um questionário denominado de Test of Basic Scientific Literacy – TBSL, com base nos três eixos estruturantes da Alfabetização Científica, postulados por Miller (1983).

Este tem se consolidado como o instrumento de referência utilizado em diversos países ao redor do mundo para mensurar tal fenômeno de forma quantitativa, conforme os trabalhos na África do Sul (LAUGKSCH; SPARGO, 1996; 1999); Austrália (MURCIA; SCHIBECI, 1999); China (CHIN, 2005); Israel (BARAM-TSABARI; YARDEN, 2005); Brasil (CAMARGO; BARBARÁ; BERTOLDO, 2005; NASCIMENTO-SCHULZE, 2006); Estados Unidos (BROSSARD; SHANAHAN, 2006); Turquia (ÖZDEM et al., 2010).

Porém, os autores (LAUGKSCH; SPARGO, 1996) e outros pesquisadores que fizeram uso do TBSL em seus trabalhos, relataram que o fato dele ser um questionário extenso, contendo 110 itens, pode tornar o ato de respondê-lo, uma tarefa enfadonha. Tal consequência lesa o comprometimento dos respondentes, prejudicando assim, a confiabilidade da medida. Sendo assim, o objetivo deste artigo é apresentar o processo de redução deste instrumento, com base em métodos estatísticos, assegurando, por meio de testes de consistência interna e correlação, a mesma capacidade de medida, porém com um instrumento simplificado.

Este trabalho visa colaborar com a literatura da área por proporcionar uma alternativa de questionário que viabilize, em termos práticos, sua aplicação em ambiente escolar, pois de forma diretamente proporcional ao número de itens, também é o tempo no qual os indivíduos demoram para respondê-lo, e isto, muitas vezes, ultrapassa o período de uma aula escolar. Estas dificuldades inviabilizam sua aplicação, tanto para professores que desejam saber uma medida tangível sobre a Alfabetização Científica de seus alunos, quanto para pesquisadores que poderiam o utilizar para aprofundar o estado da arte da área.

Sendo assim, o artigo está estruturado no seguinte formato: primeiro, realiza-se uma revisão sobre a Alfabetização Científica, discutindo aspectos sobre a sua nomenclatura e o processo utilizado para mensurá-la. Em um segundo momento, é explicada a metodologia empregada para o processo de redução do TBSL, sendo seguido pela apresentação dos resultados e suas discussões.

### **A Alfabetização Científica e a sua mensuração**

Espera-se que ao concluir a Educação Básica, os egressos possuam competências que os permitam compreender e atuar em seus cotidianos de forma crítica e responsável. De modo geral, a Alfabetização Científica compartilha desse objetivo e este ideal corrobora para que as disciplinas científicas possam contribuir de modo significativo para este processo.

O conhecimento científico, assim como os demais tipos de conhecimento, mostra-se imprescindível para uma efetiva leitura crítica do cotidiano, sendo indispensável para compreender fenômenos da natureza, assim como, contribui para a percepção de aspectos sócio-científicos presentes em decisões políticas que influenciam a sociedade e trazem impactos ao meio ambiente (MAMEDE; ZIMMERMANN, 2005; RIVAS, 2015).

Considerando a importância de que tais competências sejam desenvolvidas com êxito nos indivíduos que passam pela escola, é fundamental questionar se os assuntos abordados dentro das aulas de Ciências da Natureza durante toda a Educação Básica contribuem, de fato, para a Alfabetização Científica dos egressos. Não se deve refletir somente sobre os assuntos que fazem parte dos currículos, pois o modo com que eles são abordados em sala de aula também influencia de forma significativa a assimilação do conhecimento escolar.

Para Chassot (2011) há um distanciamento entre a linguagem do professor e a dos alunos, assim como a forma com que os conteúdos de ciências são socializados no cotidiano da sala de aula, sendo necessário migrar o conhecimento que atualmente apresenta-se de forma hermética, codificada, “esotérica”, para um modo “exotérico”, ou seja, aberto, acessível, compreensível por todos os que buscam compreendê-lo.

Desse modo, acredita-se que entender a natureza da ciência também pode colaborar para a Alfabetização Científica, assim como também é importante que se aprenda a manipular artefatos cotidianos, como por exemplo, objetos tecnológicos, mas não somente isso. Além de compreender as leis da Física e suas aplicações, um indivíduo alfabetizado cientificamente, é aquele que compreende os impactos da ciência e da produção de tecnologia no ambiente e na sociedade.

Atualmente, acredita-se que o conhecimento científico não está presente na cultura geral, mesmo que dispositivos tecnológicos sejam utilizados de forma exaustiva em praticamente todos os setores do cotidiano.

Para Souza et al. (2007):

As pessoas têm algo a dizer sobre questões relacionadas ao futebol, à religião e a tantos outros assuntos que se fazem presentes no nosso dia-a-dia. Por outro lado, quando questionadas a respeito de algo relacionado à ciência e tecnologia, as pessoas não se envergonham em dizer o quanto desconhecem o assunto. A pior situação vivida é quando as pessoas afirmam que isso é assunto para o ‘povo da ciência’ (p.77).

A simples presença dos componentes tecnológicos na vida das pessoas não significa que o entendimento dos mesmos faça parte de sua cultura. Manipulá-los não significa que automaticamente o conhecimento sobre a ciência e tecnologia presente neles será desvendada e compreendida pelos usuários.

A própria nomenclatura desta linha de investigação é objeto de expressiva discussão dentro da literatura da área. Alguns trabalhos denominam de Alfabetização Científica, outros de Letramento Científico e outros ainda, de Enculturação Científica. Cada autor utiliza-se de bases da linguística para justificar a escolha de um ou outro termo.

Observa-se que atualmente a maioria dos trabalhos vinculados em motores de buscas acadêmicas utilizam a Alfabetização Científica como descritor, sendo seguidas de Letramento Científico e por fim, Enculturação Científica. Uma busca na base do Google Acadêmico em 2018, utilizando a expressão Alfabetização Científica, revelou 25.800 resultados, enquanto que com o termo Letramento Científico, os resultados foram de 17.900 trabalhos, sendo seguida pela Enculturação Científica, com 11.700 resultados.

Estes quantitativos revelam que em quatro anos, o número de trabalhos recuperados pelo descritor Alfabetização Científica aumentou mais de seis vezes o número obtido em 2014, que segundo Cunha (2017) foi de 4.180. Por sua vez, na época, a busca por Letramento Científico apresentou 714 resultados, ou seja, atualmente o número de trabalhos recuperados para este descritor é vinte e cinco vezes maior.

A variação dos termos advém do processo de tradução para a língua portuguesa do termo *Scientific Literacy*. Este, surgiu em 1958 em um trabalho escrito por Paul Hurd, intitulado “*Scientific Literacy: Its Meaning for American Schools*”. O ideário da *Scientific Literacy* foi difundido e abordado em trabalhos na língua inglesa, francesa, espanhola, assim como, também foi escrito em trabalhos em português. No entanto, alguns autores optaram, pela tradução literal dos termos, constituindo-os, os que adotam o Letramento Científico, sendo este, um dos motivos para a escolha desta nomenclatura. Em Francês, a terminação é denominada de

*Alphabétisation Scientifique* e em espanhol, *Alfabetización Científica*, sendo que ambas podem ser traduzidas para o português como Alfabetização Científica. Há ainda, conforme referido, autores que preferem o termo Enculturação, pois defendem que os objetivos defendidos por esta linha de investigação envolvem todo um processo de criar uma cultura científica, para assim, os ideais obterem êxito.

Considera-se a observação de Sasseron e Carvalho (2011) na qual afirmam que:

Percebemos que, tanto em âmbito internacional, com os trabalhos sobre “scientific literacy”, “alfabetización científica”, “alphabétisation scientifique”, como em âmbito nacional, com pesquisas sobre o “letramento científico”, “alfabetização científica” e “enculturação científica”, estão em concordância no que diz respeito às finalidades almejadas hoje em dia com a educação científica (p.75).

Tais finalidades citadas pelas autoras consistem no domínio, por parte da população, de conhecimentos básicos sobre ciência, a fim de capacitar os indivíduos a atuarem na sociedade de forma responsável e crítica, possibilitando com que se posicionem acerca de questões relativas a políticas científicas, segundo Nascimento-Schulze et al. (2006) “*garantindo às ações governamentais voltadas para a ciência uma natureza democrática com participação efetiva dos cidadãos*” (p. 26). Para Chassot (2003), é possível considerar estes termos como o conjunto de conhecimentos que possibilitaria ao ser humano fazer uma leitura do mundo no qual vivem.

O debate sobre o significado dos três termos considera que a Alfabetização Científica seria a “*aprendizagem dos conteúdos e linguagem científica, enquanto que o Letramento Científico, seria referente ao uso, num contexto sócio-histórico específico do conhecimento científico e tecnológico no cotidiano do indivíduo*” (VIDOR et al., 2009, p. 2).

Segundo Cunha (2017) o termo Letramento surgiu em trabalhos brasileiros na década de 1980, a fim de “*distinguir entre o mero aprendizado da codificação da escrita, a alfabetização, e o impacto de seu efetivo uso em práticas sociais*” (p. 172). Esta diferenciação teve por objetivo delimitar diferenças fundamentais, principalmente advindas da base linguística. Tal fundamentação demonstra que a alfabetização faz referência à habilidades e saberes que dão base à leitura e escrita, sendo este processo, individual. O letramento, por sua vez, refere-se às práticas de leitura e escrita no âmbito social. Desse modo, um indivíduo letrado não somente saberia interpretar e decodificar a linguagem, mas também a utilizaria de modo efetivo dentro de situações da vida social, compreendendo a significação além da linguagem em si, o que nem sempre aconteceria com alguém apenas alfabetizado.

Para Mamede e Zimmermann (2005), transpondo esta diferenciação para o âmbito científico, a Alfabetização Científica, consistiria na aprendizagem dos conteúdos e da linguagem científica, enquanto que o Letramento Científico, faria referência à habilidade de

utilizar este conhecimento científico e tecnológico no cotidiano, inserido dentro de um contexto sócio-histórico particular.

Sobre esta discussão, corroboramos com Auler e Delizoicov (2001) onde defendem que a alfabetização não pode se configurar como um jogo mecânico de juntar letras. Alfabetizar é muito mais do que ler palavras, ela deve propiciar a “leitura do mundo”.

Após o surgimento do conceito de Alfabetização Científica em 1958, em poucas décadas, se observou uma expressiva quantidade de publicações na área. Analisando o fenômeno e buscando subsídios para fundamentar os elementos que seriam importantes um indivíduo compreender para ser considerado alfabetizado cientificamente, Miller (1983) postulou que para tal, deve haver o domínio de três eixos distintos, chamados de eixos estruturantes da Alfabetização Científica, a saber: o entendimento de conceitos, termos técnicos e científicos; o entendimento da natureza da ciência; e a compreensão referente ao impacto da ciência e da tecnologia sobre a sociedade.

Para o autor, é imprescindível a alguém alfabetizado cientificamente compreender os conceitos e termos utilizados dentro das ciências da natureza, constituindo este, o primeiro eixo. Desta maneira, é possível que estes conhecimentos sejam percebidos dentro de situações cotidianas. Este eixo engloba conhecimentos referentes à filosofia e história da ciência, a linguagem científica, o conhecimento dos conceitos e sua linguagem. A proficiência neste eixo pode proporcionar criticidade para analisar a ciência aplicada à vida e também a tomada de decisão responsável por parte do cidadão.

O segundo eixo, denominado “entendimento da natureza da ciência” tem sua importância, pois esta concepção permite com que o cidadão possa compreender as normas e métodos utilizados para a construção do conhecimento científico, assim como as questões éticas e políticas que influenciam esta área. Isto permite com que a ciência seja compreendida como um conjunto de conhecimentos em construção e transformação, e não algo absoluto, dogmático e certo, determinado por algumas pessoas e sem possibilidade de mudança. Este eixo também é importante, segundo Sasseron e Carvalho (2011), pois ele fornece subsídios para que o caráter humano e social presente nas investigações científicas sejam compreendidos e também questionados. Segundo as autoras *“Além disso, deve trazer contribuições para o comportamento assumido por alunos e professor, sempre que defrontados com informações e conjuntos de novas circunstâncias que exigem reflexões e análises considerando-se o contexto antes de tomar uma decisão”* (p. 75).

O terceiro eixo estruturante refere-se ao “entendimento do impacto da ciência e da tecnologia sobre a sociedade e meio-ambiente”. A ciência não é neutra, e suas ações impactam

tanto a sociedade quanto o ambiente no qual ela está inserida. Portanto, compreender estas relações colabora para o perfil de um indivíduo alfabetizado cientificamente, pois é necessário perceber que sempre que em uma solução para um problema atual não houver reflexão sobre os impactos desta ação, esta pode gerar outro problema associado no futuro. A compreensão de que a ciência não está dissociada de um contexto e imune a consequências, é fundamental para uma compreensão abrangente do trabalho e da importância desta para o ser humano e para o planeta. Para Sasseron e Carvalho (2011) “*o trabalho com este eixo deve ser garantido na escola quando se tem em mente o desejo de um futuro sustentável para a sociedade e o planeta*” (p. 75).

O segundo e terceiro eixos, envolvem discussões de aspectos sócio-científicos, sendo estes assuntos de caráter social, cultural, político, econômico e ambiental, ligados à prática científica, assim como valores atrelados à essas práticas.

Pesquisas como as de Rivas (2015) e Camargo et al. (2011), demonstram indícios de que a escola esteja priorizando apenas o primeiro eixo, de forma conteudista e em muitas vezes permeado pelos chamados mitos cientificistas (AULER; DELIZOICOV, 2001). Somente a abordagem dos conteúdos e linguagem da ciência não contribui para uma Alfabetização Científica efetiva, pois pouco auxilia na construção da criticidade dos indivíduos. Isto acontece devido à memorização desconexa de termos atribuídos ao conhecimento científico, fazendo do contexto por trás da construção deste saber, algo hermético e oculto ao que é ensinado.

Assim como Miller (1983) postulou os três eixos descritos na década de 1980, no Brasil, Sasseron e Carvalho (2008) corroboram com a composição da Alfabetização Científica dentro destas subdivisões, replicando a difusão da importância de se apropriar destas três esferas para considerar um indivíduo proficiente cientificamente.

Embora se encontre um número significativo de trabalhos sobre Alfabetização Científica e de seus termos correlatos, é pequeno o número de trabalhos em âmbito tanto nacional quanto internacional, que se proponham a mensurar o nível de Alfabetização Científica de um indivíduo. Acredita-se que identificar tais níveis, embora seja uma tarefa complexa, possa auxiliar a orientar a prática pedagógica, assim como a sua avaliação, pois pode “*trazer à tona problemas e expectativas do ensino de ciências no Brasil*” (LIMA; WEBER, 2017, p. 2).

Segundo Lima e Weber (2017) a maioria das pesquisas, tanto artigos, dissertações, quanto teses, são compostas por revisões bibliográficas ou propostas metodológicas para ensinar na perspectiva da Alfabetização Científica, revelando a carência desse tipo de estudo de mensuração.

Em nível internacional, as primeiras iniciativas com o objetivo de estimar tais níveis em egressos da escola básica, surgiram depois da contribuição supracitada dos eixos que compõe a Alfabetização Científica (RIVAS, 2015). Na maioria dos resultados, concluiu-se que os níveis observados foram abaixo do esperado para o público-alvo analisado, conforme discute Nascimento-Schulze et al. (2006):

Pesquisas que tiveram por objetivo principal a mensuração da alfabetização científica em vários países indicam que uma pequena proporção dos sujeitos estudados possui uma capacitação mínima para entender os termos e processos da ciência. Miller (2000a; 2000b) verificou que apenas 11% dos norte-americanos adultos poderiam ser considerados alfabetizados cientificamente. Na África do Sul, Laugksch e Spargo (1999) encontraram uma proporção básica de alfabetização científica em 36% de uma amostra representativa de alunos que haviam concluído o ensino secundário. Nascimento-Schulze (2006) encontrou uma proporção semelhante, 36,5%, entre estudantes do estado de Santa Catarina; e, ao mensurar a alfabetização científica de 63 professores de ciências de colégios públicos e particulares de Santa Catarina, deparou-se com a realidade de que cerca de um quinto da amostra poderia ser considerado como não alfabetizado cientificamente. (p. 26).

Os Sul-Africanos Laugksch e Spargo (1996) elaboraram um questionário denominado de Test of Basic Scientific Literacy – TBSL, possuindo 110 questões dicotômicas, a fim de mensurar o nível de Alfabetização Científica de egressos do Ensino Médio. As questões versavam sobre os três eixos propostos por Miller (1983), abordando aspectos mínimos que um egresso da Educação Básica deveria possuir para ser considerado alfabetizado cientificamente. Tal instrumento de pesquisa foi validado estatisticamente e aplicado a mais de 4.000 egressos da Educação Básica no momento em que estavam ingressando na universidade.

Segundo Rivas (2015), o TBSL é um importante instrumento para mensurar e comparar o nível de Alfabetização Científica, podendo ser utilizado em diversos grupos diferentes, desde alunos, egressos da escola, professores, cientistas, consumidores, entre outros. Por ser um teste que mensura aspectos básicos, as questões englobam assuntos das Ciências Exatas, Ciências da Saúde, Ciências Biológicas, assim como, os eixos da natureza da ciência e do impacto da ciência e tecnologia na sociedade.

No Brasil, o TBSL foi traduzido por Nascimento-Schulze (2006), aplicando o instrumento com alunos e professores da educação básica de Santa Catarina. Este teste, na língua portuguesa, foi denominado Teste de Alfabetização Científica Básica – TACB. A partir desta iniciativa, outros trabalhos foram produzidos, aplicando o instrumento em diversos contextos.

No trabalho de Rivas (2015), por exemplo, os resultados apontaram que o eixo de melhor desempenho dos respondentes foi o que avalia o conteúdo da ciência e que as questões de pior desempenho eram as relacionadas a temas de Física, sendo que “*mais da metade dos*

*participantes demonstrou não compreender de modo satisfatório a 1ª Lei de Newton”* (p. 13). Isto evidencia que os outros eixos, com questões sobre a natureza da ciência e impactos da ciência na sociedade não obtiveram igual desempenho, sinalizando uma possível ênfase na natureza conteudista do ensino de ciências atual, o que também é corroborado pelo trabalho de Camargo et al. (2011).

Por sua vez, Nascimento-Schulze (2006) observou que alunos da rede pública obtiveram desempenho estatisticamente inferior, quando comparados com alunos de escolas particulares. De forma surpreendente, a autora constatou que essa diferença também foi percebida com os professores desses alunos, havendo uma ligeira diferença estatisticamente considerável entre professores do ensino público e do ensino privado.

Embora alguns estudos tenham se dedicado a mensurar os níveis de alfabetização científica, sendo os que utilizam o TBSL os mais proeminentes internacional e nacionalmente, os autores recomendam que mais estudos sejam realizados, tanto de validação do instrumento em diversos públicos-alvo do contexto brasileiro, como em um aumento na quantidade de respondentes.

Autoras como Nascimento-Schulze (2006), reconhecem que um fator que dificulta a aplicação do teste é o seu tamanho. Um questionário com 110 questões, mesmo que sejam com respostas objetivas, de verdadeiro e falso, torna-se enfadonho para os respondentes, trazendo certo viés nas respostas, assim como a possibilidade de marcar alternativas aleatórias, a fim de apenas concluir a atividade. Esta ação compromete a confiabilidade do instrumento. Conclui-se então, que é relevante e necessário estudos estatísticos de redução instrumental.

É com base nesta dificuldade que este estudo foi motivado. Apresentamos na sequência, os procedimentos metodológicos que tiveram por objetivo reduzir o tamanho do TACB, sem que ele perdesse o seu poder de mensuração. Por meio de técnicas de estatística inferencial, a redução foi realizada e a sua consistência interna atestada para um instrumento de maior viabilidade de ser utilizado no cotidiano dos professores e pesquisadores da área.

## **Metodologia**

O Teste de Alfabetização Científica Básica – TACB é subdividido nos três eixos estruturantes da Alfabetização Científica, sendo que para um respondente ser considerado alfabetizado cientificamente, deve obter êxito em um mínimo de acertos das três subdivisões. Das 72 questões do eixo “entendimento do conteúdo da ciência”, deve-se acertar no mínimo 45 para o escore ser considerado adequado. Para o eixo “entendimento da natureza da ciência”, deve-se acertar 13 dos 22 itens. Por fim, para o eixo “entendimento do impacto da ciência e

tecnologia na sociedade”, que possui ao todo 16 questões, deve-se acertar pelo menos 10. De modo geral, é necessário acertar em torno de 60% de cada subteste. Se em algum dos subtestes o mínimo não for atingido, este respondente não poderá ser considerado como alfabetizado cientificamente.

Todo questionário deve apresentar características de validade e confiabilidade para ser considerado apto a aplicações. Para garantir que um instrumento de coleta de dados meça o que se propõe a medir, é importante o elaborador atestar a sua validade. Por exemplo, um instrumento válido para medir conhecimento prévio, deve mensurar realmente esta característica e não outra, como por exemplo, interpretação de texto. Então, atestando tal coerência, pode-se considerá-lo como válido. A validade geralmente é atestada mediante a análise dos itens, realizada por um grupo de especialistas. Estes avaliam desde aspectos semânticos até mesmo consistências teóricas dos mesmos.

A confiabilidade, por sua vez, atesta que os resultados serão semelhantes se aplicados em uma mesma pessoa em tempos diferentes. Para Figueiredo et al. (2008), há diversas técnicas para realizar tal teste, porém em pesquisa com seres humanos, reproduzir as mesmas condições em dois momentos diferentes é algo praticamente impossível. Considerando esta dificuldade, Moreira e Rosa (2007) salientam que uma das maneiras de calcular esta estimativa é determinar a consistência interna do instrumento em questão. A consistência interna aponta se todos os itens de um questionário medem a mesma característica.

Para Souza et al. (2017), geralmente a consistência interna é aferida através do cálculo do coeficiente Alfa de Cronbach, o qual demonstra o grau de variância entre os itens do questionário. Isto significa que quanto menor a soma da variância, mais consistente o instrumento pode ser considerado. Como é um coeficiente, ou seja, apresenta valores de 0 a 1, quanto mais próximos de 1 for o resultado, mais consistente ele pode ser avaliado, embora valores a partir de 0,60 e 0,70 já sejam aceitáveis pela literatura da área (HAIR JÚNIOR et al., 2006; PASQUALI, 2017). Particularmente, para questionários que apresentam opções dicotômicas de resposta, como no caso do TACB, o teste recomendado para se calcular consistência interna é o coeficiente de Kuder-Richardson, que consiste em um caso específico do Alfa de Cronbach, porém para este formato de respostas.

Como os aspectos de validade dos itens já foram analisados, tanto durante a criação do instrumento (LAUGKSCH; SPARGO, 1996), quanto no seu processo de tradução para a língua portuguesa (NASCIMENTO-SCHULZE, 2006), este artigo se concentrará no processo de redução, atestando seu êxito por meio do teste de confiabilidade supracitado e também na análise da correlação entre os índices de acertos do questionário integral e reduzido.

Um instrumento com determinado valor de consistência interna, possui certa confiabilidade de medida. Sempre que uma redução de instrumento é realizada, seu objetivo é reduzir apenas a quantidade de itens e não o seu poder de mensuração. Por isso, é fundamental que o índice de consistência interna do instrumento não diminua significativamente seu valor durante este procedimento. Ou seja, as questões que fizerem parte do instrumento reduzido, deverão proporcionar valor semelhante ou maior de confiabilidade para o questionário como um todo (PASQUALI, 2017).

Porém, a confiabilidade afere apenas a consistência do instrumento. Para atestar que o questionário reduzido possui o mesmo poder de medida em relação ao questionário integral, é necessário observar se o índice de acertos de um mesmo respondente é semelhante em ambos instrumentos. Para isso, testa-se o grau de correlação entre a quantidade de respostas corretas do questionário integral e a respectiva quantidade de acertos para a sua forma reduzida. Espera-se que um instrumento reduzido, com capacidade de medida semelhante ao instrumento integral, ofereça um alto grau de correlação entre eles.

Para efetuar tais medidas, será utilizado o Teste de Correlação de Pearson, o qual consiste no teste paramétrico utilizado para medir a correlação entre duas variáveis (HAIR JÚNIOR et al., 2006; PASQUALI, 2017). Segundo os autores, o grau de correlação de Pearson gera um número entre -1 e 1 e quanto mais próximo de 1, mais significativa é a correlação. Valores de correlação entre 0,5 a 0,7, indicam uma correlação moderada, de 0,7 a 0,9, correlação forte, e de 0,9 a 1, significa uma correlação muito forte. Portanto, espera-se que para atestar nosso instrumento reduzido como possuidor de semelhante poder de medida, quando comparado ao instrumento original, a correlação deverá ser considerada no mínimo como forte, para cada um dos subtestes e também para o questionário como um todo.

Para realizar o procedimento de redução, primeiramente o instrumento completo foi aplicado em 141 pessoas, egressos do Ensino Médio, alunos de cursos do Ensino Superior de um Instituto Federal de Pelotas/RS. A aplicação ocorreu durante o primeiro semestre de 2018 nas aulas de Física, e os respondentes demoraram um tempo médio de 45 minutos para respondê-lo. O questionário era anônimo e a participação dos alunos não foi obrigatória, sendo que a qualquer momento os participantes poderiam decidir deixar de fazer parte da pesquisa. Os mesmos assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, que assegurava as informações sobre a pesquisa, bem como, a preocupação dos pesquisadores para com o uso adequado dos dados coletados, mesmo que o instrumento não solicitasse informações de identificação.

Em um segundo momento, as respostas foram conferidas e tabeladas em um documento eletrônico para posterior análise em software estatístico. Foi utilizado o *Statistical Package for the Social Sciences – SPSS*, versão 23 para Windows, para efetuar as medidas estatísticas.

Os quantitativos utilizados para a redução do questionário foram o coeficiente Kuder-Richardson e a análise da correlação item-total de cada questão. Conforme referido, o coeficiente de Kuder-Richardson apresenta a consistência interna do instrumento. A correlação item-total, por sua vez, exhibe o quanto o item está correlacionado com o instrumento como um todo. Sendo assim, itens que colaboram para um alto valor de fidedignidade, terão também um alto coeficiente de correlação item-total. Por outro lado, um item que não se adequa à escala, deve apresentar uma correlação item - total baixa (HAIR JÚNIOR et al., 2006). Ao constatar itens com correlações baixas, deve-se verificar se a consistência interna do instrumento aumenta, se este for removido. Ao fim do processo de redução, testou-se a correlação da quantidade de acertos para o instrumento integral e para o reduzido, a fim de observar se o padrão de respostas segue uma tendência semelhante em ambos os instrumentos.

## **Resultados**

Considerando que o TACB é composto por três subtestes, que medem os três eixos estruturantes da Alfabetização Científica, as análises a seguir, serão também realizadas de forma separada para cada subtestes, e posteriormente, para o instrumento integral.

Primeiramente, foi calculada a consistência interna para o questionário como um todo. O valor do coeficiente de Kuder-Richardson foi de 0,841, sendo considerado um valor satisfatório de fidedignidade. Em um segundo momento foi calculado, para cada subteste, os respectivos coeficientes. Para o eixo “entendimento do conteúdo da ciência”, obteve-se um índice de 0,819; por sua vez, o eixo “entendimento da natureza da ciência” apresentou um valor de 0,405; e por fim, para o eixo “entendimento do impacto da ciência e tecnologia na sociedade”, o valor foi de 0,369.

Percebe-se que de forma separada, apenas o primeiro eixo possui um valor satisfatório para sua consistência interna. Um dos motivos que podem auxiliar na explicação deste fenômeno é o número pequeno de itens dos eixos restantes, pois o segundo eixo contém 22 itens e o terceiro eixo, 16. Sendo assim, se procederá com a análise dos itens de cada eixo, buscando identificar os que estão colaborando pouco ou contribuindo para a não fidedignidade geral do instrumento. Realizada esta análise, a consistência interna será calculada novamente para cada eixo e para o questionário integral, a fim de verificar se houve estabilidade ou aumento deste índice.

O quadro a seguir demonstra a correlação item – total para o eixo “entendimento do conteúdo da ciência”:

Item	Correlação de item total						
84	,495	107	,284	78	,215	2	,142
38	,472	41	,279	55	,214	9	,141
82	,445	90	,275	13	,204	88	,137
106	,441	3	,272	91	,204	9	,136
44	,418	5	,259	104	,202	56	,132
92	,391	43	,259	46	,198	11	,128
105	,367	59	,258	103	,198	95	,124
48	,357	40	,256	6	,196	93	,124
1	,341	51	,253	58	,187	101	,115
52	,338	94	,244	8	,183	108	,113
98	,333	97	,242	61	,182	57	,111
109	,324	96	,241	110	,180	100	,103
80	,324	42	,238	99	,170	15	,060
50	,321	83	,236	79	,169	85	,028
45	,321	86	,228	14	,168	81	,018
54	,315	87	,224	12	,153	89	,009
53	,294	47	,222	4	,152	39	,003
102	,289	10	,221	49	,147	60	-,049

Quadro 9 Artigo II: Correlação item – total para o primeiro eixo. Fonte: autores.

Para este eixo, adotou-se um limite de correlação aceitável de 0,250. Com base nesta análise, se pode notar que 45 questões estão colaborando pouco ou até mesmo de forma negativa com este eixo. Ou seja, optou-se por verificar se removendo itens com correlação abaixo deste valor estipulado, a confiabilidade do teste se mantém. Realizado o novo teste, o valor apresentado foi de 0,806, demonstrando que mesmo removendo 45 questões deste subteste, ele se mantém consistente com 27 questões.

Para o segundo eixo, inicialmente com o índice de 0,405, optou-se por remover itens com correlações abaixo de 0,125, conforme o quadro a seguir:

Item	Correlação de item total						
23	,253	32	,206	33	,099	26	,014
36	,237	25	,187	20	,098	27	,002
29	,237	28	,163	30	,077	19	-,051
24	,227	18	,138	35	,069	37	-,075
22	,217	16	,133	17	,060		
21	,215	31	,125	34	,059		

Quadro 10 Artigo II: Correlação item – total para o segundo eixo. Fonte: autores.

É importante salientar que a mudança do limite do valor da correlação considerada para cada eixo, deve-se ao fato de que cada um destes subtestes apresenta diferentes variações de

correlação com o instrumento integral, fazendo com que cada eixo deva ser analisado segundo os seus valores de mínimos e máximos. Isto é, para chegarmos ao valor definido como limite, testamos modelos com mais e menos itens sendo considerados, sendo então, mantido aquele que sustentou o maior valor de consistência interna para a menor quantidade de itens.

Sendo assim, ao realizar o teste novamente, notou-se que o coeficiente aumentou para 0,542. Porém, observou-se também nos novos resultados, que se os itens 16 e 18 fossem removidos, o valor da consistência interna ainda poderia aumentar. Dessa forma, removendo-os, o valor subiu para 0,602. Este valor, embora ainda não seja considerado como satisfatório para o instrumento individual, mesmo assim é maior do que a sua confiabilidade inicial. Dentro desta perspectiva, a decisão de remover a quantidade de 12 itens, parece acertada, pois os removidos atuam mantendo o índice menor do que se poderia alcançar sem eles presentes. Para o segundo eixo, das 22 questões, reduzimos para 10.

Por fim, para o terceiro eixo, optou-se por eliminar as correlações abaixo de 0,125, conforme se pode analisar no quadro 11:

Item	Correlação de item total						
76	,237	62	,149	72	,126	71	,062
69	,217	70	,145	67	,125	75	,062
63	,165	73	,141	68	,118	64	,053
74	,158	66	,140	65	,091	77	-,084

*Quadro 11 Artigo II: Correlação item – total para o eixo 3. Fonte: autores.*

Esta decisão mostrou que o coeficiente de valor 0,369 aumentou deste valor, para 0,393. Assim como no eixo anterior, a nova recombinação dos itens do subtteste, sugeriu que removendo ainda os itens 66 e 67 a confiabilidade poderia aumentar. Realizado este procedimento, o novo valor de consistência interna passou para 0,424, reduzindo 8 itens e também melhorando sua confiabilidade.

Após analisar cada um dos eixos particularmente e notar que mesmo eliminando itens, seus índices se mantiveram semelhantes ou maiores do que seus valores iniciais, é necessário testar o instrumento reduzido de maneira integral, a fim de atestar que o TACB reduzido também possui consistência interna, quando esta é calculada para as 45 questões. Sendo assim, constatou-se que a confiabilidade não só se manteve semelhante, como aumentou seu valor em um centésimo, sendo então igual a 0,842.

Verificados os índices de consistência interna dos subttestes e do instrumento geral, é necessário então testar o instrumento de 45 itens quanto ao seu poder de medida. Para isso,

realizou-se testes de correlação para cada subteste, e no fim, para o instrumento geral. Conforme exposto na seção anterior, correlaciona-se a quantidade de acertos dos respondentes para os 110 e para os 45 itens, a fim de verificar se o padrão de acertos segue tendência semelhante. O quadro a seguir demonstra os referidos valores de correlação:

<b>Correlação de Pearson</b>		
Subtestes	Conteúdo da Ciência	0,928**
	Natureza da Ciência	0,800**
	Impacto da Ciência e Tecnologia na Sociedade e Ambiente	0,818**
Questionário integral		0,932**
** A correlação é significativa no nível 0,01 (bilateral).		

*Quadro 12 Artigo II: Correlações entre os índices de acertos do questionário integral e subtestes. Fonte: autores.*

Pode-se observar que tanto os subtestes quanto o instrumento reduzido geral, demonstraram valores fortes de correlação. Estes resultados indicam que a informação medida pelo instrumento com 110 itens é semelhante à informação inferida pelas 45 questões selecionadas. Isto significa que este número de itens, possuem a mesma confiabilidade e poder de medida do que o instrumento integral, com as suas 110 questões. Tal fato corrobora com a validade e fidedignidade desta versão reduzida do TACB, que pode ser chamada então de TACB-S – Teste de Alfabetização Científica Básica Simplificado.

Para o TACB-S, os índices de acertos seguem a perspectiva do instrumento original, o qual, tinha por base considerar um indivíduo alfabetizado cientificamente aquele que obtivesse acertos em aproximadamente 60% de cada subteste. Para este instrumento reduzido, das 27 questões do eixo “entendimento dos conteúdos da ciência”, deve-se acertar 17. Para o segundo eixo, denominado “entendimento da natureza da ciência”, das 10 questões, deve-se acertar pelo menos 6. Por fim, para o terceiro eixo “entendimento do impacto da ciência e tecnologia na sociedade”, 5 das 8 devem estar corretas.

Embora o objetivo deste artigo seja a redução do TACB, é importante realizar também uma exposição sobre o padrão de respostas observado para este grupo de egressos do Ensino Médio. O grupo era heterogêneo, composto em grande parte por participantes do sexo feminino (58,86%) e a faixa de idades da maioria dos participantes era de 18 a 25 anos.

Para a amostra pesquisada, apenas 51 pessoas (36,17%) atingiram os valores mínimos de acertos para os três eixos. Essa constatação corrobora com os resultados obtidos pelos autores do instrumento, bem como, pelas pesquisas em nível nacional, citadas anteriormente.

Outro fator percebido como relevante é o índice das questões que foram assinaladas com o ponto de interrogação, sugerido a ser utilizado quando o respondente não soubesse a resposta. Das 110 questões, apenas 10 não constaram nos índices daquelas que em algum questionário foi marcada com esta codificação. Ou seja, quase todas foram objeto de dúvidas para algum respondente. Ao realizar uma análise qualitativa nos dez itens que mais foram assinalados com pontos de interrogação, notou-se que desse total, cinco eram questões da área da Física (Itens 90, 78, 75, 85, 83, 84, 51, 48, 91 e 55).

Por fim, a análise dos erros em cada um dos subtestes demonstrou que a maior taxa de questões incorretas estava concentrada nos eixos que versam sobre a natureza da ciência e sobre o impacto da ciência e tecnologia na sociedade. Isto significa que o índice de acertos se concentrou majoritariamente no único eixo que possuía questões sobre conteúdo das disciplinas das Ciências da Natureza. Tal constatação, pode ser um indício da natureza conteudista na qual o ensino de ciências pode ter sido abordado durante a educação básica destes egressos, padrão também percebido nas pesquisas supracitadas.

Tais observações são relevantes por apresentar um panorama da criticidade científica de indivíduos já fora do ambiente da educação básica. Por isso, sugere-se que investigações a fim de aprofundar os resultados, as discussões das causas dos mesmos e opções para atuar nesta realidade, sejam realizadas em estudos futuros.

### **Considerações finais**

Para fins de considerações, as análises objetivando a redução do questionário produziram resultados satisfatórios, simplificando-o de 110 para 45 itens. Este instrumento, embora seja composto por uma menor quantidade de questões, possui mesma confiabilidade e poder de medida que o instrumento integral. É importante salientar que foi respeitada a divisão do questionário original nos três eixos estruturantes da Alfabetização Científica, base na qual ele foi elaborado.

Conforme é possível conferir nos links externos<sup>4</sup>, o TACB-S inclui itens dos três subtestes, assegurando sua estrutura teórica inicial. Isto significa que a quantidade de informações que o questionário original examina nos respondentes, também pode ser encontrada, em escala menor, dentro do seu instrumento reduzido. A eficácia de tal afirmação foi constatada na análise das correlações entre os acertos para o TACB e o TACB-S, gerando

---

<sup>4</sup> TACB. Disponível em:<<https://goo.gl/RijF47>>  
TACB-S. Disponível em:< <https://goo.gl/fS9yks>>

um índice de 0,932, significando uma correlação muito forte entre o instrumento integral e sua versão que chamamos de simplificada.

As questões referentes ao eixo “entendimento dos conteúdos da ciência” são as de 1 a 3, 14 a 26 e as de 35 a 45. O eixo “entendimento da natureza da ciência” é composto pelas questões de 4 a 13, e por fim, o eixo “entendimento do impacto da ciência e tecnologia na sociedade e ambiente” compreende as questões da 27 até a 34.

Acreditamos que este trabalho poderá colaborar com pesquisadores e professores que desejam mensurar níveis de Alfabetização Científica a partir de um instrumento que já é validado e referenciado em contextos internacionais, porém, por desafios de natureza temporal ou de fadiga dos respondentes, a sua aplicação em grande escala poderia ser, até então, inviabilizada. O TACB-S possui 45 itens válidos e fidedignos, que podem servir de base para estes diversos fins da prática escolar e acadêmica.

Recomenda-se que este instrumento seja aplicado nos mais diversos contextos, desde alunos regulares das escolas, para verificar, por exemplo, o crescimento em sua Alfabetização Científica antes e depois de um semestre ou ano letivo, ou em egressos do Ensino Médio, professores, cidadãos de modo geral, enfim; deseja-se que esta proposta de mensuração deste fenômeno possa contribuir com a área, auxiliando na apresentação de diagnósticos sobre a Educação em Ciências do contexto brasileiro.

Por fim, é sugerido também que o TACB-S seja traduzido para o inglês e um teste piloto com alunos estrangeiros seja realizado, a fim de atestar seus índices de confiabilidade e poder de medida também para um público-alvo advindo de uma realidade escolar diferente da vivenciada no Brasil.

### 5.3.ARTIGO III

#### **Measurement of Scientific Literacy level from Basic Education Graduates: results and analysis of possible influences in Brazilian Southern region individuals<sup>5</sup>**

**Abstract:** We present results from a survey that aim to measure the Scientific Literacy level from Brazilian Basic Education graduates. In order to achieve this, we used a simplified version for the Test of Basic Scientific Literacy TBSL and performed statistical tests to verify performance differences among different groups of participants. We observe that a minority of respondents could be considered scientifically literate. We noted that the number of failures, evasion and lack of time for study were directly related to poor performance. The TBSL reduced version aided for the participants willingness and for reduction in application time, which may impact on the trustworthiness of the responses. We conclude that the Scientific Literacy level measured is similar to the results found in the literature and that it is necessary deepens the investigation, in order to look for factors that may explain these observed results. As a suggestion, it is recommended to apply the reduced instrument in the international context, in order to consolidate its reliability process.

**Keywords:** Science Education; Quantitative Research; Statistics.

#### **Introduction**

The science taught at school, in addition to concepts and nomenclatures, usually fails to exhibit its construction and evolution process, as well as to promote a vision of the technologies impact on society and environment. These knowledges form the so called scientific literacy, a goal for Basic Education. However, its level for graduates in far from desired. Questions about it are commonly found in Science Education publications, and delimitate Scientific Literacy as a specific area. Emerged in United States during the heyday of the Cold War, this area aimed to train young people in scientific careers, in order to enhance US technological development. For this, it was essential to invest in scientific education at all levels of education.

Over the decades, its meaning and goals have also undergone changes. At present, it is desired that Basic Education graduates have the skills and abilities that allow them to understand Nature and daily life technologies in a satisfactory way, in order to provide decision making in a critical and responsible manner, aware of the cause and effect relationships that your actions may entail. In this way, according to Lemke (2006), Scientific Education should propose to contribute for social life improvement. For Miller (1983), in order to be considered as scientifically literate, an individual must have minimum degrees of understanding in three distinct axes: understanding of

---

<sup>5</sup> Artigo submetido ao International Journal of Science Education em 2019 (no prelo).

Science contents; understanding of Science nature; and understanding of science and technology impact on society and environment. To this end, the American Association for the Advancement of Science - AAAS, published in 1989, the scientific education goals, as well as the minimum knowledge that every Basic Education graduate should have after school years (AAAS, 1989).

With established ideals, it was necessary to carry out studies on how to measure the Scientific Literacy levels. For Membiela (2007), it is fundamental to investigate how people use science in social and personal contexts. Among highlighted works, Laugksch & Spargo (1996) elaborated an instrument with objective questions, involving the three Scientific Literacy axes postulated by Miller (1983). This questionnaire consists of 110 dichotomous items, which contain basic questions about interdisciplinary subjects of scientific education. This instrument is called TBSL - Test of Basic Scientific Literacy, and was used by researchers from several countries.

According Laugksch & Spargo (1996), their size was one of the main drawbacks. Even the items being made up of small phrases of dichotomous response, the time needed to answer 110 questions was excessive because it exceeds the class scheduled time. According to Nascimento-Schulze (2006), this demand could compromise the reliability of the answers obtained. When reflecting on this need, using the Portuguese version of this instrument (Nascimento-Schulze, 2006), TBSL underwent an instrumental reduction strategy based on inferential statistics techniques (Author1& Author2, 2018). From 110 items, it was possible to reduce the instrument to 45, maintaining internal consistency and measurement power of the original questionnaire. In this way, the new instrument was called sTBSL - Simplified Test of Basic Scientific Literacy, in order to differentiate it from the integral questionnaire. Its reduction has the objective to make feasible the application process in the context of Brazilian schools, in order to adapt the number of questions in function of the time for Brazilian schools. Intentionally, the sTBSL was one of the tools used in this research. This manuscript aimed to present the results obtained from this reduced instrument, carried out with 512 Basic Education graduates, in freshman year at higher education and technical courses, in Brazilian Southern region. Along with quantitative analysis, we perform statistical inference based on the information about sample characterization, seeking to note what factors could influence the Scientific Literacy level of the studied public. The attempt to study such groups derives from the need to understand if social, economic and school factors can be identified as influencers of

this construct, as it happens in the context of science, generally considered a select area. In addition, differences between different groups were studied in the analyzes presented by Laugksch & Spargo (1996).

For Gil & Vilches (2001), Scientific Literacy is one of the most worrisome problems for school education. Although the developed actions achieved the main aims, the longterm results, besides difficult to measure, indicate little effectiveness of the actions carried out. Hence, our target audience is composed by individuals who have already completed the basic education, in order to observe the long-term retention of school knowledge, as well as in the researches that gave rise to the TBSL (Laugksch & Spargo, 1996).

### **Scientific literacy: its meanings and attempts to measure it**

The term Scientific Literacy emerged within a socio-political context of end of Second World War and beginning of Cold War period. The tensions between the conflicting countries were for demonstrating who possessed the greatest technological and military power. The crisis intensified in the United States in 1957, after Soviet Union launch Sputnik satellite. This event gave rise to the country's interest in developing a higher level of understanding of the sciences and interest in scientific careers by general people. According Anelli (2011), US intended to encourage young people to STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) careers.

In order to achieve this, it was essential that basic scientific production and technology development possessed a large amount of economic incentives. However, it was also necessary to train generations of specialists to develop such activities, and it was therefore fundamental, from US point of view, that such careers should be encouraged from the beginning of the child school life. According DeBoer (2000), billions of dollars have been invested in so-called Science Education, with appearance of incentive programs, scientific publications, production of instructional and experimental material and teachers training.

Decades before these events, authors from educational area, like John Dewey in

1916, already emphasized the relevance of scientific knowledge to impact on the life actions of enrolled students (Anelli, 2011). Other authors such as Noll (1935), Davis (1935) and Hoff (1936), addressed such ideal with the concept of scientific attitude, postulating characteristics that science classes should possess, as well as attributes that Basic Education graduates needed to present after the natural sciences primary instruction. It was this socio-

political context that provided the basis for consolidating what was later named Scientific Literacy.

Within educational scope, it is believed that this term first arose in a Paul Hurd's work entitled "Science literacy: its meaning for American schools" (Hurd, 1958). It is understood that the school reality in the Dewey and Hurd writings reflects a daily life different from what was observed in the following decades, becoming these references as an important context to situate the conditions of emergence of the term, that also underwent discussions and modifications of meaning, currently possessing vast production that discusses its emergence and the process of its sense evolution (DeBoer, 2000; Laugksch, 2000; Miller, 1983).

Initially, literature demonstrated a survey for understanding the meaning of this termination, as observed by Shen (1975), which postulates that scientific literacy may be composed of three subdivisions, as its intended objectives and public: Practical; Civic; and Cultural. Practical Scientific Literacy is related to everyday activities. It is that would help people to understand, as well as act and solve problems related to health, food, technologies, and to seek improvements in living conditions. These skills would be available to every individual, and are initially independent of the ability to read and write. Civic Scientific Literacy is the one that would enable individual understanding of the influences and consequences of science in policy decisions, in order to provide governments and citizens with skills of responsible political decision making based on scientific understanding. For Shen (1975), this level of Scientific Literacy has a greater depth dimension than the previous one. Finally, Cultural Scientific Literacy would be derived from the interest of those who do not have scientific training, but are interested in science topics, looking for readings, publications and courses, motivated by the desire to obtain new knowledge, producing a scientific culture, through this contemplative dimension of science, in the author's view.

Miller (1983), based on previous works, postulated that Scientific Literacy could be understood through a three dimensions model, and an individual, to be considered scientifically literate, should understand: scientific contents; the nature of science; and the impact of science and technology on society and the environment. The contents embrace nomenclatures and their meanings, as well as the historical dimension of science. For the nature of science, we understand the scientific method and the epistemological dimension that defines the science and its research procedures. Finally, the impact of science and technology on society and the environment regards the criticality that it is important for citizens to understand the social dimension of scientific undertakings and to observe cause and effect relationships that scientific and technological development can bring to society and nature.

In turn, the AAAS carried out work to encourage science education, one of them being Project 2061: Science for All Americans - SFAA (AAAS, 1989), in which he postulates objectives of scientific education and competences which each individual should possess when graduate in US Basic Education. For AAAS, it is considered scientifically literate that person who understands that science is a human construction, interdependent, with potential and limitations. This individual understands the natural world and its diversity and uses scientific thinking to understand it and make decisions within it everyday.

Bybee (1995) provides another view for this phenomenon. His conception realizes that Scientific Literacy happens through a gradual evolution process, and is also classified into three dimensions: Functional; Conceptual and Procedural; and Multidimensional. Functional dimension focuses on acquisitions of concepts, vocabularies and technical nomenclatures, providing the individual with the understanding that science is made up of specific words, making this notion as possible to identify and understand such terms in readings and discussions. In Conceptual and Processual extension, basically, it is attributed meaning to the already acquired concepts, relating them to events and information of scientific nature. In this dimension, the relevance of the contextualization and understanding of the processes used to produce science is emphasized. The last dimension is Multidimensional, which joins the previous in the search for providing a world view that makes it possible to acquire and outsource scientific knowledge, take scientifically appropriate decisions and also solve everyday problems.

According Laugksch & Spargo (1996), among all these ways of conceiving Scientific Literacy, the dimensions postulated by Miller (1983) were those of greater use in researches of the Science Education area and in the elaboration of documents of institutions for Science popularization, due to the concept coverage and for having been one of the most prominent manuscripts in the quest to measure the level of Scientific Literacy in its totality of meaning.

This diversity of authors, reflecting about the meaning of the concept, corroborated to a plurality of understandings about what is Scientific Literacy. In order to reinforce this statement, Laugksch (2000) points out that this multiplicity of meaning is due also to various interest groups investigating this issue differently, as follows: 1: science education community; 2: social scientists and public opinion researchers concerned with science and technology policy issues; 3: sociologists of science and science educators employing a sociological approach to scientific literacy; 4: informal and nonformal science education community, and those involved in general science communication. For Ogunkola (2013), this conceptual diversity is due to a

process of concept evolution, as well as science, which is also always evolving in the process of understanding the world.

For most of the cited authors, Scientific Literacy could be defined as the public understanding of science. However, for some of them, as Membiela (2007), public understanding of science is what the public really presents as understanding, is the understanding observed through measurement procedures; and Scientific Literacy, in its turn, would be the ideal to be reached, present in the documents that govern the Science Education and the manuscripts that aim its promotion. On the other hand, for authors as Anelli (2011), public understanding of science is simply as it is denominated in the writings coming from UK, whereas Scientific Literacy, in turn, derives from the nomenclature coined in the American works.

In Portuguese, these differentiations also extend in the form of writing, due to the term translation process. In Brazil, is used in most productions the Latin derived term *Alfabetização Científica*, the keyword Scientific Literacy being the second most used, and some authors also use the term Scientific Enculturation. For Sasseron & Carvalho (2011), although each terminology presents their justifications to be adopted, it is perceived convergence points for these different ways to design this theme. For the authors:

We defend a conception of Science teaching that can be seen as a process of "scientific enculturation" of the students, in which we would hope to promote conditions for the students to be inserted in another culture, the scientific culture. Such a conception could also be understood as a "scientific literacy" if we consider it as the set of practices that a person uses to interact with their world and their knowledge. However, we will use the term *alfabetização científica* to designate the ideas we have in mind and that we aim to plan teaching that allows students to interact with a new culture, with a new way of seeing the world and its events, being able to modify them and itself through the conscious practice provided by its knowledge-based interaction of knowledge and scientific knowledge, as well as the skills associated with scientific making (Sasseron & Carvalho (2011), p. 61, translated from Portuguese by the authors).

Thus, we corroborate the understanding that Scientific Literacy provides aptitude for an effective reading of the world, not focusing only on technical and mechanical aspects of memorizing concepts and procedures. Above all, a scientifically literate individual is one who understands the construction and evolution of scientific knowledge and the consequences that science and technological innovations can impact on nature and society. In an overview, one

can consider that, according Lemke (2006), the understanding of this theme meets the ideology proposed for an effective "teaching for life".

In parallel to the emergence and evolution of the meaning of Scientific Literacy, the act of measuring it was also relevant. As noted above, following USSR launched Sputnik satellite, it became necessary for US government to know what was the level of scientific understanding of the population, in order to set goals for incentive programs for scientific careers. According Anelli (2011), the first attempt to measure this construct was made in 1957, being influenced by the aforementioned studies of scientific attitudes, which dealt with characteristics that the individual should present. For Noll (1935), scientific attitudes should be measured, preferably in situations involving individual daily life and not only examples of laboratory mechanically.

The need for measuring Scientific Literacy level also came from the need to attest the success of Science Education incentive programs, where large amounts of money were invested, and satisfactory results are expected at the level of public understanding of the sciences in a medium to long term analysis. For Shen (1975), as important as elaborating actions to promote Scientific Literacy, was also to create means to measure it quantitatively. According to Laugksch & Spargo (1996), a significant number of measurement studies were created between 1960s and 1990s. These instruments sought to measure subdivisions previously mentioned, such as (Bybee, 1995; Miller, 1983; Shen, 1975).

For Bybee (1995), the various Scientific Literacy measurement initiatives focused on verifying vocabulary and process skills, and the application of this knowledge in contextualized situations and occurrences different from those learned, a factor not addressed with satisfaction in these studies. Miller (1983) was one of the most important articles in the area not only by the contribution of three-dimensional model, that would provide the understanding of Scientific Literacy in their view, but also by presenting means of measure it through situations applied to daily life (Laugksch, 2000).

Laugksch & Spargo (1996) reports on the process of preparing, validating and presenting the results of a measurement instrument with the goal of measuring the Basic Scientific Literacy level from Basic Education graduates (Laugksch & Spargo, 1996). The authors based on the objectives for Science Education published in SFAA, elaborated by AAAS (1989) and also in the three axes constituting Scientific Literacy, postulated by Miller (1983).

This instrument is distinguished from others by providing, in one questionnaire, the opportunity to measure the three axes of Scientific Literacy through 110 dichotomous items, answers true or false, addressing interdisciplinary aspects and situations involving basic

knowledge applied to daily life. This instrument was called Test of Basic Scientific Literacy - TBSL, and was directed to individuals graduating in Basic Education.

Over the years, this questionnaire has been consolidated as a reference tool used in several countries around the world to measure this phenomenon quantitatively, pointed by works in South Africa (Laugksch & Spargo, 1996, 1999); Australia (Murcia & Schibeci, 1999); China (Chin, 2005); Israel (Baram-Tsabari & Yarden, 2005); Brazil (Camargo; Barbar'a & Bertoldo, 2005); (Nascimento-Schulze, 2006); United States (Brossard & Shanahan, 2006); and Turkey (Ozdem et al., 2010).

However, the fact that it is an extensive questionnaire, containing 110 items, can make responding a tedious task. As consequence, you can affect commitment of respondents, thus impairing the reliability of the measure and feasibility of applying this instrument in the period of a school class. Thus, we developed a process of instrumental reduction, by means of statistical techniques, that reduced the number of items from 110 to 45, maintaining the same reliability indexes, measuring power and also the proportions of items for each axis originally created. This 45-items instrument was called the Simplified Test of Basic Scientific Literacy sTBSL (Author1 & Author2, 2018).

As discussed by Miller (1983), many tests to measure Scientific Literacy were developed by researchers in the area, however there was a need to construct a questionnaire composed of items with interdisciplinary themes that encompassed the application of science in everyday situations. In this particular, the TBSL stood out for presenting items in this format and based on true or false statements about different aspects of science.

The use of standard tests to infer different aspects of school knowledge is already carried out by tests such as PISA and TIMMS, in which the first one evaluates the reading, mathematics and science performance of students from the final stage of Elementary School in more than 60 countries; and the second assesses students advanced math and physics topics in high school. That is, the TBSL is one of the alternatives to measure scientific knowledge, but with the peculiarity of having as main target audience, not students between the ages of 10 and 17, as in the tests cited, but rather graduates of Basic Education.

In this way, the objective of this article is to measure the level of Scientific Literacy of graduates, in order to answer the level of Scientific Literacy of individuals residing in the southern region of Brazil who completed their basic studies and entered higher education. The next section will discuss the process of application made for this research, using this reduced instrument, as well as characterize the sample studied and the methodological aspects that

guided the interpretation of data collected, in order to measure the scientific literacy level of a basic education group of graduates from Brazilian Southern region.

## **Metodologia**

### *The Simplified Test of Basic Scientific Literacy*

The sTBSL includes items from three subtests, assuring its initial theoretical structure, based on Millers three axes. This means that the amount of information that the original questionnaire examines on respondents can also be found, on a smaller scale, within our reduced instrument. The questions concerning axis 1 are 1 to 3, 14 to 26 and 35 to 45; for axis 2, questions 4 to 13, and finally, axis 3 comprises questions 27 to 34 (see appendix).

For sTBSL, the hit indexes follow the perspective of the original instrument, which was based on considering a scientifically literate individual who obtained correct answers in approximately 60% of each subtest. For our reduced instrument, of the 27 questions of the 'understanding Science contents' axis, one must correctly answer 17. For the second axis, called 'understanding Science nature', of the 10 questions, one must correct at least 6. Finally, for the third axis 'understanding Science and Technology impact on society', 5 out of 8 must be correct.

### *Characterization of the sample*

The questionnaire was applied during 2018 first semester to 512 basic education graduates, enrolled in technical and higher education courses in the Brazilian Southern region. The requirements for participants was completion of basic education and age equal to or greater than 18 years, since it was desired to note the degree of permanence of the scientific knowledge of those who had already completed their studies. Thus, the choice of the sample was due to the availability and volunteering of the participants within the technical and higher education establishments used as space for data collection.

The group consisted of 252 women and 260 men, aged between 18 and 57 years, and the majority (55%) completed basic education in the last 5 years. Of the 512 interviewees, 406 (77.2%) attended public schools; 434 (82.5%) studied in the day shift; and 352 (66.9%) did not need to study and work concomitantly during basic education. Of the total, 402 of them (76.4%) never failed in scholar year, just as 476 (90.5%) did not stop their basic studies at some point in their lives. Currently, 54% of respondents had only basic education as higher school level; 29.3% had diploma of technical course; at university level, 6.7% were undergraduates and 7.4% postgraduates. In summary, based on the data collection environment, the observed patterns

consist of the predicted quantifiers, since the majority of the students (51.7%) presented ages between 18 and 21 years, a period in which they are entering the process of higher education (in Brazil) and occasionally in the job market. They are individuals who have recently completed basic education and most of them in public school system.

#### *Design of statistical analysis*

The data were collected through a printed form, then corrected, tabulated in a spreadsheet and analyzed with statistical software. The analysis consisted of the sum of hits of the integral instrument and also of each of its three axes. From these indices, we compared between different groups in order to verify if there was a statistically significant difference between them. For this, we use parametric hypothesis tests, which analyze each group average hit and compare them, searching for different performance between groups (Hair Jr et al., 2006). For Laugksch & Spargo (1999), it is essential to make comparisons between different groups in order to seek ways to investigate latent factors that might explain possible significant performance differences in Scientific Literacy levels. For samples which satisfy normality tendency (Gaussian distribution), we use a Student t-test for comparison of averages, but if the sample does not conform to a standard curve, we can use a non-parametric test to verify the hypothesis of differences between them.

First, it was necessary to verify if group averages follow the normal curve, and a Kolmogorov-Smirnov test was used. In order to interpret the output of the statistical software for this test, it is sufficient to observe its p-value significance. This analysis tests the null hypothesis (data follow a normal distribution), with an alternative hypothesis for data non-normality. It observes the maximum absolute difference between the cumulative (Normal) distribution function assumed for the data, and the empirical data distribution function Pasquali (2017). As a criterion, this difference is compared with a critical value, for a given significance level. This value, for a 95%- significance, should present a value greater than 0.05 to be considered a normal distribution, that is, if the Kolmogorov-Smirnov test presents  $p < 0:05$ , it means normality.

After this procedure, we performed the comparative analysis of the hit averages. Hypothesis tests were performed comparing the following groups: public schools vs private schools graduates; men vs women; older vs younger participants; individuals who had already failed vs who never failed in basic education; who studied and worked concomitantly vs who only studied; who had attended science classes and who had no contact with science after Basic

Education graduation. In the next section, we present the results and discussion about these analyses.

## **Results**

### *General and specific performance of subtests*

According TBSL (Laugksch & Spargo, 1996), to be considered scientifically literate respondents need to present performance equal to or greater than 60% in each of the subtests (1 - understanding Science contents, 2 - understanding Science nature, 3 - understanding Science and Technology impact on society and environment). If the performance, for any of three axes, is less than 60%, the participant is considered NOT scientifically literate. In the Appendix, we present the sTBSL, with questions 1 to 3, 14 to 26 and 35 to 45 related to axis 1; questions 4 to 13, to axis 2; and questions 27 to 34, to axis 3.

Thus, the descriptive statistics was performed considering the correctness indexes of each participant for each of the mentioned axes. Globally, approximately 1 of each 3 participants was considered as scientifically literate. From the total number of respondents (512), only 169 reached the rates considered as satisfactory in the three sTBSL axes. Particularly, in axis 1, the minimum values were achieved by 73.63% of the total participants; for axis 2, this index was approximately 67.58%, and for axis 3, this figure accounts for 59.57% of the total.

In order to analyze the equality or difference of performance between different groups a hypothesis test must be carried out. According to the literature of the area (Hair Jr et al., 2006), for data considered with normal distribution, parametric tests are used, and the t-test for independent samples is the recommended exam for this procedure.

### *Hypothesis Testing*

As mentioned, to perform the hypothesis tests, it was necessary to verify if the sample is within the appropriate standard for this statistical treatment. For this, we tested the data normality with Kolmogorov-Smirnov test. This test verifies if the trend in the average's distribution follows a normal pattern. For the hit average of the 512 participants, the sample was considered normal ( $p > 0:05$ ), suggesting the use of parametric tests for the average's comparison analysis. For this particular, the t-test was used for independent samples (Hair Jr et al., 2006). Below, the results of seven comparison tests for average hits will be shown, followed by a description and presentation of quantitative data in their respective frames.

*Hypothesis test for gender:* Initially, we performed the comparison of the hits average in sTBSL and the variable "gender" of the participants. Of the total, 260 (50.78%) were male and

252 (49.21%) were female. As can be seen in the table below, the variation in the hit average was 0.91. For this combination of variables, the difference was not considered statistically significant, according to the p-value result of t-test. As can be seen,  $p > 0:05$  and we assume that the null hypothesis is retained.

Hypothesis test for gender			
Group	Amount	Hit average ons TBSL	Standard Deviation
Male	260	30,84	6,697
Female	252	29,93	6,879
p-value (t-test)	0,130		
Decision	Accept the null hypothesis; there is no difference in averages		

*Quadro 13 Artigo III: teste de hipótese para sexo. Fonte: autores.*

*Hypothesis test for school profile:* We considered important to verify if groups coming from different school realities would show differences in their performance. At first, we tested whether there was a difference in the hits average between individuals who completed Basic Education in private and public schools. The majority (86%) of participants were public schools' graduates. According to the test performed, the difference of 0.92 in the average of hits cannot be considered relevant, showing similar performance for both groups. We also conducted a second test only with students from public schools in order to verify if there was a difference in performance between those who completed their studies in state and federal schools. As shown in the table below, approximately 77% of public-school graduates came from the state education system. For these two groups, state school and federal school, the difference of averages of 1.65 was considered statistically significant, signaling differences in the performance of these two audiences.

Hypothesis test for public and private school			
Group	Amount	Hit average ons TBSL	Standard Deviation
Public school	440	30,26	6,880
Private school	72	31,18	6,245
p-value (t-test)	0,288		
Decision	Accept the null hypothesis; there is no difference in averages.		
Hypothesis test for state and federal public school			
Group	Amount	Hit average ons TBSL	Standard Deviation
State Public school	339	29,95	6,925
Federal Public school	101	31,60	6,297
p-value (t-test)	0,015		
Decision	Reject the null hypothesis; there is difference in averages.		

*Quadro 14 Artigo III: teste de hipótese para perfil escolar. Fonte: autores.*

*Hypothesis test for age differences:* the minimum age for participation was 18 years, with no maximum limit. The oldest respondent was 57 years old, making a 39-years variation of the respondents' ages. Based on this data, we separated the participants into a group composed of the youngest (18 to 37 years old), and another group with the oldest (38 to 57 years old), in order to verify if the difference of 1.49 in hit average would be statistically different between them. Since the p-value presented by the t-test was 0.174, that is,  $p > 0:05$ , it emphasized the averages equality.

Hypothesis test between the older and younger			
Group	Amount	Hit average ons TBSL	Standard Deviation
Younger	470	30,51	6,675
Greater age	42	29,02	7,989
p-value (t-test)	0,174		
Decision	Accept the null hypothesis; there is no difference in averages.		

*Quadro 15 Artigo III: teste de hipótese para diferenças de idade. Fonte: autores.*

*Hypothesis test for number of scholar failures:* Respondents also pointed out some characterization items of their school life. One of these items asked whether they had failed during their studies. As a result, we observed that 78.51% of the total participants had never failed. According to the t-test, these two groups showed a significant difference between them. That is, students who never failed obtained an average score higher than those who had already failed.

Hypothesis test for number of scholar failures			
Group	Amount	Hit average ons TBSL	Standard Deviation
Never failed	402	30,77	6,308
Already failed	110	29,00	8,224
p-value (t-test)	0,015		
Decision	Reject the null hypothesis; there is difference in averages		

*Quadro 16 Artigo III: teste de hipótese para quantidade de reprovações. Fonte: autores.*

*Hypothesis test for concomitant study and work:* A second variable of characterization of the school reality was relation between studies and the need to work. Of the 512 participants, 68.75% only studied and the remaining had to reconcile studies and work during basic education. For these groups, the difference of 2.33 in hits average was considered statistically

significant by the test performed. That is, whom had the opportunity to only study during the basic education, at the time of the test, presented better average performance.

Hypothesis test for concomitant study and work			
Group	Amount	Hit average ons TBSL	Standard Deviation
I was just studying	352	31,12	6,121
I studied and worked	160	28,79	7,873
p-value (t-test)	0,000		
Decision	Reject the null hypothesis; there is difference in averages		

Quadro 17 Artigo III: teste de hipótese para trabalho concomitante com estudo. Fonte: autores.

*Hypothesis test for complementary science classes:* Students who, after completing their studies, attended undergraduate or technical courses, were compared to those who had only experienced such subjects in elementary school. Only 34.38% of the participants had attended classes in scientific disciplines. For this plot, there was a significant difference in performance when both groups are compared.

Hypothesis test for complementary science classes			
Group	Amount	Hit average ons TBSL	Standard Deviation
Watched	176	31,86	6,290
Did not watched	336	29,62	6,290
p-value (t-test)	0,000		
Decision	Reject the null hypothesis; there is difference in averages		

Quadro 18 Artigo III: teste de hipótese sobre aulas de ciências depois da educação básica. Fonte: autores.

*Hypothesis test for study continuity:* Finally, the last variable checked was if any participant needed to stop their studies briefly. Most respondents attended basic education on an ongoing basis, however, approximately 7% of the total, stopped and resumed their studies later. The hypothesis test measured a difference in the performance of these two groups. With a p-value of 0.004, and variation in sTBSL hits averages of 3.35, by those who did not stop studying, was considered statistically relevant.

Hypothesis test for study continuity			
Group	Amount	Hit average ons TBSL	Standard Deviation
Stopped studying	36	27,28	9,588

Did not stopped studying	476	30,63	6,490
p-value (t-test)	0,004		
Decision	Reject the null hypothesis; there is difference in averages		

*Quadro 19 Artigo III: teste de hipótese sobre parada momentânea nos estudos. Fonte: autores.*

## Discussions

From the presented results it is possible to discuss what is the Scientific Literacy landscape for this particular Brazilian public. We highlight that these conclusions should be limited to the sample studied, although populations for the present research and for Laugksch and Spargo's work are similar in profile, thus allowing, in certain level, generalize common conclusions topics since they are both basic education graduates, enrolled in technical and undergraduate courses.

Only 169 participants could be considered as scientifically literate, since they obtained a satisfactory minimum performance in the three axes that compose the questionnaire. This quantity, although low, is supported by researches using TBSL to measure this construct, around the world (Camargo; Barbará & Bertoldo, 2005; Camargo et al., 2011; Laugksch & Spargo, 1996, 1999; Nascimento-Schulze, 2006; Rivas, 2015).

It was also possible to note that the axis 1 (understanding of the science content) was the subtest that had a higher rate of right answers among the three. This also corroborates results from Rivas (2015) and Camargo et al. (2011), which argue that such evidence suggests predominance of this type of training in Brazilian schools, i.e. a perspective largely content-centered and focused in mathematical procedures, not considering in the same proportion the epistemological aspects of science and also their relationships with society and the environment. For Membiela (2007), there is no way to increase the scientific literacy levels without a reflection on the curricular aspects of the scientific disciplines.

Regarding the hypothesis tests, the results for gender and age are in line with the results already observed in Author1 & Author2 (2017), where men and women, and older and younger individuals, presented similar statistical performance.

According to Nascimento-Schulze (2006), one of the main conclusions of TBSL in South African graduates' context is the difference in performance among young African born in relation to young white people. According to the author, this "reflects the impact of the "apartheid" existing in the nation in past decades" (Nascimento-Schulze (2006), p. 112, comas in original, translated from Portuguese by the authors).

The author also reports that in its TBSL application for basic education final-year students, one can notice difference between individuals from public schools and private schools. Although in the here presented analyzes, the average number of successful private school graduates was higher than that of public-school graduates, this difference was not considered statistically significant. However, within the context of the public-school system, it was observed performance difference of evidence among graduates from state schools and federal schools. This aspect indicates the importance of deepening this research, in order to verify what factors can corroborate the appearance of this difference.

The other tested hypotheses refer to conditions related to the process of science teaching during basic education. All of them had as result to reject the null hypothesis, differentiating them from their opposite groups.

In summary, individuals who failed in same school year, or needed to reconcile work with studies, or evaded teaching momentarily, presented, at present, lower rates of Scientific Literacy. This highlights the fact of the quality and also the study conditions are essential to learning takes hold, because as also noted, participants who attended scientific disciplines after basic education, had higher levels of performance. These implications are in line with the results from Miller (1983), who observed a positive correlation between the performance in his tests and the level of schooling of the interviewees. The factors evidenced in our analysis suggest that the scientific literacy landscape of this group, in general, meets the standards presented in the literature.

It is important to reflect on the low scientific literacy level measured in school graduates. The studied public, individuals entering technical courses and higher education, was chosen because of the feasibility of applying the instrument, since it would be difficult in other environments to gather aspects of disposition, time, interest and controlled environment to perform a collection of reliable data. This means that the portion of the population studied are people who have completed basic education and had the opportunity and interest to enter vocational courses and higher education. That is, if it were included in this sample, individuals who did not continue their studies after basic education, we can assume that the number of participants considered to be scientifically literate would be even lower.

### **Considerations**

We carried out a research with the objective of measuring Scientific Literacy level of a group of basic education graduates. The results demonstrate the need to deepen the research in

order to ascertain what factors present in participants school life could corroborate more for the indices recorded here.

From the total of 512 participants, only 169 (33%) were considered to be scientifically literate, according to the perspective that a minimum of approximately 60% of each subtest must be correct. We conclude that in axis 1 (content of science), there was a greater index of correctness. In axis 2 and 3, which deal with the nature of science and the relation of science and technology in society, respectively, the values of correctness have shown to be adjacent to the proposed minimum.

Factors related to their school process, such as the number of school failures, the need for reconciliation between work and study and the school dropout, initially presented a correlation with the scientific literacy level measured in the sTBSL perspective. This emphasizes the importance of integral formation also for those who have not all the effective time only for the studies, as well as for the minorities that reprove or evade the school and then return, since they need moments of resignification of their difficulties, so that the cognitive advance may also accompany the advance into the later series.

The questionnaire (sTBSL) used consists of an instrument that can help teachers and researchers in the task of inferring the level of Scientific Literacy in a quantitative and feasible way within the Brazilian school context. Its usefulness, for example, is to know the knowledge of a new class at the beginning of the school period or even to carry out pre and post-tests in order to verify if the school year has brought an increase in the students' scientific understanding.

The choice of this instrument, created by Laugksch & Spargo (1996), was due to its theoretical basis (AAAS, 1989; Miller, 1983) and the fact that it is a test very incorporated by other researchers in the area. Moreover, its composition in the form of items of short sentences and dichotomous response, makes possible its large-scale application and analysis through statistical treatments.

Although the instrument was developed in 1996, in Brazil, the questionnaire arrived only 10 years after its publication, translated by Nascimento-Schulze (2006), adapted to the Brazilian school reality. Recent researches use it as a reference instrument in Brazil (Camargo; Barbará & Bertoldo, 2005; Rivas, 2015). That is, although the breeders presented the instrument 23 years ago, here in Brazil, it was translated to only 13 and began to be incorporated by researchers in the last decade.

Although the school system has undergone changes in the past 23 years, reflecting on the need to replace its questions with more updated ones, this process would not reduce the time of

application of the test. The quantity of 110 items was the main factor of the instrumental reduction procedure described in Author1& Author2 (2018).

In addition, by changing the items, replacing them with others, the essence of the TBSL would not be maintained, as would the structure that validated it. Therefore, when analyzing the TBSL items, it was verified that their issues deal with scientific concepts and phenomena, epistemological nature and social impacts in which they are still in vogue, constituting aspects still present for the scholarly and scientific discussions. Our contribution was its reduction, which may allow better conditions of its application in the Brazilian educational context.

Finally, it was observed that the level of scientific literacy of the group studied is below that considered satisfactory, since only about 33% of them reached the expected minimum performances.

It is important to point out that here presented results are not entire generalizable, however, it is composed of relevant data and procedures to be repeated in future studies, in other contexts and target audiences, in order to aggregate indexes and discussions to the process of reflection about quality of Basic Education and the challenges of Science Education in Brazil.

In addition to this suggestion of deepening the research, it is recommended to carry out the application of the sTBSL in other Brazilian contexts and also in international scope, in order to consolidate its reliability of measurement.

## 5.4.ARTIGO IV

### **Alfabetização Científica e a Contextualização do conhecimento: um estudo da Física aplicada ao trânsito<sup>6</sup>**

**Resumo:** Apresentamos os resultados de um estudo com egressos do Ensino Médio que buscou investigar o nível de alfabetização científica e a capacidade de interpretar situações do trânsito à luz da Física. A partir desta mensuração, realizamos testes estatísticos a fim de inferir se tais índices possuíam conexão com as aulas de Física que os participantes vivenciaram e também com o grau de informação sobre temas científicos que acreditavam deter. Como resultados, foi possível evidenciar ligações estatisticamente significativas entre a maioria dos constructos analisados, destacando a correlação entre o nível de alfabetização científica de quem assistiu aulas de Física com características que poderiam potencializar uma Aprendizagem Significativa. Como contribuição, defendemos a inclusão de um quarto eixo, o da proficiência científica, no modo de mensurar o nível de alfabetização científica, postulado por Jon Miller.

**Palavras-chave:** Física aplicada ao trânsito; Mensuração; Proficiência Científica.

#### **Scientific Literacy and knowledge contextualization: a study of traffic applied Physics**

**Abstract:** We present the results of a study with High School graduates that sought to investigate the scientific literacy level and the ability to interpret traffic situations in the light of Physics. From this measurement, we performed statistical tests in order to infer if these indexes had a connection with previous Physics classes experienced by the participants and also with the degree of information about scientific topics that they believed to hold. As results, it was possible to show statistically significant connections between the majority of the analyzed constructs, highlighting the correlation between the scientific literacy level of those who attended Physics classes with characteristics that could enhance Significant Learning. As a contribution, we defend the inclusion of a fourth axis, Scientific Proficiency, in the way of measuring the level of scientific literacy, postulated by Joh Miller.

**Keywords:** Traffic applied Physics; Measurement; Scientific Proficiency.

#### **Introdução**

Qual é o nível de Alfabetização Científica da população? Como mensurar um constructo de significado tão relativo na literatura? Quantos indivíduos possuem a competência de utilizar seus saberes para compreender com maior precisão seus cotidianos? Quais fatores podem influenciar essa aptidão? Tais indagações apresentam questionamentos comumente observados em manuscritos da área (DELIZOICOV; LORENZETTI, 2001; ANELLI, 2011; SASSERON; CARVALHO, 2011), os quais, agregam esforços em prol da pesquisa em Educação em Ciências e do ideário da formação de egressos do sistema escolar cientificamente alfabetizados. A pesquisa apresentada nesse manuscrito tem por pretensão entrar em ressonância com essas aspirações.

---

<sup>6</sup> Artigo aceito para publicação na Revista Brasileira de Ensino de Física da Sociedade Brasileira de Física em 2019.

A disciplina de Física busca estudar fenômenos que habitualmente podem ser apreciados no cotidiano. Para este estudo, o contexto designado foi o trânsito, pois uma aproximação da Física a situações aplicadas no trânsito pode possibilitar ao estudante melhores compreensões dos conceitos abordados em sala de aula (CHAGAS, 2014). Praticamente todos estamos permeados por esse contexto e assim, se constitui de uma fonte rica de exemplos nos quais a Física pode ser utilizada para contextualizar os assuntos abordados dentro do Ensino Médio.

Além da pertinência apresentada, há também razões de cunho social que amparam a relevância da união entre a Física e o trânsito, pois entre os agravantes de maior ocorrência nas mortes de trânsito, estão os concernentes a negligências e imprudências derivadas, ambas, da tomada de decisão dos condutores e pedestres (NEGRINI-NETO; KLEINUBING, 2012).

À vista disso, é presumível, embora não seja causal, que seja de maior probabilidade que, aquele cidadão detentor de percepções de maior instrução quanto ao vínculo de causa e efeito das suas ações, tome decisões com maior grau de criticidade em seu cotidiano.

De acordo com Miller (1983), um cidadão para ser considerado como alfabetizado cientificamente deve apresentar, após o término da Educação Básica, níveis mínimos de entendimento em três eixos: conteúdos da ciência; natureza da ciência; e impacto da ciência e tecnologia na sociedade. Fazendo uso desta base teórica e acrescentando os objetivos da educação científica postulados pela *American Association for the Advancement of Science* (AAAS, 1989), Laugksch e Spargo (1996) elaboraram um instrumento que visou mensurar quantitativamente os níveis de entendimento supracitados.

Tendo como suporte a linha de investigação desses dois autores, esse estudo apresenta os resultados de uma investigação que visou inferir se egressos do Ensino Médio possuem a competência de utilizar os seus saberes para julgar a coerência científica de situações Físicas aplicadas ao cotidiano do trânsito e assim, notar se tal qualificação possui vínculo estatístico com o nível de Alfabetização Científica, interesse por temas científicos e com as aulas de Física que os mesmos vivenciaram enquanto estudantes da Educação Básica.

Os participantes foram egressos do Ensino Médio, ingressantes de cursos técnicos, tecnólogos e graduação de um Instituto Federal e Universidade Federal do estado do Rio Grande do Sul. Estes, responderam quatro questionários, que visaram mensurar os constructos descritos no parágrafo anterior. Posteriormente, fazendo uso de técnicas estatísticas, analisamos os índices de desempenho e os cruzamos com dados de caracterização dos participantes na busca de correlações significativas (VIZZOTTO; MACKEDANZ, 2018a; 2018b).

Sustentamos que este estudo poderá contribuir com a reflexão sobre a retenção de conhecimentos à longo prazo, pois esta perspectiva de investigar egressos do Ensino Médio

aparece de maneira sutil na literatura nacional, assim como, cooperar com os esforços por uma metodologia quantitativa de mensuração da Alfabetização Científica dentro do contexto escolar.

### **A Alfabetização Científica e o desafio de mensurá-la**

O contexto sócio-político de surgimento do conceito da Alfabetização Científica se deu na metade do século XX, mais especificamente, quando no início da corrida espacial-armamentista, a União Soviética lançou o Sputnik 1, em 1957. A detenção desta capacidade poderia sinalizar, entre outras coisas, maior possibilidade de obter êxito em investidas militares e também desenvolvimento de tecnologias industriais e bélicas contra o principal opositor, os Estados Unidos da América – EUA. Este feito fez surgir nos EUA um movimento de incentivo a compreender o nível de entendimento científico dos seus habitantes, bem como, suscitar o interesse da população por carreiras correlatas com esta área de conhecimento, como Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (ANELLI, 2011).

Tais incentivos dependiam do investimento de recursos financeiros para sua implementação, pois, além de aplicar dinheiro na pesquisa científica de base, acreditavam que o surgimento de uma cultura científica pressupõe que os estímulos sejam realizados desde os primeiros anos de educação básica de um indivíduo. Tendo em vista este desafio, o ideário da educação científica recebeu bilhões de dólares de investimento, direcionados para produção de material de instrução, formação de professores, disseminação e transposição do conhecimento científico para o público leigo, além publicações e programas de incentivo à popularização da ciência (DEBOER, 2000).

A importância de que os conhecimentos científicos estivessem presentes nas ações da população já era defendida anos antes da implementação dos incentivos supracitados. Denominado Atitude Científica, esse conceito foi abordado por autores como Noll (1935), Davis (1935) e Hoff (1936), e seus trabalhos discutiam atributos relevantes que as aulas de disciplinas científicas deveriam apresentar, bem como, as competências que egressos da educação básica deveriam possuir. Ao unir tais objetivos com as necessidades derivadas do momento sócio-político estadunidense, surgiu o ideário que, com o passar dos anos, foi se constituindo no que atualmente denomina-se de Alfabetização Científica.

Este termo, dentro do contexto educacional, foi postulado por Paul Hurd (1958). Do seu surgimento até a atualidade, esse vocábulo foi objeto de expressiva discussão sobre seu significado, fazendo com que hoje, exista uma diversidade de concepções acerca da sua interpretação.

Para Shen (1975), a Alfabetização Científica engloba três subdivisões: Alfabetização Científica Prática, Alfabetização Científica Cívica e Alfabetização Científica Cultural. A Alfabetização Científica Prática, está conectada ao cotidiano, pois contribui na utilização dos conhecimentos científicos para interpretar e solucionar problemas e melhorar a qualidade de vida da população. A Alfabetização Científica Cívica está relacionada à competência de utilizar os saberes científicos para compreender a influência da ciência em ações políticas, potencializando com que a tomada de decisão dentro dessa área possa ser pautada por estes entendimentos. Por sua vez, a Alfabetização Científica Cultural é entendida como aquela que está presente no interesse de pessoas sem formação científica, mas que buscam apropriar-se de tais conhecimentos por meio de publicações, cursos, debates, etc., fomentando o cultivo de uma cultura entre indivíduos que partilham desses interesses.

Na visão de Miller (1983), a Alfabetização Científica também poderia ser subdividida em três eixos estruturantes: Entendimento dos conteúdos da ciência (Eixo 1), Entendimento da natureza da ciência (Eixo 2) e Entendimento do impacto da ciência e tecnologia na sociedade e ambiente (Eixo 3). O eixo 1 refere-se às nomenclaturas, conceitos e também à dimensão histórica da ciência. Por sua vez, o eixo 2 aborda os aspectos epistemológicos e metodológicos da construção do conhecimento científico. Por fim, o eixo 3 tange pontos que versam sobre o domínio crítico necessário para compreender as influências das tecnologias e dos feitos científicos na natureza e sociedade.

Uma concepção tridimensional também pode ser observada na produção de Bybee (1995). Este considera que a Alfabetização Científica evolui de modo gradativo, e classifica esta transição em: Alfabetização Científica funcional, Alfabetização Científica conceitual e processual, e Alfabetização Científica multidimensional. A primeira, está relacionada ao processo de aquisição. Esta, pode ser de conceitos, termos técnicos, etc., e possibilita ao indivíduo a capacidade de entender que a ciência possui o seu vocábulo próprio, para assim potencializar a identificação de tais termos em meios de instrução e divulgação científica. A Alfabetização Científica conceitual e processual, é entendida como um acréscimo à anterior, na qual se atribui significados aos vocabulários já estabelecidos, potencializando a compreensão dos mesmos. Nesta dimensão, ressalta-se a importância da contextualização como ferramenta para alcançar a evolução da Alfabetização Científica funcional para a Alfabetização Científica conceitual e processual. O último estágio de Alfabetização Científica é o multidimensional. Este, consiste em uma união dos dois anteriores, aliada a uma visão de mundo que proporcione aplicar os saberes aprendidos em situações cotidianas, assim como, os auxilie no processo de tomar decisões pautadas pelo conhecimento científico.

Uma das produções científicas realizadas pelos EUA foi o “*Project 2061 – Science For All Americans – SFAA*” (AAAS, 1989), que prescreve os objetivos da educação científica, postulando quais seriam as competências que cada egresso do sistema de ensino básico deveria possuir ao concluir esta etapa de instrução. De modo geral, esta publicação considera como alfabetizado cientificamente aquele indivíduo que utiliza o seu conhecimento científico para tomar decisões e entende a natureza e sua diversidade. Este egresso da escola compreende as limitações e potenciais da ciência, pois esta é uma construção humana e está em constante revisão e evolução.

Percebe-se na concepção de cada um dos referenciais citados, que a Alfabetização Científica pode ser abordada sob diversos aspectos, cada um com suas especificidades, porém com pontos em comum entre todas, como por exemplo, a abordagem de que não basta apenas saber conteúdos científicos para ser considerado como alfabetizado cientificamente, pois é fundamental compreender também a dimensão de construção desse saber. Outro ponto relevante é o destaque de que o conhecimento científico consiga ser utilizado para compreender o cotidiano, para assim haver maiores possibilidades de o indivíduo tomar decisões cientificamente coerentes na sociedade.

Transpondo este tópico para a língua portuguesa, as distinções não são apenas de significado, mas também de variações na nomenclatura. Os três termos mais utilizados na literatura são “Alfabetização Científica”, sendo seguido por “Letramento Científico” e também por “Enculturação Científica”.

Ao realizar uma busca no primeiro semestre de 2019 na base de indexação do Google Acadêmico, em páginas somente em português, excluindo patentes e citações, foi possível encontrar aproximadamente 117.000 resultados para o descritor “Alfabetização Científica”, 41.500 para “Letramento Científico” e 2.510 resultados para “Enculturação Científica”.

A diversidade desses descritores advém da tradução e de justificativas linguísticas. Inicialmente, o termo “*Scientific Literacy*” foi traduzido de forma literal como Letramento Científico. Porém, na língua francesa, sua tradução consiste em “*Alphabétisation Scientifique*”, e por sua vez, na língua espanhola, “*Alfabetización Científica*”, sendo assim, ambas as traduções podem ser transpostas para a língua portuguesa como “Alfabetização Científica”.

Nessa última, há autores que diferenciam Alfabetização Científica de Letramento Científico, pois, segundo eles, este primeiro faz referência apenas ao processo de conceituação dos termos e da linguagem científica e o segundo, considera o impacto da aplicação deste conhecimento dentro da dimensão social do mundo. Ainda há o termo Enculturação Científica, defendido por autores que argumentam que para se obter êxito nos ideais propostos pela

Alfabetização Científica, é necessário a criação de uma cultura científica (MAMEDE; ZIMMERMANN, 2005; CUNHA, 2017).

De acordo com Sasseron e Carvalho (2011), há pontos de convergência na concepção de autores que estudam esta temática. Seja Alfabetização, Letramento ou Enculturação, percebe-se o ideário de um ensino que *“permita aos alunos interagir com uma nova cultura, com uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-los e a si próprio através da prática consciente propiciada por sua interação cerceada de saberes de noções e conhecimentos científicos”* (p. 61).

Além de concordar com as autoras, também adotamos as concepções de Auler e Delizoicov (2001), que defendem a ideia de que alfabetizar não se resume a um jogo mecânico de juntar e decodificar letras. Além de ler e escrever palavras, alfabetizar possibilita, segundo Lemke (2006), uma *“leitura de mundo”*. Nesse sentido, compreendemos que a Alfabetização Científica consiste em um estado que não se resume somente a nomenclaturas e conceitos técnicos da ciência, mas sim, proporciona interpretar o cotidiano com uma visão pautada pelo conhecimento científico. Uma pessoa considerada alfabetizada cientificamente percebe também o processo de elaboração e evolução da ciência, além de o impacto que os feitos científicos podem causar na natureza e na sociedade.

De acordo com Laugksch e Spargo (1996), as concepções sobre a definição de Alfabetização Científica de maior proeminência na literatura foram as de Miller (1983), resultado da abrangência do seu modelo tridimensional de compreensão da Alfabetização Científica. Conforme os autores, acredita-se que o fato de as produções de Miller buscarem mensurar qualitativa e quantitativamente os níveis de Alfabetização Científica, colaborou para a relevância do autor na área, motivo pelo qual o utilizaremos como nosso referencial teórico para as discussões apresentadas neste manuscrito, pois nosso estudo, de certa maneira, está alinhado com este objetivo de mensuração.

Conforme referido, juntamente com as discussões sobre o conceito de Alfabetização Científica, evoluiu também as tentativas de mensurar este constructo. Após o lançamento da Sputnik, e a conseqüente necessidade de os EUA produzir ciência e engajar indivíduos para as carreiras científicas, fez-se necessário, primeiramente, conhecer o nível de conhecimento científico que a sua população possuía, assim como, após os projetos de Alfabetização Científica desenvolvidos, era fundamental existir instrumentos que medissem se tais ações e investimentos estavam apresentando efeitos significativos no público-alvo (VIDOR et al., 2009).

As primeiras tentativas aconteceram em 1957, tendo como base os estudos de atitudes científicas citados anteriormente, pois estes forneciam características que um egresso da escola teria de apresentar após sua conclusão (ANELLI, 2011). Noll (1935), defende que tais atitudes deveriam ser mensuradas, preferencialmente, em contextos cotidianos, não resumindo a maneiras mecânicas, como exemplos laboratoriais.

Shen (1975) defendia a importância de se elaborar ações de fomento à educação científica, porém julgava como imprescindível desenvolver ferramentas para mensurar tais níveis de forma quantitativa. Segundo Laugksch e Spargo (1996), entre as décadas de 1960 e 1990, um número expressivo de estudos com este objetivo foram publicados, tendo como base, mensurar as características de uma pessoa alfabetizada cientificamente, de acordo com as ideias de Shen (1975), Miller (1983), e Bybee (1995).

Um aspecto criticado por Bybee (1995) é que a maioria das iniciativas de mensurar a Alfabetização Científica abordava este tema enfatizando aspectos de vocabulário e conceituação, e a aplicação destes conhecimentos em outras situações era um enfoque não abordado de forma satisfatória pelos estudos, até então. Esse fato, corroborou para que o estudo de Miller (1983) obtivesse visibilidade, pois esse, além de propor a aplicação de conhecimentos científicos no cotidiano, apresentou maneiras de mensurar estas características de forma quantitativa (LAUGKSCH, 2000).

Com base na concepção de Alfabetização Científica postulada por Miller (1983) e nos objetivos da educação científica do SFAA (AAAS, 1989), Laugksch e Spargo (1996) divulgaram uma pesquisa, na qual, relatava a elaboração e validação de um questionário, chamado de *Test of Basic Scientific Literacy – TBSL*, que se propunha a medir o nível de Alfabetização Científica de egressos da educação básica da África do Sul. Este questionário se distingue de outros estudos apresentados, pois é composto por questões fechadas, de verdadeiro e falso, aplicadas em situações cotidianas e aborda em um mesmo instrumento, de modo interdisciplinar, as ciências aplicadas dentro dos três eixos estruturantes da Alfabetização Científica, de acordo com o referencial seguido pelos autores.

Após a apresentação dos primeiros resultados de pesquisa utilizando este instrumento, outros autores o empregaram para efetuar medidas de Alfabetização Científica em diversos países do mundo, como na África do Sul (LAUGKSCH; SPARGO, 1996; 1999); Austrália (MURCIA; SCHIBECI, 1999); China (CHIN, 2005); Israel (BARAM-TSABARI; YARDEN, 2005); Brasil (CAMARGO et al., 2005; NASCIMENTO-SCHULZE, 2006; RIVAS, 2015; RIVAS et al. 2017); Estados Unidos (BROSSARD; J. SHANAHAN, 2006); Turquia (ÖZDEM et al., 2010).

Contudo, o TBSL possuía algumas limitações. Segundo os elaboradores, a principal delas era a sua extensão. O instrumento é composto por 110 itens, que mesmo sendo itens curtos, e de resposta dicotômica, o tempo para respondê-los ultrapassava o período de uma aula escolar. Somando a esse empecilho, de acordo com Nascimento-Schulze (2006), é possível que a quantidade de 110 questões pudesse afetar a confiabilidade da medida, devido à fadiga dos respondentes.

Assim, conduzimos uma metodologia de redução instrumental, relatada em Vizzotto e Mackedanz (2018b) na qual, após um teste piloto, utilizamos técnicas estatísticas para diminuir a quantidade de itens do TBSL, reduzindo-o de 110 para 45 itens, mantendo constante os indicadores de consistência interna, a proporção do constructo medido para cada eixo, e também, o poder de medida. Esse instrumento reduzido, na língua portuguesa, foi denominado de Teste de Alfabetização Científica Básica Simplificado – TACB-S e tem por objetivo viabilizar a sua aplicação em pesquisas acadêmicas e no contexto escolar, adequando um número exequível de itens de acordo com a quantidade de tempo disponível para a sua aplicação.

Conforme referido, havia uma carência por produzir testes de Alfabetização Científica que abordassem a aplicação dos saberes do cotidiano. As produções de Miller (1983) e de Laugksch e Spargo (1996) ocuparam-se desta perspectiva. Dentro da psicologia cognitiva, a Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2003) está alinhada com essa concepção, pois considera que uma das maneiras de verificação de Aprendizagem Significativa de um conhecimento é observar se o indivíduo consegue o transpor para situações de aplicação diferentes das que ele aprendeu.

Aprender de modo significativo, é um procedimento por meio do qual um novo conhecimento se relaciona, de modo substantivo e não arbitrário, a outro saber relevante, já presente na estrutura cognitiva do indivíduo. Se relacionar de modo não arbitrário, significa que o conhecimento não vai se relacionar com qualquer aspecto da estrutura cognitiva do aprendiz e sim, se relacionará com conceitos logicamente relevantes, chamados de “Subsunçores”. Em segunda instância, se relacionar de modo substantivo, demonstra o que é incorporado à estrutura cognitiva: substância do novo conhecimento, das novas ideias, não as palavras precisas usadas para expressá-las. O mesmo conceito ou a mesma proposição podem ser expressos de diferentes maneiras (MOREIRA, et al., 1997). Ou seja, os novos saberes se conectam com o conhecimento prévio que o indivíduo já possui. Uma aprendizagem significativa ocorre quando essa ligação acontece. A esta conexão, Ausubel chama de “Ancoragem”.

Para que esse processo aconteça, de modo essencial, é necessário que duas condições sejam contempladas: 1) O material deve ser potencialmente significativo. Isso é, deve possuir um significado lógico que proporcione as condições para haver um contato adequado entre esse conhecimento e o estudante. 2) o aprendiz deve exprimir uma predisposição para aprender, a qual não se limita a aspectos motivacionais, mas sim, espera-se que o indivíduo possua em sua estrutura cognitiva “ideias-âncora” que sejam relevantes, a fim de se relacionar com o material de instrução (MOREIRA, 2012).

Considerando as duas condições básicas com as quais possam acontecer uma aprendizagem significativa, percebe-se que as aulas, a didática do professor e os materiais utilizados, que estimulem a passividade entre os estudantes podem não ser práticas potencialmente significativas. Ênfase em práticas que estimulem de forma desconexa a memorização, falta de contextualização, falha na proximidade com a realidade do aprendiz, falta de discussões em sala de aula, entre outras, podem não satisfazer ambas as condições essenciais (DARROZ et al., 2015).

Um conhecimento aprendido de forma alinhada ao ponto de vista científico e de modo significativo poderá ser relevante na estrutura cognitiva de um indivíduo para o auxiliar na sua interpretação de mundo, assim como é possível que o ajude na sua tomada de decisões também (SANTOS; MORTIMER, 2001). Daí a relevância de os conhecimentos serem aprendidos significativamente. Dessa maneira, acreditamos que saberes que façam sentido para o aprendiz, que considerem o seu conhecimento prévio e que se relacionem com o seu cotidiano de forma relevante, possam contribuir para o nível de sua Alfabetização Científica.

Essa concepção tem por base a defesa de que é possível que conhecimentos aprendidos de maneira significativa possam apresentar maior estabilidade e taxa de retenção na estrutura cognitiva do indivíduo. Tendo em vista essa hipótese, acredita-se que durante situações corriqueiras do cotidiano, em momentos de mobilização de saberes para interpretá-lo e tomar decisões, os conhecimentos escolares possam estar em evidência em sua mente para serem utilizados em seus julgamentos e compreensões da realidade ao seu redor.

Assim, conhecimentos de Física escolar, aprendidos de maneira significativa e presentes por maior tempo na mente de egressos do Ensino Médio, podem contribuir para suas “leituras de mundo” e então, possibilitar a expectativa de que consigam ser transpostos para o entendimento de contextos cotidianos, como no caso de trânsito. Dessa forma, em comparação à conhecimentos aprendidos de maneira desconectada da realidade e com baixa taxa de retenção, pode-se considerar que uma aprendizagem significativa da Física escolar pode

contribuir (embora essa relação não seja causal) para a formação de um motorista, passageiro e pedestre com maior possibilidade de atuar nesse meio de maneira crítica e responsável.

De acordo com Moreira (2012), a avaliação de uma aprendizagem significativa envolve observar as competências de compreensão, captação de significados e capacidade de transferências do conhecimento a situações não conhecidas ou não rotineiras.

Segundo a Teoria da Aprendizagem Significativa, não há como inferir a ocorrência de uma aprendizagem significativa, pois o processo é interno e uma aprendizagem não se consolida em um intervalo pequeno de tempo. No entanto, o que é possível inferir são possíveis indícios de Aprendizagem Significativa, através de medidas indiretas, que instiguem o indivíduo a transpor seus saberes para situações diferentes das que foram utilizadas em seu processo de ensino e aprendizagem. De acordo com Moreira [36], de modo prático, essas novas situações devem ser propostas de forma progressiva, pois o aluno não é acostumado a ser confrontado com situações originais de modo repentino.

Sendo assim, parece adequado apresentar ao indivíduo situações cotidianas nas quais certo conhecimento ensinado possa ser utilizado para dar sentido aos fenômenos observados.

Para esta pesquisa, o contexto selecionado foi o do trânsito, pois a maioria das pessoas estão em contato com este cotidiano, seja na condição de motorista, seja na de passageiro ou pedestre. Assim, estamos permeados por este ambiente diariamente e por isso, expostos a diversos fenômenos científicos que na maioria das vezes passa despercebido para a maior parte das pessoas.

Tendo em vista a maneira de mensurar a Alfabetização Científica, assim como o desejo de que os conceitos científicos sejam ensinados de modo significativo sempre que possível, nossa pesquisa buscará observar as correlações destes constructos com a competência dos participantes em usar seus conhecimentos para interpretar fenômenos físicos aplicados no trânsito. Na próxima seção, será detalhado o procedimento metodológico que possibilitará o alcance deste objetivo.

## **Metodologia**

### *Instrumentos de pesquisa*

A fim de alcançar os objetivos propostos, nossa pesquisa fez uso de quatro questionários. O primeiro deles é o questionário denominado de Física Aplicada ao Trânsito – FAT. Elaborado por nós, o FAT é composto por 25 itens, que apresentam situações de Física aplicada ao trânsito, por meio de proposições, algumas incorretas e outras corretas, do ponto de vista científico. Os respondentes são convidados a utilizar os seus conhecimentos para julgar a coerência de cada

item, assinalando como “correto” ou “incorreto”. Esse instrumento tem por meta submeter os participantes à análise de situações hipotéticas observadas de modo corriqueiro, em que se faz necessário o uso de seus conhecimentos de Física escolar para compreender a ciência de tal situação.

O segundo instrumento de pesquisa, tem por objetivo mapear, com base no relato dos participantes, qual foi o perfil das aulas de Física a que os mesmos assistiram quando alunos do Ensino Médio. Tendo como base a Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2003), foi elaborada uma escala Likert, denominada de Perfil do Ensino de Física – PEF, com características de aulas de Física. Essas, poderiam tender a aulas de Física com potencial de proporcionar uma aprendizagem significativa ou de forma antagônica, aulas que poderiam desfavorecer uma aprendizagem significativa. Características como a presença ou ausência de debates em sala de aula, a forma na qual a professora ou o professor introduzia os novos conhecimentos, considerando ou não os conhecimentos prévios dos alunos, os meios de avaliação utilizados, a motivação em assistir às aulas de Física, entre outras, formaram esse instrumento, composto por 20 itens.

Tanto o FAT quanto o PEF, após sua elaboração, passaram por procedimentos estatísticos de validação, a fim de atestar se os itens criados realmente mensuravam o que foi proposto medir. O estudo de validação pode ser examinado em detalhes em Vizzotto e Mackedanz (2018a).

O terceiro questionário utilizado, trata-se do Teste de Alfabetização Científica Básica Simplificado – TACB-S, referido na seção anterior. Esse, possui uma quantidade de 45 itens, que versam sobre os três eixos que compõe a Alfabetização Científica - na visão de Miller (1983) - por meio de questões interdisciplinares e relacionadas com temas científicos. Esse instrumento é respondido de maneira dicotômica, com alternativas de verdadeiro e falso, nas quais, é considerado como alfabetizado cientificamente, quem obtém um mínimo de acertos em cada um dos seus três eixos (MILLER, 1983). Tal questionário, originalmente contém 110 itens (LAUGKSCH; SPARGO, 1996), porém, conforme também discutido na seção anterior, realizamos um estudo de redução para a sua tradução na língua portuguesa, de modo a viabilizar a aplicação em sala de aula. O estudo de redução e validação do instrumento, pode ser consultado em Vizzotto e Mackedanz (2018b).

Por fim, o último questionário é um dos instrumentos utilizados para caracterização de participantes na pesquisa relatada por Serrao et al. (2016), intitulado “Indicador de letramento científico”. Esse estudo, submeteu os respondentes a diversos testes de letramento científico e uma das áreas de caracterização dos participantes os fazia distinguir, segundo suas percepções,

o grau de informação científica que os mesmos acreditam deter, a fim de verificar o interesse desses por esses temas. O recorte utilizado possui onze temas científicos e, dentro de uma escala, os respondentes assinalaram o quanto sabem ou se interessam sobre tal temática. A inclusão do aporte na nossa pesquisa tem por objetivo correlacionar a percepção do grau de informação – PGI dos entrevistados, com os escores obtidos nos instrumentos supracitados.

Esses quatro questionários e os dados de caracterização dos participantes compõem o conjunto de ferramentas utilizadas em nossa pesquisa, a fim de mensurar aspectos da educação científica deles. O objetivo será analisar os dados à luz de técnicas estatísticas, e investigar a possível correlação entre as características medidas e os escores de desempenho.

#### *Público-alvo*

Os participantes foram egressos do Ensino Médio, com idades iguais ou superiores a 18 anos, ingressantes em um Instituto Federal e em uma Universidade Federal da região Sul do estado do Rio Grande do Sul. No total, 512 indivíduos participaram da investigação.

#### *Aplicação da pesquisa*

A aplicação dos questionários aconteceu no segundo semestre de 2018, nas primeiras aulas do semestre, assegurando que os ingressantes que cursavam disciplinas das ciências exatas tivessem pouco ou nada de contato com instruções de Física dentro das instituições, portanto, apenas com o conhecimento advindo da escola ou de situações diversas, socializadas em momentos particulares de suas vivências.

A coleta de dados ocorreu da seguinte maneira: Em sala de aula, primeiramente os objetivos da pesquisa foram explicados, salientando o anonimato dos participantes, assim como, a participação de maneira espontânea. Em seguida, foi entregue o termo de consentimento livre e esclarecido junto ao questionário para ser respondido. O tempo de um período escolar foi dedicado para a aplicação, que durou, no máximo 45 minutos, sendo que o tempo médio de atividade foi de 25 minutos.

Posteriormente, os questionários foram corrigidos e as informações de caracterização e desempenho foram tabeladas em uma planilha eletrônica para posterior análise em software estatístico. Utilizamos o Software *Statistical Package for the Social Sciences* - SPSS versão 23, para Windows.

#### *Análises estatísticas*

Os resultados serão apresentados na próxima seção, primeiramente por meio da estatística descritiva, utilizando-se das medidas de tendência central e dispersão. Em um segundo momento, fazendo uso de técnicas da estatística inferencial, apresentaremos hipóteses testadas, que tiveram por objetivo observar se há algum tipo de relação entre cada questionário que o participante respondeu. Os testes inferenciais utilizados foram o Teste de Correlação de Pearson e do Qui-quadrado.

Uma possível correlação é a medida do relacionamento linear entre variáveis (FIELD, 2009). Ela quantifica, primeiramente a presença de tal correlação, e se houver, quanto é a força dessa associação. Duas variáveis podem estar relacionadas pelo menos de duas maneiras diferentes: 1) de forma positiva: o que significa que quando uma variável apresenta aumento, a outra também aumentará. Hipoteticamente, quanto maior o índice de vacinação para gripe, maior a possibilidade de as pessoas não adoecerem por esta moléstia no inverno. 2) de forma negativa: neste caso, quando se observa aumento em uma variável, se notará diminuição na outra. Supostamente, quanto mais se pratica um instrumento musical, menos erros serão realizados ao tocá-lo.

É importante salientar que uma correlação, mesmo que forte, não implica necessariamente uma relação de causalidade. Nem sempre variáveis que se correlacionam estarão causando efeito mútuo. Portanto, o que se pode inferir de uma correlação, caso um teste de causalidade não seja realizado, é que seja passível de causalidade, mas correlação positiva ou negativa, forte ou fraca, não significa de modo automático, uma relação de causa e efeito (PASQUALI, 2017).

Um dos cálculos utilizados em nossos dados foi o do Coeficiente de Correlação de Pearson. Este teste apresentará como resultado um coeficiente, ou seja, um número entre -1 e +1. Um valor +1 indica que as duas variáveis são inteiramente correlacionadas de forma positiva. Por sua vez, um valor de -1, aponta para uma correlação perfeitamente negativa.

Geralmente, os coeficientes apresentarão valores entre -1 e +1, sendo que, de acordo com Field (2009), indicativos positivos ou negativos, entre 0 e 0,3, representam uma correlação desprezível; entre 0,3 e 0,5, correlação fraca, entre 0,5 e 0,7, correlação moderada, entre 0,7 e 0,9, correlação forte, assim como, a partir de 0,9, correlação muito forte.

Caso um coeficiente apresente um valor baixo, isto não necessariamente significa que não há nenhuma relação entre as variáveis, pois estas, podem possuir uma relação não-linear. Assim, sempre é indicado, para apurar se há tais relações, a elaboração de gráfico de dispersão (PASQUALI, 2017).

Porém, ao possuir variáveis não numéricas, ou seja, dados categóricos como informações nominais (sexo, cor dos olhos, etc.) ou ordinais (escolaridade, turno de estudo, entre outras),

também se pode proceder a realização de testes de correlação para averiguar a relação entre as variáveis. Porém, para esse caso, sugere-se utilizar o Teste de Qui-quadrado de Pearson. Esse, é interpretado observando o p-valor de significância da saída do software estatístico. Tal valor permite observar a existência de uma associação significativa, se o mesmo for menor que 0,05.

Tendo em vista a metodologia apresentada, na seção seguinte serão expostos os resultados advindos de nossa coleta de dados. Primeiramente, será realizada uma descrição das características dos participantes. Na sequência, as informações sobre cada questionário serão exibidas e por fim, os resultados dos testes de correlação utilizados.

## **Resultados**

### *Caracterização dos participantes*

Os egressos do Ensino Médio constituíram no total, 512 participantes. Quanto ao sexo, 252 (49,2%) eram do sexo feminino e 260 (50,8%), do sexo masculino. Do total, 247 pessoas (48,2%) possuíam Carteira Nacional de Habilitação – CNH. Quanto a idade, esta oscilou entre 18 e 57 anos, sendo que a maioria (86,3%) possuía idades entre 18 e 30 anos.

O ano de conclusão do Ensino Médio oscilou entre 1981, o ano mais distante, e 2018, o mais recente. Cerca de 51% dos participantes haviam finalizado a Educação Básica depois do ano de 2014. Do total de participantes, 285 (55,7%) eram egressos de escolas públicas estaduais, 121 (23,6%), de escolas públicas federais, 72 (14,1%), de escolas particulares, 18 (3,5%), de turmas de Educação de Jovens e Adultos – EJA, e por fim, 16 (3,1%), concluíram o Ensino Médio por meio da prova do Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM. A maioria (84,8%) estudou durante o turno do dia, uma parcela menor (11,5%) estudou no turno da noite, e uma minoria (3,7%) estudou a maior parte do seu Ensino Médio em um sistema de turno integral.

Atualmente, cerca de 55,5% dos participantes contavam apenas com o Ensino Médio como o seu maior grau de instrução. Em ordem decrescente, 30,1% possuíam alguma formação técnica, 7,6%, já contavam com Pós-graduação e apenas 6,8%, continham alguma graduação. Da quantidade integral de participantes, 68,8% deles nunca precisou conciliar os estudos com alguma forma de trabalho e apenas 7% necessitou suspender os estudos em algum momento da sua vida escolar. Por volta de 78,5% do total, nunca haviam reprovado durante o Ensino Médio, 12,9% reprovaram uma vez, e 8,6% deles reprovaram mais de uma vez. Após a conclusão do Ensino Médio, 65,6% dos entrevistados não haviam mais assistido aulas de Física.

Enfim, grande parte (49,6%) tinha como atividade principal apenas estudar, sem nunca ter trabalhado, enquanto 44,9% conciliava estudos e trabalho, e 5,5% estava estudando, porém desempregado.

Com esta caracterização, pode-se perceber um público-alvo de egressos jovens, equilibrado quanto ao sexo e experiência como motoristas de veículos. O histórico escolar revelou um padrão de indivíduos advindos majoritariamente de escolas públicas estaduais, que puderam, em sua maioria, se dedicar apenas aos estudos, com poucas reprovações e baixo índice de evasão escolar.

### *Análise individual dos questionários*

#### Questionário 1 – Física Aplicada ao Trânsito – FAT

O FAT, apresentou situações do cotidiano do trânsito em que conceitos e fenômenos físicos estavam inseridos. Buscou-se incluir assuntos não somente de mecânica clássica, mas conteúdos abordados em todas as séries do Ensino Médio. A seguir, exibimos a relação dos assuntos inseridos com os seus respectivos itens: Efeito Doppler (item 25); Energia mecânica (itens 7, 12, 17 e 22); Eletricidade estática (itens 13 e 21); Cinemática (itens 9 e 24); Quantidade de movimento (itens 5, 15 e 23); Princípio da Propagação retilínea da Luz (item 18); Termodinâmica (item 14); Atrito (itens 2, 8, 10 e 11); Movimento circular (item 19); Espelhos esféricos (item 6); Primeira Lei de Newton (itens 3, 4 e 20) e Condensação (itens 1 e 16).

A disposição ordenada de cada questão foi definida após o processo de validação das mesmas, em que um dos procedimentos foi determinar o índice de dificuldade de cada item. Com isso, o recomendado é organizá-los de maneira que os de menor dificuldade sejam os primeiros, e posteriormente, sejam dispostos os de maior dificuldade. Este padrão percebido durante a validação também foi possível notar na coleta de dados. O Gráfico 4 apresenta o índice de acertos por questão, sendo possível perceber uma tendência decrescente no nível de acertos.

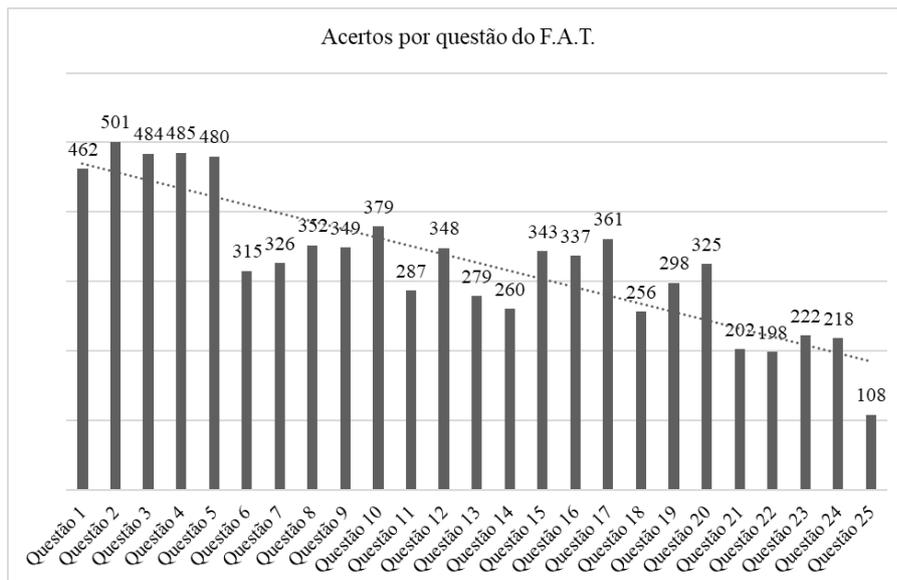


Gráfico 4 Artigo IV: índice de acertos por questão: Fonte: autores.

Conforme exposto, podemos perceber que os itens de maior dificuldade foram os 5 últimos, nos quais abordou-se, de forma detalhada, assuntos como eletricidade estática (21), Energia cinética (22), Quantidade de movimento (23), Cinemática (24) e Efeito Doppler (25). Por outro lado, as cinco questões consideradas como de menor dificuldade foram as primeiras. Os assuntos expostos em cada uma delas foram: Condensação (1), Atrito (2), Primeira Lei de Newton (3 e 4) e Quantidade de movimento (5).

Na sequência, o Quadro 1 apresenta os resultados das medidas de tendência central e dispersão do software estatístico. Salientamos que, afim de atestar a veracidade dos dados obtidos, apresentaremos os quadros gerados pelo próprio software, o que justifica, nesses casos, a formatação própria e a linguagem no idioma inglês:

Statistics		FAT
N	Valid	512
	Missing	0
Mean		15,97
Median		16,00
Mode		16
Std. Deviation		3,784
Minimum		6
Maximum		25

Quadro 20 Artigo IV: Medidas de tendência central e dispersão para o FAT. Fonte: autores.

Com a análise estatística, podemos notar que a média de acertos foi de aproximadamente 16 questões. Nenhum dos 512 participantes errou todos os 25 itens e apenas 1 deles acertou o teste por completo. Para ser considerado com um desempenho aceitável, o participante deveria acertar cerca de 60% do teste, o que equivale a 15 itens. A percentagem de 60% atribuída como critério arbitrário de delimitação tem seu fundamento baseado na semelhança de parâmetros das produções envolvendo o TBSL de Laugksch e Spargo (1996), nosso referencial de pesquisa, nas quais, também atribuem esse quantitativo como critério. O fundamento para os 60% considera o desempenho mínimo comumente considerado para aprovação nas instituições de Educação Básica e Superior.

O Quadro 21 apresenta a frequência dos que acertaram 15 ou mais itens:

<b>FAT - acertou mais de 15 itens?</b>				
		Frequency	Percent	Cumulative Percent
Valid	Não	184	35,9	35,9
	Sim	328	64,1	100,0
	Total	512	100,0	

*Quadro 21 Artigo IV: Frequência de entrevistados que tiveram desempenho maior que 60%. Fonte: autores.*

No entanto, é importante observar que, embora 64,1% dos 512 participantes tenham obtido êxito em 60% de acertos, apenas uma parcela correspondente a 3,6% do total, acertou 90% ou mais do teste, que corresponde a quantidade de 23 itens.

Sendo assim, apesar de a maioria ter alcançado a média, uma parcela muito pequena obteve um desempenho considerado satisfatório por nós, pois esperava-se que egressos do Ensino Médio, com as características de histórico escolar observadas na seção anterior, pudessem utilizar os seus conhecimentos de Física escolar de maneira mais efetiva nessa atividade.

#### Questionário 2 – Perfil do Ensino de Física – PEF

O instrumento 2 teve por objetivo mapear, segundo a percepção dos entrevistados, o potencial de suas aulas de Física do Ensino Médio para despertar uma Aprendizagem Significativa. O PEF apresentou, em uma escala Likert, uma série de características das aulas, desde aspectos como a forma de abordagem dos assuntos, organização das salas, presença ou não de momentos de discussão, avaliação, e até mesmo, perspectivas referentes à disposição motivacional para assistir às aulas de Física.

O participante poderia assinalar desde “Concordo plenamente” até “Discordo plenamente”, em uma escala de 5 pontos. Cada item poderia então, receber uma pontuação que variou de 1 até 5 pontos. Ao final, esse instrumento gerou um escore individual, que determinou o perfil das aulas de Física. Dessa maneira, quanto maior a pontuação, maior é a tendência de que as aulas proporcionaram um ambiente propício à Aprendizagem Significativa, e de forma contrária, quanto menor o índice, maior a possibilidade de as aulas não potencializarem tal forma de aprendizagem.

Um número de 20 itens compôs este instrumento. A seguir, apresentamos os tópicos abordados de forma categórica: Avaliação (itens 1, 9 e 14); Motivação para assistir aulas de Física (itens 2 e 12); Aplicação dos conhecimentos na vida (itens 3, 4, 7, 15 e 18); Aspectos metodológicos (itens 5, 6, 8, 10, 11, 13, 16, 17, 19 e 20).

O questionário PEF completo está no Anexo II. De forma individual, os itens 7, 9, 18, 19 e 20 foram os que obtiveram maior número de pontuações. Estes cinco itens revelaram que, segundo a percepção dos participantes, características que poderiam potencializar uma Aprendizagem Significativa estavam presentes em seus relatos memorísticos. No entanto, foi possível notar que mesmo assim, aspectos referentes ao formato tradicional de avaliação (LABURÚ et al., 2005) também eram utilizados pelos docentes.

Os itens menos assinalados foram os de número 3, 10, 14, 16 e 17. Isso significa que tais características pouco estiveram presentes no cotidiano das aulas de Física dos egressos. O conteúdo presente nessas questões demonstrou que, apesar de haver pouca ênfase na memorização de fórmulas, a avaliação seguia uma tendência de aplicação apenas de provas com resolução de questões; e metodologicamente, não havia a consideração dos conhecimentos prévios dos alunos, nem estímulos para aprofundamento do conhecimento fora do âmbito escolar.

Na sequência, apresentamos as medidas de tendência central para os escores individuais:

Statistics		PEF
N	Valid	512
	Missing	0
Mean		58,41
Median		59,00
Mode		60
Std. Deviation		12,498
Minimum		20
Maximum		92

Quadro 22 Artigo IV: Medidas de tendência central e dispersão para o PEF. Fonte: autores.

Considerando que utilizamos a escala Likert de 5 pontos, multiplicado pela quantidade de 20 itens, concluímos que a pontuação máxima de um entrevistado poderia atingir os 100 pontos e a pontuação mínima poderia alcançar 20 pontos. No quadro 22 pode-se notar que a média de pontuação foi de aproximadamente 58 pontos, ultrapassando ligeiramente os 50% do total.

Para fins de análise, se estabeleceu, de maneira arbitrária, que para considerarmos que as aulas assistidas potencializavam uma Aprendizagem Significativa, as pontuações individuais no PEF deveriam alcançar o mínimo de 60% do valor máximo. A seguir, o quadro fornece uma análise dicotômica sobre este panorama.

<b>As aulas poderiam potencializar uma Aprendizagem Significativa?</b>				
		Frequency	Valid Percent	Cumulativ e Percent
Valid	Não	258	50,4	50,4
	Sim	254	49,6	100,0
	Total	512	100,0	

*Quadro 23 Artigo IV: Frequência de entrevistados cujas aulas que poderiam potencializar uma Aprendizagem Significativa. Fonte: autores.*

Com o quadro 23, notamos que o PEF sinaliza que aulas que não potencializam uma Aprendizagem Significativa tem um escore levemente superior ao das potencializadoras. Isso nos permite observar que os egressos analisados vêm de realidades escolares bastante variadas, desde aulas que faziam alusão ao cotidiano, prezando por discussões e contextualizações, até aulas muito centradas nos métodos de avaliação corriqueiros.

### Questionário 3 – Teste de Alfabetização Científica Básica Simplificado – TACB-S

O questionário 3 teve por objetivo mensurar o nível de Alfabetização Científica dos participantes, segundo a concepção de Miller (1983) e embasados em um instrumento de referência internacional, denominado de TBSL, reduzido por nós (VIZZOTTO; MACKEDANZ, 2018b), de modo a viabilizar sua aplicação no contexto brasileiro, de acordo com o fundamentado na seção de metodologia.

Esse questionário é composto por 45 itens, que versam sobre aspectos científicos de forma básica e interdisciplinar e é apresentado nos anexos. O mesmo possui três subdivisões denominadas de eixos: O eixo 1, contém 27 itens que abordam os conteúdos da ciência, desde

sua nomenclatura, significados, até mesmo, aspectos históricos (itens 1, 2, 3, 14 ao 26, e 35 ao 45); o eixo 2, possui 10 itens sobre a natureza da ciência (itens 4 ao 13), e finalmente, o eixo 3, contém 8 itens sobre o impacto da ciência e tecnologia na sociedade e ambiente (itens 27 ao 34). Para ser considerado alfabetizado cientificamente, deve-se obter acertos em pelo menos 60% de cada um dos três eixos.

De forma semelhante às análises dos outros instrumentos, observamos primeiramente, as questões com menor índice de acertos, sendo elas as de número 2, 5, 10, 30 e 38.

Das 5 questões, nenhuma delas era de domínio da Química ou da Biologia, sendo 2 questões de atribuição da Física. As outras versavam sobre o método científico (eixo 2) e impacto da ciência na sociedade e ambiente (eixo 3). Por outro lado, as questões 11, 40, 41, 44 e 45, apresentaram os maiores índices de acertos.

Verificando de forma individual cada um dos três eixos, pode-se notar que no eixo 1, apenas 26,4% dos participantes não obtiveram acerto mínimo de 60% (17 em 27). No eixo 2, 32,4% dos respondentes não obteve o mínimo de 6 acertos, do total de 10 itens. Por fim, no eixo 3, 40,4% não acertou 5 das 8 questões. Sobre estes dados, constatou-se que o eixo 1 obteve maior índice de acertos. Esse, sendo um eixo com itens conteudistas, pode fornecer subsídios para a defesa de que aspectos epistemológicos (eixo 2) e de Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS (eixo 3) foram menos contemplados na educação científica dos entrevistados.

De acordo com a orientação dos autores do TBSL (LAUGKSCH; SPARGO, 1996), mesmo que um indivíduo tenha obtido bons desempenhos em dois dos três eixos do teste, este déficit no eixo restante deve classificá-lo como não alfabetizado cientificamente. Portanto, realizando uma análise integral dos 3 eixos do TACB-S, apenas 169 (33%) dos participantes puderam ser considerados com um nível de Alfabetização Científica aceitável.

#### Questionário 4 – Percepção Geral de Informação – PGI

Finalmente, o questionário 4, criado por Serrao et al. (2016), teve por objetivo caracterizar o nível de informação dos indivíduos para assuntos científicos. Esse instrumento apresentou onze temas de ciência e tecnologia, e assim, os respondentes deveriam indicar, em uma escala de quatro pontos, o nível de informação, que em suas concepções, acreditavam deter sobre tal tema. São eles:

1) Mudanças climáticas/Efeito estufa; 2) Informática e tecnologia; 3) Poluição/Usos de recursos naturais/Biodiversidade; 4) Evolução das espécies; Origem da vida; 5) Cura de doenças/novos medicamentos; 6) Fontes de energias renováveis; 7) Animais pré-históricos,

fósseis e descobertas arqueológicas; 8) Engenharia genética/organismos geneticamente modificados/transgênicos; 9) História do desenvolvimento científico; 10) Exploração do universo/Buracos negros/quedas de asteroides; e 11) Robótica e nanotecnologia.

A escala consistia das seguintes divisões: Não sei nada/quase nada sobre o assunto (1 ponto); conheço pouco/apenas por ouvir falar (2 pontos); conheço bastante sobre o assunto (3 pontos); conheço bem o assunto e procuro estar atualizado (4 pontos). No final, a soma de todas as pontuações, referentes a cada um dos onze temas, caracterizou a Percepção do Grau de Informação do entrevistado. Esse índice é importante para investigar, na seção seguinte, a possível correlação entre o interesse por temas científicos e o nível de Alfabetização Científica (TACB-S), ou competência de relacionar a Física com o tema trânsito (FAT).

De todos os temas, “Engenharia genética/organismos geneticamente modificados” foi classificado como de menor grau de informação, pois apresentou o menor somatório geral de pontos. Por outro lado, a temática “Informática e tecnologia” foi aquela que os entrevistados mais revelaram ter interesse/conhecimento, sendo o item com maior pontuação. Na sequência, apresentamos em ordem crescente os temas, do menor ao maior nível de informação: 8; 11; 10; 9; 7; 5; 1; 4; 3; 6; e 2.

Considerando que a pontuação mínima de cada participante poderia ser de 11 pontos e a máxima, 44 pontos, podemos considerar, seguindo a lógica dos instrumentos anteriores, que quem obtiver pontuação mínima de 60% (26 pontos), pode ser considerado um participante minimamente informado sobre temas de ciência e tecnologia. Sendo assim, apenas 47,7% dos participantes puderam atingir este índice. Isso significa que mais da metade dos entrevistados tinha conhecimento deficiente ou insuficiente sobre os temas apresentados.

### **Análises inferenciais**

Esta última categoria de resultados apresentará as análises de correlação entre os desempenhos dos instrumentos anteriormente apresentados. Realizamos no total seis testes de correlação, a fim de verificar a hipótese de associação entre as variáveis analisadas. São eles: 1) Correlação entre ano de conclusão do Ensino Médio e o FAT; 2) Correlação entre ano de Conclusão do Ensino Médio e o PEF; 3) Correlação entre o FAT e o eixo 1 do TACB-S; 4) Correlação entre o FAT, PEF, TACB-S e PGI; 5) Correlação entre FAT e PEF; e por fim, 6) Correlação entre PEF e TACB-S.

1) Correlação entre ano de conclusão do Ensino Médio e o FAT

O objetivo desse teste foi verificar a possibilidade de notar relação entre o desempenho no FAT de indivíduos que concluíram o Ensino Médio recentemente, em contraste com os que concluíram em um intervalo maior de tempo. Dentro da área da psicologia cognitiva, estudos de retenção conceitual à longo prazo (PINTO, 1989; 1998; PINTO; OLIVEIRA, 1991), buscam observar um padrão de curva de esquecimento, postulado empiricamente por Hermann Ebbinghaus no século XIX. Por isso, um teste para investigar se há uma relação significativa entre a competência de aplicar os conhecimentos de Física no trânsito e o tempo de conclusão dos estudos básicos, aparentou ser pertinente.

Correlations			
		Conclusão_Ensino _Médio	FAT
Conclusão_Ensino _Médio	Pearson Correlation	1	,030
	Sig. (2-tailed)		,503
	N	512	512
FAT	Pearson Correlation	,030	1
	Sig. (2-tailed)	,503	
	N	512	512

Quadro 24 Artigo IV: Correlação entre ano de conclusão do Ensino Médio e o FAT. Fonte: autores.

Para interpretar os quadros de resultados dos testes apresentados, necessitamos observar primeiramente, o nível de significância do resultado. Ou seja, se a correlação apresentada é estatisticamente significativa ou não. Para isso, basta verificar em “Sig. (2-tailed)” o valor apresentado. Se esse for maior que 0,05, de modo geral, significa que a correlação não é significativa. Dessa forma, pode-se concluir que, basicamente, que a correlação apresentada não é relevante para esse conjunto de dados analisados. Em seguida, examinamos o “Pearson correlation” a fim de verificar a intensidade da correlação apresentada. A escala de graduação considerada segue o padrão apresentado na seção de metodologia.

Nesse contexto, podemos notar que não há correlação entre o ano de conclusão do Ensino Médio e o desempenho no FAT, ou seja, nada indica que as pessoas que terminaram os estudos mais recentemente tiveram melhores desempenhos, quando comparadas com as pessoas que concluíram o Ensino Médio em um maior intervalo de tempo. A associação não é significativa ( $p\text{-valor} > 0,05$ ) e da mesma maneira, a sua intensidade é considerada fraca.

## 2) Correlação entre ano de Conclusão do Ensino Médio e o PEF

Assim como no teste anterior, acreditamos ser relevante investigar a existência ou não de uma relação entre o ano de conclusão dos estudos e o perfil das aulas de Física que o egresso

vivenciou, pois tal dado poderia fornecer subsídios experimentais de um panorama referente à forma com que a disciplina vem sendo abordada com o passar dos anos.

Correlations			
		Conclusão_Ensino _Médio	PEF
Conclusão_Ensino _Médio	Pearson Correlation	1	,243**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	512	512
PEF	Pearson Correlation	,243**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	512	512

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Quadro 25 Artigo IV: Correlação entre ano de Conclusão do Ensino Médio e o PEF. Fonte: autores.

Ao analisar o quadro 25, notamos que a correlação é estatisticamente significativa ( $p$ -valor $<0,05$ ), e por isso, o valor 0,243, embora, seja considerado desprezível, de acordo com a literatura da área (FIELD, 2009; PASQUALI, 2017), mostrou-se uma associação relevante para este conjunto de informações coletadas. Ou seja, há correlação significativa entre o ano de conclusão do Ensino Médio e o PEF. Isso significa que um ano de conclusão mais recente estava positivamente relacionado com um PEF de maior escore, isto é, um tipo de aula de Física com maior possibilidade de potencializar uma Aprendizagem Significativa.

### 3) Correlação entre o FAT e o eixo 1 do TACB-S

Julgamos relevante verificar se quem obteve um bom desempenho no eixo 1 do TACB-S, eixo com tópicos conteudistas, como nomenclaturas, significados, história da ciência, etc., também apresentaria um escore alto de pontuação no exercício de utilizar os conhecimentos para interpretar situações do trânsito. Essa inferência pareceu adequada, pois há um senso comum crente que aqueles que possuem conhecimentos teóricos sobre determinado assunto, possuem intrinsecamente a competência de aplicá-lo no cotidiano ou em outras situações.

Descriptive Statistics			
	Mean	Std. Deviation	N
FAT	15,97	3,784	512
Eixo_1_ TACB	18,99	4,845	512

Correlations			
		FAT	Eixo_1_T ACB
FAT	Pearson Correlation	1	,382**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	512	512
Eixo_1_TACB	Pearson Correlation	,382**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	512	512

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Quadro 26 Artigo IV: Correlação entre o FAT e o eixo 1 do TACB-S. Fonte: autores.

No quadro 26, notamos que a correlação é significativa ( $p\text{-valor} < 0,05$ ), porém o índice é considerado correlação fraca. Isso vai de encontro à concepção expressa no parágrafo anterior, pois uma correlação baixa, significa que não houve um padrão de desempenho individual para os dois questionários em discussão. Explicando: quem apresentou bom escore no eixo 1 do TACB-S não necessariamente demonstrou padrão semelhante no FAT.

Verificando as informações de médias de acertos no quadro 7, notamos que a média do eixo 1 do TACB-S (média 18,99 acertos de um total de 27 itens) foi maior que a média de acertos no FAT (média 15,97 acertos de um total de 25 itens). Essa evidência sugere que os participantes apresentaram maior desempenho em um questionário de cunho conteudista, do que em um questionário que instigou a aplicação dos conhecimentos em um cotidiano.

Uma correlação positiva forte significaria que o instrumento que mede conteúdos e o que mede aplicações e julgamentos (FAT) estariam mensurando o mesmo aspecto da Alfabetização Científica. Como a correlação é fraca, é possível que eles estejam aferindo características diferentes. A distinção entre esses dois constructos será discutida abaixo.

#### 4) Correlação entre o FAT, PEF, TACB-S e PGI

Esta quarta análise de correlação buscou investigar conexões entre todos os instrumentos utilizados. No quadro a seguir, é possível inferir o grau de relação entre cada um deles.

Correlations					
		FAT	PGI	PEF	TACB_S_geral
FAT	Pearson Correlation	1	,320**	,250**	,312**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000
	N	512	512	512	512
PGI	Pearson Correlation	,320**	1	,193**	,222**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,000
	N	512	512	512	512
PEF	Pearson Correlation	,250**	,193**	1	,203**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,000
	N	512	512	512	512
TACB_S_geral	Pearson Correlation	,312**	,222**	,203**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	
	N	512	512	512	512

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*Quadro 27 Artigo IV: Correlação entre o FAT, PEF, TACB-S e PGI. Fonte: autores.*

Primeiramente, notamos que todas as correlações são significativas ( $p\text{-valor} < 0,05$ ). Portanto, os resultados dos quatro instrumentos estão imbricados. Porém, é possível perceber que todas elas são correlações tidas como desprezíveis ( $< 0,3$ ) ou fracas (entre 0,3 e 0,5).

Observamos também que todas elas são positivas, ou seja, nunca o crescimento de uma variável acarretou a diminuição de outra. Isso permite defender que o interesse ou grau de informação sobre temas científicos (PGI) e uma aula de Física com condições de potencializar uma Aprendizagem Significativa, estão diretamente relacionadas com o nível geral de Alfabetização Científica e a competência de aplicar os conhecimentos no contexto do trânsito.

O questionário FAT, em relação aos outros, demonstrou que o instrumento mais associado a ele foi o PGI (,320), seguidos do TACB-S (,312) e o PEF (,250). Ou seja, de modo muito fraco, notou-se indícios de que um maior grau de interesse por assuntos científicos está correlacionado com uma melhor competência para julgar e interpretar os conhecimentos de Física em situações do trânsito.

Da mesma maneira, o PEF se correlacionou com maior intensidade com o FAT (,250), sendo seguidos do TACB (,203) e PGI (0,193). Por fim, o TACB-S apresentou melhor ligação com o FAT (,312), e posteriormente com o PGI (,222) e o PEF (,203).

### 5) Correlação entre FAT e PEF

Essa categoria de inferências apresentadas nas duas últimas análises difere das anteriores, pois nessas, o software estatístico não faz uso dos dados numéricos de desempenho para efetuar suas medidas. O teste de Qui-quadrado, analisa correlações de variáveis descritivas.

Para esse particular, foram utilizadas as conclusões de desempenho sobre cada teste, o que significa que quando um participante atingia o desempenho mínimo de 60% em algum dos testes, recebia um “sim” para a pergunta referente ao teste, por exemplo: “Acertou o mínimo de 60% do FAT?”; “As aulas que ele vivenciou poderiam potencializar uma Aprendizagem Significativa?”; “O participante foi considerado alfabetizado cientificamente?”.

Tendo posse dessas informações, foi possível conhecer o desempenho do público-alvo com maior profundidade.

Teste de Qui-quadrado entre FAT e PEF			Aulas poderiam potencializar uma Aprendizagem Significativa?		Total
			Não	Sim	
Acertou o mínimo de 60% do FAT	Não	Count	119	65	184
		Acertou o mínimo de 60% do FAT	64,7%	35,3%	100,0%
	Sim	Count	139	189	328
		Acertou o mínimo de 60% do FAT	42,4%	57,6%	100,0%
Total		Count	258	254	512
		Acertou o mínimo de 60% do FAT	50,4%	49,6%	100,0%

Quadro 28 Artigo IV: Correlação entre FAT e PEF. Fonte: autores.

O teste de Qui-quadrado para os desempenhos mínimos no FAT e PEF revelou que 64,7% dos que estudaram em aulas de Física que poderiam não potencializar uma Aprendizagem Significativa, não alcançaram um desempenho satisfatório ao utilizar seus conhecimentos para julgar a coerência científica de situações de Física no trânsito. Por outro lado, 57,6% dos que vivenciaram aulas de Física que poderiam potencializar uma aprendizagem de maior significado, atingiram o mínimo de 60% de acertos no FAT. Esta diferença possuiu um p-valor <0,05, sendo considerada como estatisticamente significativa.

### 6) Correlação entre PEF e TACB-S

Assim como na inferência anterior, esta última análise tem como base o PEF. Neste teste, todavia, buscou-se verificar a sua relação com o fato de o indivíduo ter sido considerado ou não alfabetizado cientificamente.

Qui-quadrado entre TACB-S e PEF			Aulas poderiam potencializar uma Aprendizagem Significativa?		Total
			Não	Sim	
Foi considerado como alfabetizado cientificamente?	Não	Count	183	160	343
		Foi considerado como alfabetizado cientificamente?	53,4%	46,6%	100,0%
	Sim	Count	75	94	169
		Foi considerado como alfabetizado cientificamente?	44,4%	55,6%	100,0%
Total		Count	258	254	512
		Foi considerado como alfabetizado cientificamente?	50,4%	49,6%	100,0%

Quadro 29 Artigo IV: Correlação entre PEF e TACB-S. Fonte: autores.

É possível verificar no quadro 29 que 53,4% dos participantes que assistiram as aulas que poderiam não potencializar uma Aprendizagem Significativa, foram considerados como não alfabetizados cientificamente. O contrário se observa com 55,6% dos que assistiram aulas que poderiam potencializar uma Aprendizagem Significativa, pois essa parcela do grupo, foi considerada alfabetizadas cientificamente. Essas observações apresentam uma perspectiva diferente aos testes anteriormente realizados, e mesmo assim, corroboram para os seus resultados. Ou seja, as correlações entre um alto PEF e os desempenhos no FAT e no TACB-S são aqui também evidenciadas.

### Discussões

Após a exposição dos resultados e de uma breve análise sobre os dados na seção anterior, neste segmento abordaremos as principais discussões desencadeadas por esses achados. Sobre o FAT, o instrumento instigou o respondente a utilizar os seus saberes para emitir julgamento sobre situações aplicadas ao trânsito que poderiam estar corretas ou incorretas do ponto de vista da Física. Concebemos que a aprendizagem pode acontecer em diversos espaços, não se resumindo apenas à escola. Consideramos também, que o esquecimento de certas informações, ora aprendidas, acontece naturalmente, e de acordo com Ausubel, esta ocorrência até mesmo faz parte do processo de aprendizagem (AUSUBEL, 2003).

Dessa maneira, se o participante externou um desempenho considerado satisfatório, pelo menos dois pontos podem ser afirmados: Inicialmente, ele pode ter aprendido tais noções na escola ou em espaços não formais ou informais de aprendizagem. E por fim, esse conhecimento esteve retido/relevante em sua estrutura cognitiva até o momento da pesquisa. Por outro lado, para os participantes que não obtiveram um desempenho satisfatório, esse pode significar que os mesmos não aprenderam nem na escola e nem em outros espaços informais ou não formais de ensino e aprendizagem. Ou, pode significar também que, se aprenderam em alguma ocasião, no momento da pesquisa, esse saber não o auxiliou nos seus raciocínios, pois apenas 3,6% dos 512 entrevistados atingiram um desempenho igual ou superior a 90% de acertos.

Ainda associando à Teoria da Aprendizagem Significativa com a proposição de novos contextos para aplicação de conhecimentos, julgamos que essa metodologia foi acertada pois a utilização de tal estratégia é defendida pelos seus resultados satisfatórios, também por outras produções da literatura (LEMOS, 2011; LEMOS; MOREIRA, 2012). Em outras palavras, defendemos que conceitos aprendidos de modo significativo podem ter maior potencial de contribuir para o nível de Alfabetização Científica de um indivíduo. Os resultados de correlação, conectando PEF com o TACB-S e o FAT, mesmo que de modo brando, podem atuar como uma evidência sutil para sustentar tal defesa.

Sobre o TACB-S, a conclusão de que apenas 33% da amostra pode ser considerada como alfabetizadas cientificamente infere-se que isso consiste em um índice extremamente baixo, pois os participantes eram de egressos do Ensino Médio, e supostamente não se tratava da primeira vez que estavam entrando em contato com tais saberes. Entretanto, esses índices estão de acordo com os padrões verificados em pesquisas que também utilizaram tal instrumento para medir este constructo, como nos trabalhos de Laugksch e Spargo (1996; 1999); Camargo; Barbará; Bertoldo (2005); Nascimento-Schulze (2006); e Rivas (2015).

Esses dois últimos estudos supracitados, também corroboram com nossos resultados, nos quais constatamos que o eixo 1 obteve maior índice de acertos que os demais eixos. Para as autoras, esse fato pode sinalizar uma natureza majoritariamente conteudista do Ensino das Ciências, conforme debatido na apresentação desses resultados. Sendo assim, é possível que aspectos epistemológicos (eixo 2) e que abordem discussões sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS (eixo 3), possam estar sendo abordados de maneira mais sutil, quando comparadas às nomenclaturas e seus significados, apenas.

Sobre o quarto questionário, que buscou mensurar o grau de informação dos participantes, conforme referido, o tema de maior sinalização foi informática e tecnologia. Em segundo e terceiro lugar, foram os temas “fontes de energia renovável” e “poluição/uso de recursos

naturais”. Isso pode sinalizar uma maior atenção dessa geração de indivíduos para com temas de cunho ambiental.

Através das estatísticas de correlação não foi possível observar nenhum tipo de padrão (estatisticamente significativo) semelhante a uma “curva de esquecimento”. Em outras palavras, não observamos uma diminuição no desempenho, conforme se aumenta o intervalo de tempo de conclusão do Ensino Médio. Isso significa que houveram maus e bons desempenhos em participantes concluintes de todas as faixas de tempo, conforme se pode notar no gráfico de dispersão a seguir:

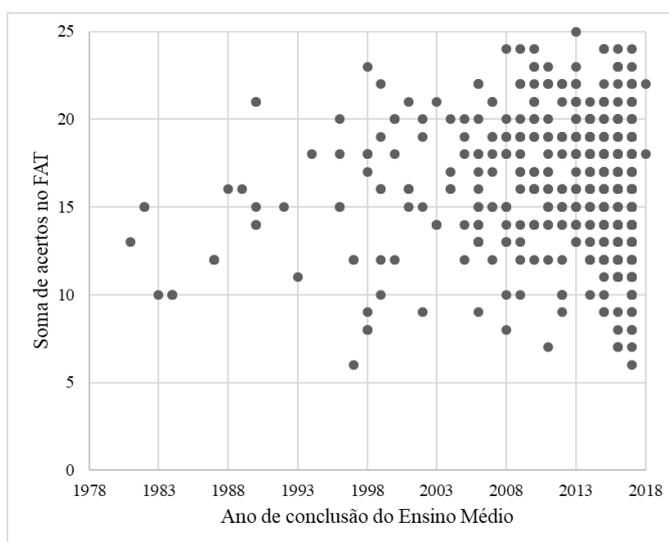


Gráfico 5 Artigo IV: Medida de dispersão entre FAT e ano de conclusão dos estudos. Fonte: autores.

Nossa hipótese para a ausência de uma tendência a um menor desempenho no FAT e no TACB-S conforme se aumenta o intervalo de tempo de conclusão do Ensino Médio, é a de que os estudos de Pinto (1989; 1998) e Pinto e Oliveira (1991), abordavam a temática por meio de metodologia que difere da empregada pelo nosso estudo. Tais estudos mensuravam a memorização de conceitos e informações, muitas vezes desconexas entre si. Sendo assim, não buscavam observar a manipulação dos conhecimentos em aplicações de contextos diversos.

Em nossa compreensão, esse foi o diferencial do FAT, pois sua metodologia instigou os entrevistados a utilizarem seus saberes, intrínsecos ou extrínsecos para emitir julgamento sobre uma situação cotidiana. Essa aproximação com o cotidiano pode estimular a competência de resolução de problemas, conforme defende os estudos de Leite e Afonso (LEITE; AFONSO, 2001) e Souza e Bastos (2006).

A segunda correlação realizada, demonstrou conexão entre os anos de conclusão do Ensino Médio e o PEF. Isso significa que, a vivência em aulas que poderiam potencializar uma Aprendizagem Significativa foi identificada em participantes que concluíram seus estudos mais

recentemente. Uma das possíveis explicações para este padrão, mesmo que evidenciado de forma sutil, pode se justificar nos esforços para a busca de uma educação científica baseada no potencial das teorias de aprendizagem, metodologias ativas, inclusão de atividades experimentais, uso de tecnologias, etc., sendo esse resultado e suas implicações, um tópico que é digno de aprofundamento em produções subsequentes.

A terceira correlação apresentou um resultado inusitado. Houve uma conexão significativa, porém fraca entre o desempenho no FAT e o eixo 1 do TACB-S. Conforme referido na apresentação desses resultados, essa diferença de desempenhos nos remete à reflexão de que tais instrumentos mediram aspectos diferentes da Alfabetização Científica.

Notamos que a média de acertos no eixo 1 foi maior que a média de acertos no FAT. Considerando que o eixo 1 aborda itens de cunho conteudista e o FAT tem por viés a aplicação deste conhecimento, agregando a isso o fato de que a correlação entre estes dois escores foi fraca, significa que os entrevistados foram melhores no domínio conteudista do que na aplicação destes saberes em situações cotidianas. Além de tudo isso, a correlação indicou que não houve um padrão de desempenho, ou seja, quando alguém apresentou bom desempenho no eixo 1, não necessariamente demonstrou igual desempenho no FAT.

Sobre os três eixos de Miller (1983), nos quais o TACB-S está estruturado, cada um aborda um aspecto da Alfabetização Científica. Em nosso entendimento, o FAT ocupa-se de uma característica da Alfabetização Científica não englobada pelo instrumento de Laugksch e Spargo (1996). Denominamos essa característica de Proficiência Científica.

Por proficiência, entendemos como a habilidade, competência, conhecimento pleno em determinado assunto. Para Gusmão (2011), no contexto do Ensino de Ciências, alguém proficiente em um determinado tópico, seria aquele que detém a habilidade de utilizar saberes científicos para elucidar de modo coerente um cenário cotidiano. Por conseguinte, legitimamos que a mensuração do eixo 1 é fundamental para a definição de Alfabetização Científica de Miller (1989), porém, é necessário verificar o quanto esses conteúdos colaboram para o entendimento crítico de situações cotidianas permeadas pela Física.

Busca-se, através da noção de Proficiência Científica, devido à relevância de investigar o quanto os saberes escolares colaboram para a compreensão do cotidiano, sugerir a incorporação de um quarto eixo dimensional na concepção das aptidões pertinentes para atestar uma pessoa como alfabetizada cientificamente. O eixo da Proficiência Científica se diferencia do eixo 1 (e dos demais eixos), pois este último, aborda o conhecimento básico, conceitual, e por outro lado, supõe-se proficiente quem apresenta a competência de empregar tal conhecimento para compreender cotidianos nos quais o saber em foco situa-se presente de maneira aplicada.

Para essa pesquisa, o contexto de aferição da proficiência foi o do trânsito. Porém, podem existir diversas situações cotidianas nas quais os saberes de Física escolar podem ser utilizados como ponto de partida para analisar a competência de aplicação desses conhecimentos. Portanto, a proficiência aqui relatada, tem validade somente dentro do contexto da Física aplicada ao trânsito, mas serve de aspiração para futuros estudos, a fim de incluir demais temáticas de aplicação cotidiana.

### **Considerações**

Este estudo apresentou uma pesquisa que teve por objetivo mensurar o nível de Alfabetização Científica e a capacidade de interpretar situações do trânsito à luz da Física. Em posse desses escores, mapeamos o perfil do Ensino de Física que os participantes vivenciaram, assim como, o grau de interesse/informação que acreditavam deter sobre temas científicos a fim de testar hipóteses de correlação entre tais fatores.

Destaca-se a necessidade de aprofundar a investigação com a intenção de inferir se as características dos participantes, como idade, sexo, nível escolar, reprovações, etc., podem ter influenciado os desempenhos dos mesmos, pois conforme foi possível observar nas análises de correlação, fatores como possuir CNH, ou seja, deter experiências práticas, podem ter influenciado no desempenho dos testes realizados. Esse escopo será contemplado de maneira exclusiva em um manuscrito subsequente.

Todos os escores dos instrumentos utilizados apresentaram graus significativos de correlação, mesmo que de forma sutil. Na ausência de um experimento para atestar a causalidade de tais relações, concebemos que tais fatores, alinhados, podem ampliar as possibilidades de que bons resultados aconteçam na competência de articular os conhecimentos com o cotidiano. Desse modo, defendemos que conceitos físicos aprendidos de modo significativo podem ter maior potencial de contribuir para: a Alfabetização Científica; a Educação para o trânsito; e para a competência de aplicar os conhecimentos no cotidiano.

Para fins de considerações, advogamos a inclusão de um quarto eixo adicional às ideias de Miller (1983) no que considera como fatores básicos para determinar o nível de alfabetização científica de um indivíduo. O eixo da proficiência exprime a necessidade de que além de deter os conhecimentos de cunho científico, a competência de utilizar os mesmos para compreender e julgar situações aplicadas ao cotidiano é um ponto relevante que deve ser considerado para o processo de mensuração da Alfabetização Científica.

## 5.5.ARTIGO V

### **Análise de possíveis influenciadores do nível de Proficiência Científica de egressos do Ensino Médio<sup>7</sup>**

**Resumo:** Apresentamos os resultados de uma pesquisa que buscou averiguar a influência das características de egressos do Ensino Médio no desempenho de questionários de mensuração do nível da Alfabetização Científica e competência de utilizar seus saberes para julgar a coerência científica de exemplos hipotéticos aplicados ao trânsito. Dados de caracterização como sexo, idade, número de reprovações, interesse por temas científicos, perfil das aulas de Física que vivenciou, entre outros, foram os fatores testados juntamente com os escores de desempenho. Como resultados, observamos que fatores relacionados com a realidade escolar vivenciada e também com as experiências de vida dos egressos apresentaram conexão estatisticamente significativa com escores satisfatórios. Nossas conclusões remetem à defesa da importância de considerar os conhecimentos prévios dos estudantes, assim como, da utilização de situações cotidianas como objetos de contextualização e problematização das aulas de Física.

**Palavras-chave:** Física aplicada ao trânsito; Alfabetização Científica; Pesquisa quantitativa

#### **Analysis of potential influencers of Scientific Proficiency level of High School graduates**

**Abstract:** We present the results of a survey that sought to ascertain the influence of the characteristics of high school graduates in performance measurement survey the level of Scientific Literacy and ability to use their knowledge to judge the scientific coherence of hypothetical examples applied to daily life. Characterization data such as sex, age, number of scholar failures, interest in scientific subjects, profile of physics classes that experienced, among others, were the factors tested along with performance scores. As a result, we observe that factors related to school reality experienced and also with the life experiences of graduates showed statistically significant connection with satisfactory scores. Our conclusions refer to the defense of the importance of considering the previous knowledge of the students, as well as the use of everyday situations as objects of contextualization and problematization of physics classes.

**Keywords:** Traffic applied Physics; Scientific Literacy; Quantitative research

#### **Introdução**

Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa de doutorado que, nesse recorte, apresenta as inferências de testes estatísticos realizados com o objetivo de averiguar a existência de relação entre os dados de caracterização dos participantes e o nível de Alfabetização Científica e competência de julgar a coerência de situações hipotéticas de Física aplicada ao trânsito.

Espera-se que ao concluir o Ensino Médio o egresso possua saberes escolares que o permita compreender o seu cotidiano e atuar nele de maneira crítica e responsável. A Física escolar, assim como as demais disciplinas, detém saberes fundamentais que podem possibilitar

---

<sup>7</sup> Artigo submetido à Revista Thema do Instituto Federal Sul Rio-Grandense em 2019 (no prelo).

uma “leitura de mundo” pautada pelo conhecimento científico. O cotidiano do trânsito é permeado por diversos fenômenos e tecnologias que encontram nas Ciências da Natureza respaldo para uma compreensão integral de tais acontecimentos.

Acreditamos que o Ensino de Física possa contribuir com essa formação crítica ao incluir situações cotidianas com objeto de contextualização dentro da sala de aula. Dessa maneira, é possível que a Física escolar tenha potencial de contribuir também para a Educação no Trânsito de cada cidadão.

Logo, espera-se que os conhecimentos socializados nas aulas de Física possam ser relevantes para os estudantes, assim como interajam em suas estruturas cognitivas com o maior grau de retenção possível. Na psicologia cognitiva, a Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2003) defende que se novos conhecimentos se relacionarem de maneira lógica com saberes pertinentes, já existentes na mente do aprendiz, poderão interagir com maior relevância e ao final do processo, podem proporcionar maior estabilidade para o conceito aprendido. Com isso, é possível (porém não causal) que um conceito aprendido dessa maneira possa auxiliar o indivíduo na sua “leitura de mundo”.

De acordo com Ausubel (2003), uma das maneiras de avaliar se uma aprendizagem ocorreu de maneira significativa é verificar a capacidade de transferência do conhecimento a situações não conhecidas ou não rotineiras, a fim de verificar se o estudante consegue estabelecer relações entre o conceito aprendido e a sua aplicação em uma nova conjuntura. Porém, Moreira (2012) adverte que um contexto totalmente novo pode não contribuir de maneira efetiva com essa metodologia, pois o estudante não é acostumado a ser confrontado com episódios originais de maneira inesperada. Sendo assim, parece adequado que esse processo aconteça de maneira progressiva.

Nesse sentido, parece apropriado a escolha de um contexto (para servir de base para avaliar uma Aprendizagem Significativa) que é presente e relevante para a vida do indivíduo, porém, que de modo geral, os fenômenos físicos contidos nele, encontrem-se latentes. O trânsito é um dos contextos de maior proeminência, pois praticamente todos participamos do trânsito, seja na condição de passageiro, motorista ou pedestre.

Com essa base, elaboramos instrumentos de medida que visaram: 1) mensurar a competência dos entrevistados de realizar a transposição de conhecimentos de Física escolar a um contexto aplicado; 2) mapear o perfil das aulas de Física que vivenciaram enquanto alunos do Ensino Médio. Utilizamos também outros dois instrumentos que mediram o nível de Alfabetização Científica e a percepção individual do grau de interesse/informação sobre temas de cunho científico.

Em posse desses indicadores, procedemos com testes estatísticos a fim de notar se os dados de caracterização dos participantes fornecem padrões que auxiliem na discussão de que influências podem ter atuado nos desempenhos individuais observados nos quatro instrumentos que responderam.

Este manuscrito inicia com uma fundamentação teórica sobre a Alfabetização Científica e a sua reação com a Física aplicada ao trânsito. Em um segundo momento, expõe-se os procedimentos metodológicos e na sequência, a descrição dos resultados e suas discussões.

### **A Alfabetização Científica e a competência de interpretar o cotidiano do trânsito à luz da Física**

Deseja-se que as disciplinas da área de Ciências da Natureza contribuam para que o egresso da Educação Básica possua a competência de compreender o seu cotidiano de modo crítico e possa atuar nele com responsabilidade. O estado de competência que permite, entre outras habilidades, tais manipulações do conhecimento, pode ser denominado de Alfabetização Científica – Alfabetização Científica.

Mesmo sem um consenso sobre a significação do termo, devido à pluralidade de concepções (ANELLI, 2011), grupos de interesse (LAUGKSCH, 2000), e também ao próprio processo de evolução do significado, conforme estudos foram sendo publicados (OGUNKOLA, 2013), há, segundo Sasseron e Carvalho (2011), um fio condutor que abarca os diferentes entendimentos, todos eles, com convergências às concepções de Hurd (1958), quando cunhou o conceito “Scientific Literacy” pela primeira vez dentro do contexto educacional.

Da concepção de Hurd (1958) até a atualidade, a definição passou por transformações de significados e nomenclaturas. Por exemplo, para Shen (1975), a Alfabetização Científica possui uma relação direta com o cotidiano, podendo evoluir, primeiramente, para o uso desses saberes na tomada de decisão dentro do contexto cívico/político, e em um segundo momento, estabelecendo uma cultura científica, na qual, os indivíduos, mesmo sem formação na área, buscam e consomem o conhecimento científico. Já para Miller (1983), a Alfabetização Científica consiste em um fenômeno subdividido em três entendimentos: conteúdo das ciências; natureza da ciência; e impacto dela na sociedade e ambiente. De acordo com o autor, para o cidadão ser considerado como alfabetizado cientificamente, deve apresentar entendimentos minimamente satisfatórios em cada um dos três eixos.

No Brasil, as diferenças não se contiveram apenas no significado, mas também na escrita. O “Scientific Literacy” foi traduzido do inglês para o português como “Letramento Científico-LC”. Porém, este mesmo termo, na língua francesa e espanhola, foi descrito, respectivamente

como “*Alphabétisation Scientifique*” e “*Alfabetización Científica*”, e ambos puderam ser traduzidos para o português como “Alfabetização Científica”. Há ainda, autores que defendem que o ideal defendido por essa temática só é alcançado quando se cria uma cultura científica dentro da comunidade em questão. Estes autores, utilizam um terceiro termo na língua portuguesa, denominado de “Enculturação Científica” (CUNHA, 2017).

Esta diferença de tradução é acompanhada, na maioria das vezes, por distinções de significado também. Autores que utilizam o termo LC, geralmente o diferenciam de Alfabetização Científica ao defender que Letramento se relaciona à aplicação dos conhecimentos potencializados pelo processo de Alfabetização, porém, acrescido da interpretação social em que o saber se encontra aplicado. Essa concepção, dentro da Educação em Ciências, sugere que Alfabetização Científica está relacionada aos conteúdos, nomenclaturas, e significados dos termos científicos, e por sua vez, LC engloba as relações desses conhecimentos com a tecnologia, sociedade, ambiente e seus impactos no mundo.

Utilizamos o termo Alfabetização Científica pois não consideramos essa dissociação linguística. Nosso argumento se sustenta nos fatos de que Alfabetização Científica é o descritor de maior procura nos motores de busca da área (CUNHA, 2017) e também, por corroborar com a concepção de Auler e Delizoicov (2001), que consideram que a Alfabetização Científica não se resume apenas a nomenclaturas técnicas da ciência, pois propicia a possibilidade de observar o cotidiano pautado pelo saber científico. Dessa maneira, um indivíduo considerado alfabetizado cientificamente possui também a expectativa de perceber a metodologia de elaboração e construção da ciência, e a influência das tecnologias na natureza e sociedade.

Portanto, Alfabetização Científica é um construto que oportuniza ao indivíduo relacionar-se com uma nova cultura, observando o mundo sob a perspectiva científica e atribuindo ferramentas para entender e atuar nesse contexto de maneira crítica e responsável. Esta concepção, aliada às ideias de Miller (1983), compõe nossa noção teórica sobre este fenômeno.

Os autores Laugksch e Spargo (1996), também se utilizaram das ideias de Miller para elaborar um dos instrumentos de mensuração do nível de Alfabetização Científica de maior proeminência da literatura. Os pesquisadores fizeram uso também das recomendações da *Association for the Advancement of Science* (AAAS, 1989), na qual apresenta um documento descrevendo os saberes e as competências que todo o egresso da Educação Básica deveria externar após as instruções deste nível de ensino. Denominado de *Test of Basic Scientific Literacy – TBSL*, este questionário é composto por 110 itens com afirmações verdadeiras ou falsas que versam sobre diversos temas científicos, subdivididos nos três eixos da Alfabetização Científica postulados por Miller (1983).

O seu tamanho (110 itens) foi objeto de críticas por pesquisadores e até mesmo pelos elaboradores, pois esse fator pode inviabilizar sua aplicação no tempo de um período escolar, assim como, pode comprometer a fidedignidade das alternativas assinaladas. Refletindo sobre essa temática, procedemos um estudo de redução instrumental, no qual, diminuimos o instrumento de 110 para 45 itens, respeitando sua subdivisão, confiabilidade e poder de medida (VIZZOTTO; MACKEDANZ, 2018b). A metodologia de aplicação desse e de outros três questionários será descrita apropriadamente na seção seguinte.

A perspectiva dos elaboradores do TBSL foi apresentar situações cotidianas para fornecer oportunidade de os entrevistados utilizarem seus saberes para julgar a coerência das afirmações descritas. Defendemos que a competência de o indivíduo utilizar seus saberes para entender os fenômenos presentes em sua vida é um dos principais objetivos da Alfabetização Científica. Dessa maneira, torna-se relevante estudos que busquem inferir tal aptidão.

Por Proficiência Científica, definimos como “a aptidão que permite ao indivíduo utilizar os saberes presentes em sua estrutura cognitiva, sejam intrínsecos ou extrínsecos, adquiridos em espaços formais, informais ou não formais de ensino, para interpretar de maneira cientificamente adequada os fenômenos do dia a dia que possam permear suas vivências”.

Assim como nos testes de proficiência nas diversas línguas estrangeiras, que buscam mensurar o quanto o estudante domina tal saber para falar, ler e escutar no idioma, a PC, entendida por nós, consiste na habilidade, competência, conhecimento pleno em determinado assunto que permita com que o cidadão entenda aspectos mínimos para proceder suas ações com criticidade.

Nesse sentido, há possibilidade de que os conhecimentos da Física (e de todas as disciplinas) aprendidos de maneira significativa, possam contribuir para a construção de habilidades e competências que sejam capazes de favorecer o nível de criticidade de um aprendiz.

Transpondo esta concepção para o Ensino de Ciências, de acordo com Gusmão (2011), um cidadão considerado proficiente em determinada temática, seria aquele que dispõe da habilidade de fazer uso dos seus conhecimentos de Ciências da Natureza a fim de interpretar, de maneira alinhada a esses saberes, exemplos presentes em seu cotidiano ou outro episódio diferente daquele no qual inicialmente se deu o seu aprendizado.

Dentro da Física escolar, diversos são os contextos nos quais os conceitos e fenômenos científicos podem ser observados. Na cozinha, na meteorologia, na medicina, no corpo humano, nas engenharias, enfim, sempre será possível notar a presença da Física nessas e em outras

situações. Um desses outros contextos, objeto de estudo dessa pesquisa, foi a Física aplicada a situações presentes no Trânsito.

De forma majoritária o trânsito é um contexto vivenciado por nós. Mesmo aquele que não sabe dirigir participa do trânsito como passageiro e também como pedestre. Comumente observa-se episódios que podem ser compreendidos apenas com conhecimentos de Física escolar, como acelerações e frenagens; derrapagens; acidentes envolvendo aquaplanagem; falta do uso do cinto de segurança; veículos que saem obrigatoriamente com Airbag e freios ABS de fábrica; veículos fabricados recentemente que são mais suscetíveis a amassar a lataria quando comparados a modelos antigos; diferentes limites de velocidade para carros, ônibus e caminhões para um mesmo trecho da rodovia, etc. (CHAGAS, 2014; VIZZOTTO; MACKEADANZ, 2017). Tais exemplos e tantos outros mais, constituem-se em um ambiente ímpar de contextualizações nas quais o Ensino de Física pode usufruir como fontes de Conhecimentos Prévios (AUSUBEL, 2003) e de Problematizações (RICARDO, 2005).

A união entre Física e Trânsito também é significativa em função das causas de natureza social, de maneira específica, devido aos acidentes de trânsito. De acordo com Negrini-Neto e Kleinubing (2012), a segurança no trânsito acontece quando três fatores permanecem em equilíbrio: a engenharia veicular e de estradas; os esforços legais (legislação); e a educação para o trânsito. Segundo os autores, a maioria das mortes no trânsito são causadas por complicações relacionadas a este último fator. Isso significa que falta de educação para o trânsito, entre outras coisas, pode acontecer devido a ignorância dos condutores quanto as relações de causa e efeito de suas ações nas estradas. Tal perspectiva pressupõe que a tomada de decisão consciente poderá acontecer com maior probabilidade (mas não é uma regra, nem uma relação causal) em quem dispõe de maior criticidade sobre as ocorrências vivenciadas (SANTOS; MORTIMER, 2001).

Não há qualquer estudo que tenha mensurado uma relação causal entre nível de conhecimento científico e tomada de decisões cientificamente adequadas no trânsito. Porém, é possível realizar uma defesa dessa perspectiva por meio da Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2003).

Para esta teoria, um novo conhecimento será internalizado com maior estabilidade se durante o processo de ensino, o conceito se relacionar com algum saber relevante já presente na estrutura cognitiva do aprendiz. Esta conexão deve acontecer de forma substantiva e não arbitrária e quando ocorre, diz-se que ocorreu uma “ancoragem”. Isso permite com que o saber possa apresentar maior grau de retenção e seja relevante para o indivíduo ao ser confrontado

com situações diferentes das que presenciou no processo de ensino e aprendizagem de tal conhecimento (MOREIRA, 2012).

Para ocorrer uma Aprendizagem Significativa, duas condições devem acontecer: 1) o material de ensino deve possuir uma interpretação lógica a fim de potencializar as condições para que o estudante tenha contato com o conhecimento a ser aprendido; 2) o estudante necessita apresentar certo grau de predisposição para aprender. Predisposição nesse contexto não se reduz apenas a fatores motivacionais, e sim engloba a existência de condições da estrutura cognitiva do aprendiz (saberes relevantes) para interagir de maneira efetiva com o material de ensino.

Nesse sentido, defendemos que saberes aprendidos de maneira alinhada ao consenso científico e de forma significativa podem se caracterizar por instruções com maior potencial de serem recordadas no momento em que um sujeito necessitar realizar uma tarefa, interpretar um fenômeno cotidiano ou tomar uma decisão. Por fim, há a possibilidade de que conceitos da Física aprendidos de modo significativo possam colaborar para o grau de Alfabetização Científica de um cidadão, assim como, contribuir para a sua educação para o trânsito.

### **Metodologia**

A fim de suprir os objetivos dessa investigação, a pesquisa baseou-se em uma metodologia quantitativa de coleta de dados. Utilizamos quatro questionários de resposta fechada, que foram analisados através de técnicas da estatística inferencial. Cada um dos instrumentos teve por objetivo inferir determinados aspectos da educação científica dos participantes.

O questionário 1, denominado de Física Aplicada ao Trânsito – FAT, apresentou situações hipotéticas de aplicação de conceitos e fenômenos físicos nesse contexto. As 25 questões poderiam ser consideradas verdadeiras ou falsas do ponto de vista científico. O objetivo desse instrumento foi instigar os respondentes a utilizarem todos os seus conhecimentos para julgar a coerência científica de cada situação apresentada. O somatório de acertos de cada participante converge para a mensuração da competência anteriormente denominada de Proficiência Científica da Física em contextos do trânsito (tal indicador apresenta a inferência do nível de proficiência apenas para a aplicação nesse contexto, não sendo adequado generalizá-lo para outras situações de aplicação cotidiana).

O questionário 2, teve por meta esquematizar, de acordo com a percepção de cada participante, qual foi o perfil das aulas de Física que os mesmos vivenciaram enquanto estudantes do Ensino Médio. Esse instrumento chamou-se Perfil do Ensino de Física – PEF, e contou com 20 itens com características das aulas e da relação deles com a disciplina. Para

estabelecer tal mapeamento, utilizamos como base a Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2003).

Por meio desse referencial, algumas características das aulas iam ao encontro, e outras, de encontro a aulas que poderiam potencializar uma Aprendizagem Significativa. Por exemplo: presença ou ausência de debates sobre os temas das aulas; maneira como os professores abordavam um novo conceito; se havia motivação para assistir as aulas; se os conhecimentos possuíam conexão com os seus cotidianos; se o professor considerava ou não os conhecimentos prévios, entre outras características. Desse modo, por meio de uma escala likert os respondentes puderam concordar ou discordar das afirmações, gerando um escore, no qual, uma maior pontuação significa um PEF com maior propensão a acontecer uma Aprendizagem Significativa, ao passo que, no caso de uma menor pontuação, indica aulas que poderiam não potencializar tal aprendizagem.

Esses dois instrumentos foram elaborados por nós e passaram, antes da aplicação na pesquisa, por testes piloto para a aferição de sua validade e confiabilidade. Os procedimentos de elaboração e validação podem ser apreciados em Vizzotto e Mackedanz (2018a).

O instrumento 3, foi o supracitado *Test of Basic Scientific Literacy*, porém na versão traduzida para a língua portuguesa e reduzida por nós (VIZZOTTO; MACKEDANZ, 2018b), sendo então, denominado de Teste de Alfabetização Científica Básica Simplificado – TACB-S. Este questionário, composto por 45 itens com afirmações verdadeiras ou falsas, versa sobre temas interdisciplinares das Ciências da Natureza, tendo como base as subdivisões da Alfabetização Científica postuladas por Miller (1983): entendimento dos conteúdos da ciência; entendimento da natureza da ciência; entendimento do impacto da ciência e tecnologia na sociedade de ambiente. Para ser considerado como alfabetizado cientificamente, o respondente necessita obter êxito em pelo menos 60% de cada uma das três subdivisões citadas. Esse critério foi estabelecido pelos elaboradores do instrumento original Laugksch e Spargo (1996) e será por nós utilizado nesse e nos demais instrumentos aplicados.

O último instrumento serviu para a caracterização do nível de interesse/conhecimento dos participantes por temas científicos. Empregado por Serrao et al. (2016) na pesquisa que gerou o relatório denominado “Indicador de Letramento Científico - ILC”, este questionário apresentou uma lista com 11 temas das mais variadas áreas científicas, e dentro de uma escala, o respondente deveria assinalar qual era o grau de entendimento que acreditava possuir sobre cada um dos tópicos. Denominamos este instrumento de Percepção do Grau de Informação – PGI, e achamos adequado incluí-lo em nossa pesquisa para posteriormente testar a correlação desse indicador com o desempenho nos outros três instrumentos.

Além dos 4 questionários, dados de caracterização dos participantes também foram coletados. Informações como idade, sexo, ano de conclusão do Ensino Médio, número de reprovações, se já necessitou parar de estudar, se já possuía carteira nacional de habilitação, entre outras referências, com o intuito de caracterizar o perfil de cada entrevistado.

O público-alvo foi composto por egressos do Ensino Médio, ingressantes de cursos técnicos, tecnólogos e de graduação de um Instituto Federal e Universidade Federal da região Sul do Brasil, com idades igual ou superior a 18 anos. A aplicação dos questionários aconteceu no início do segundo semestre de 2018 e participaram da pesquisa 512 egressos.

Os dados foram coletados em sala de aula, durante uma aula cedida pelos professores. Em um primeiro momento, os objetivos da pesquisa foram explicitados, assegurando a participação de forma espontânea e anônima. Logo após, foram entregues os questionários e o termo de consentimento livre e esclarecido. Foi designado um tempo máximo de um período escolar (45 minutos) para a atividade. O tempo médio de término foi de 25 minutos.

Após os procedimentos de aplicação, os dados foram corrigidos e posteriormente tabelados em uma planilha eletrônica a fim de serem analisados pelo *Statistical Package for the Social Sciences - SPSS* versão 23, para Windows. Com intenção de atestar a veracidade dos dados analisados, optamos por manter os quadros originais da saída do software estatístico, justificando a eventual formatação própria e linguagem em inglês.

Para analisar os dados coletados e verificar a existência de diferenças de desempenho entre determinados grupos fizemos uso de testes de hipótese. Um teste de hipótese é uma ferramenta da estatística, que baseada na teoria da probabilidade, realiza inferências na busca por aferir padrões desconhecidos sobre aspectos de um grupo. Cada teste analisa duas hipóteses contrárias sobre determinado grupo: uma delas chama-se hipótese nula e a outra, hipótese alternativa (PASQUALI, 2017).

Hipótese nula é a assertiva que está sendo testada. De modo geral, é um enunciado que atesta nenhuma diferença sobre o comportamento da amostra para os grupos verificados. Por outro lado, a Hipótese alternativa é a alegação antagônica, que é aceita como verdade, na condição de a Hipótese nula ser preterida pelo teste estatístico. Para essa pesquisa foram utilizados: Test t para amostras independentes; Teste de Qui Quadrado; e ANOVA.

O Test t é utilizado para medir a probabilidade de a média da amostra ter exibido os valores observados ou valores discrepantes para diferentes grupos de uma mesma amostra. Geralmente é utilizado na pesquisa em ensino para verificar se há ou não diferenças de desempenho entre grupos como homens X mulheres; mais novos X mais velhos; etc. Utiliza-se uma variável numérica (desempenhos em questionário, por exemplo) e variáveis nominais

(sexo, cor dos olhos, etc.). Caso não exista uma variável numérica e sim, duas variáveis nominais com grupos dicotômicos, pode-se testar hipótese de diferença de desempenhos por meio do Teste de Qui-Quadrado. Para o caso de haver variáveis numéricas para serem confrontadas com grupos com mais de duas subdivisões, como por exemplo, turnos de estudo (manhã, tarde e noite), o teste de hipótese pode ser realizado através de uma ANOVA.

Os testes são interpretados observando o p-valor da significância do quadro de saída do SPSS. Valores superiores a 0,05 sugerem a aceitação da hipótese nula, ou seja, os dois grupos não possuem diferença de desempenho entre eles, ou ainda, a diferença apresentada não é estatisticamente significativa. Por outro lado, se o p-valor for menor que 0,05 sugere a rejeição da hipótese nula e a aceitação da hipótese alternativa, acolhendo a concepção de que o desempenho entre os grupos analisados é diferente (FIELD, 2009).

Para esta pesquisa, os grupos testados foram: sexo; idade; ter ou não CNH; quem teve de conciliar trabalho com estudos e quem só estudou; quem evadiu e depois voltou a estudar e quem nunca evadiu; quem teve aulas de Física após o Ensino Médio e quem não teve, entre outros. Na seção seguinte, serão apresentados os resultados de nossa pesquisa. Em um primeiro momento, será descrita uma caracterização dos participantes e em seguida, expostos os dados analisados.

## **Resultados**

### *Descrição dos participantes*

O público-alvo foi composto por 512 entrevistados, 252 mulheres e 260 homens, com idades que variaram de 18 a 57 anos. A maior parte do total (86,3%) apresentou idades entre 18 e 30 anos. Cerca da metade dos participantes (48,2%) já portavam a Carteira Nacional de Habilitação. O participante que concluiu seu Ensino Médio em um ano mais distante, concluiu em 1981, e o mais recente em 2018. Porém, 51% deles haviam completado seus estudos depois do ano de 2014.

Quanto ao sistema de ensino, os egressos derivaram de: 55,7% escolas públicas estaduais; 23,6% escolas públicas federais; 14,1% escolas particulares; 3,5% educação de jovens e adultos - EJA; 3,1% conclusão por meio do ENEM. A maior parte do grupo estudou durante um turno do dia (84,8%), enquanto uma parcela menor de participantes (11,5%) estudou no turno da noite. Houve ainda, um grupo minoritário (3,7%) que estudou em um regime integral diurno.

Do total, 68,8% somente se dedicou aos estudos durante o Ensino Médio, não necessitando conciliar com algum trabalho. 78,5% dos entrevistados nunca haviam reprovado, 12,9% possuíam uma reprovação e 8,6% mais de uma reprovação. Posteriormente à conclusão

do Ensino Médio apenas 34,4% haviam assistido aulas de Física em momentos anteriores ao da entrevista.

Notamos um grupo de entrevistados jovens, recém concluintes do Ensino Médio de maneira majoritária, advindos de escolas públicas, que puderam se dedicar aos estudos e apresentaram baixo índice de reprovações.

### *Resultados dos Testes de Hipótese*

O quadro abaixo apresenta os resultados dos Testes t para amostras independentes, realizados considerando os grupos em que os participantes puderam ser divididos, para assim, verificar a hipótese de diferença de desempenho para o questionário FAT.

<b>Diferença no nível de proficiências em Física no trânsito em relação aos dados dicotômicos de caracterização</b>					
<b>Grupo</b>	<b>subdivisão</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>Test t sig.</b>	<b>Interpretação</b>
Sexo	Feminino	252	14,73	0,000	Há diferença estatisticamente significativa entre os grupos
	Masculino	260	17,17		
Idade	Mais velhos	41	14,61	0,017	Há diferença estatisticamente significativa entre os grupos
	Mais novos	471	16,08		
Possuir CNH	Sim	247	17,29	0,000	Há diferença estatisticamente significativa entre os grupos
	Não	265	14,73		
Conciliar estudos e trabalho	Sim	160	16,19	0,361	Não há diferença estatisticamente significativa entre os grupos
	Não	352	15,86		
Parar os estudos	Sim	36	15,31	0,277	Não há diferença estatisticamente significativa entre os grupos
	Não	476	16,02		
Aulas de Física após o Ensino Médio	Sim	176	18,76	0,000	Há diferença estatisticamente significativa entre os grupos
	Não	336	14,5		

*Quadro 30 Artigo V: Resultados dos Testes t para amostras independentes. Fonte: autores.*

### *Teste de hipótese para sexo*

Esse teste teve por objetivo de verificar se havia diferença estatisticamente significativa no desempenho do FAT entre homens e mulheres. Conforme podemos notar no quadro 30, o p-valor  $<0,05$  sugere a rejeição da hipótese nula. Isso significa que houve diferença estatisticamente significativa entre homens e mulheres. Ao observar a média de acertos, notamos que os homens apresentaram melhor desempenho.

Porém, este indicativo nos pareceu incoerente em todos os sentidos e não corrobora com os resultados de Vizzotto e Mackedanz (2017), nos quais essa diferença não é evidenciada. Buscamos aprofundar a análise dos dados a fim de investigar quais fatores poderiam estar influenciando nos resultados mensurados.

Como resposta, concluímos que este dado evidenciando a diferença entre os sexos não tem correlação com o sexo em si, e sim, com o fato de que os egressos homens de escolas federais tiveram melhor desempenho do que as mulheres desse grupo, e o fator agravante para

esse desvio no resultado foi o número de homens em relação ao de mulheres, que foi quase o triplo entre egressos de escolas federais, conforme se pode observar no quadro 31.

Group Statistics					
Sexo_FED		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
FAT_FED	Mas	90	18,64	3,120	,329
	Fem	31	16,42	2,643	,475

Quadro 31 Artigo V: Informações sobre egressos de escola Pública Federal. Fonte: autores.

Para egressos de instituições de outras redes de ensino, o resultado do teste t definiu essa diferença como não significativa. Portanto, não há evidência que sinalize diferença de desempenho no FAT entre participantes de diferentes sexos.

#### *Teste de hipótese para idades*

Nosso objetivo com essa mensuração foi verificar se havia diferença entre estudantes mais velhos e mais novos. Para realizar tal delimitação, consideramos a variação de idades (18 a 57 anos) e dividimos os participantes com idades de 18 até 38 anos no grupo do mais novos e por sua vez, os de idade a partir de 39 até 57 anos, no grupo dos mais velhos.

Conforme se pode notar no quadro 30, houve diferença entre esses grupos, e a média de acertos superior dos mais novos, foi considerada significativa.

#### *Teste de hipótese para portadores e não portadores de CNH*

Na sequência, buscamos notar se indivíduos que já possuíam experiência em dirigir veículos poderiam apresentar um desempenho superior quando comparados aos que ainda não haviam realizado o curso da primeira habilitação. É importante ressaltar que o fato de não portar CNH não indica que o participante nunca esteve na condição de condutor de um veículo.

Notamos que a média de acertos no FAT para os portadores de CNH foi de 17,29, enquanto que os não portadores de CNH foi de 14,73. Segundo o Test t, houve diferença entre os dois grupos. Essa evidência pode contribuir para a discussão da importância dos conhecimentos experenciais para o processo de aprendizagem e retenção do conhecimento.

#### *Teste de hipótese para nível de ocupação e evasão escolar*

Procuramos investigar se participantes que somente tiveram os estudos como ocupação durante o Ensino Médio apresentaram desempenhos diferentes quando comparados com

aqueles participantes que, além de estudar, necessitavam conciliar essa atividade com algum trabalho, por exemplo.

Nossas análises revelaram que indivíduos que estudavam e trabalhavam apresentaram uma média de acertos no FAT ligeiramente superior, porém, não pode ser considerada significativa. Houve interesse de inferência semelhante ao comparar o desempenho daqueles que necessitaram parar os estudos e retomá-los em momento posterior, a fim de inferir se esse grupo obteve uma média de acertos significativamente baixa, conforme atesta o quadro 30. No entanto, tal diferença não pode ser considerada relevante, pois o p-valor apresentado pelo Test t foi  $>0,05$ .

#### *Teste de hipótese para aulas de Física vivenciadas após a conclusão do Ensino Médio*

Essa inferência separou os entrevistados entre aqueles que após a conclusão dos seus estudos básicos participaram de disciplinas de Física em cursos, graduações, etc., e aqueles que só haviam vivenciado a Física escolar por meio do seu contato no Ensino Médio.

O Teste sugeriu rejeitar a hipótese nula (p-valor  $<0,05$ ), indicando que a diferença na média de acertos adveio de diferenças significativas entre os dois grupos.

#### *Teste ANOVA entre desempenho no FAT e os grupos de escolas*

Esse teste chamado de ANOVA analisa a relação de uma variável (desempenho no FAT) com caracterizações de mais de duas subdivisões. Nesse caso, buscamos inferir se houve diferença significativa no desempenho entre egressos de Escolas Públicas Estaduais, Públicas Federais, Escolas Particulares, quem concluiu os estudos por meio do ENEM, e egressos de EJA. O quadro 32 apresenta as medidas de tendência central de cada um desses grupos:

Descriptives				
Q2_FAT				
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error
Concluído através da prova do ENEM	16	15,88	3,810	,953
Egresso de Escola Particular	72	15,25	3,837	,452
Egresso de Escola Pública Estadual	285	15,30	3,694	,219
Egresso de Escola Pública Federal	121	18,07	3,150	,286
Egresso de turma de EJA	18	15,33	4,044	,953
Total	512	15,97	3,784	,167

Quadro 32 Artigo V: medidas de tendência central para egressos de diferentes escolas: Fonte: autores.

Percebemos que a média de acertos foi praticamente igual (15,88; 15,25; 15,30; 15,33), exceto pelos egressos de escolas públicas federais (18,07). Na sequência, o quadro 33 apresenta os resultados estatísticos de múltipla comparação entre todos os diferentes tipos de sistema escolar:

Multiple Comparisons				
Dependent Variable:				
Tukey HSD				
(I) Tipo_escolar		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Concluído através da prova do ENEM	Egresso de Escola Particular	,625	,998	,971
	Egresso de Escola Pública Estadual	,577	,927	,972
	Egresso de Escola Pública Federal	-2,199	,960	,150
	Egresso de turma de EJA	,542	1,240	,992
Egresso de Escola Particular	Concluído através da prova do ENEM	-,625	,998	,971
	Egresso de Escola Pública Estadual	-,048	,476	1,000
	Egresso de Escola Pública Federal	-2,824*	,537	,000
	Egresso de turma de EJA	-,083	,951	1,000
Egresso de Escola Pública Estadual	Concluído através da prova do ENEM	-,577	,927	,972

	Egresso de Escola Particular	,048	,476	1,000
	Egresso de Escola Pública Federal	-2,776*	,392	,000
	Egresso de turma de EJA	-,035	,877	1,000
Egresso de Escola Pública Federal	Concluído através da prova do ENEM	2,199	,960	,150
	Egresso de Escola Particular	2,824*	,537	,000
	Egresso de Escola Pública Estadual	2,776*	,392	,000
	Egresso de turma de EJA	2,741*	,912	,023
Egresso de turma de EJA	Concluído através da prova do ENEM	-,542	1,240	,992
	Egresso de Escola Particular	,083	,951	1,000
	Egresso de Escola Pública Estadual	,035	,877	1,000
	Egresso de Escola Pública Federal	-2,741*	,912	,023
*. The mean difference is significant at the 0.05 level.				

Quadro 33 Artigo V: Múltiplas comparações entre diferentes tipos de escola. Fonte: autores.

Os testes realizados mostraram que as diferenças existentes são estatisticamente significativas ( $p\text{-valor} < 0,05$ ). Os grupos que apontaram diferenças foram: Escola Estadual X Escola Federal; Escola Particular X Escola Federal.

#### *Teste ANOVA entre desempenho no FAT e turno de estudo*

Da mesma maneira como se procedeu no teste anterior, nesse, os grupos foram verificados com base no turno de estudo. Estudantes diurnos, noturnos e em tempo integral foram inferidos a fim de verificar a existência de diferenças de desempenho no FAT.

Descriptives				
Q2_FAT				
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error
Dia	434	16,01	3,807	,183
Integral	19	16,32	3,465	,795
Noite	59	15,53	3,734	,486
Total	512	15,97	3,784	,167

Quadro 34 Artigo V: Medidas de tendência central para egressos que estudaram em diferentes turnos: Fonte: autores.

Conforme podemos notar no quadro acima, egressos do turno da noite apresentaram uma média de acertos ligeiramente menor quando comparados com os outros dois grupos. O quadro a seguir apresenta as comparações múltiplas que testam a hipótese de diferença entre os índices.

Multiple Comparisons						
Dependent Variable: Tukey HSD						
(I) Turno_estudado		Mean Diferenc e (I-J)	Std. Error	Sig.	Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Dia	Integral	-,304	,888	,937	-2,39	1,78
	Noite	,486	,526	,625	-,75	1,72
Integral	Dia	,304	,888	,937	-1,78	2,39
	Noite	,790	,999	,709	-1,56	3,14
Noite	Dia	-,486	,526	,625	-1,72	,75
	Integral	-,790	,999	,709	-3,14	1,56

Quadro 35 Artigo V: Múltiplas comparações entre diferentes turnos. Fonte: autores.

Com a análise do quadro 35 é possível perceber, através da coluna que apresenta o resultado da significância da análise (sig.), que nenhum p-valor foi menor que 0,05. Dessa maneira, o teste sugere aceitar a hipótese nula de que não há diferenças entre os acertos dos três turnos apresentados. Ou seja, a diferença de desempenho dos egressos do turno da noite não pode ser considerada como relevante. Todos apresentaram índices semelhantes.

#### *Teste ANOVA entre número de reprovações e Percepção do Grau de Informação que detém.*

Essa análise teve por meta verificar a existência de maiores graus de interesse por temas científicos em função do número de reprovações durante o Ensino Médio. Essa análise se encaixa apenas em uma análise descritiva de caracterização do grupo, pois não há ferramentas para estabelecer inferências que investiguem relações causais entre interesse por temas científicos e a ocorrência de reprovações.

Descriptives				
Q1_PGI				
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error
Mais de uma vez	44	24,61	5,958	,898
Nenhuma vez	402	25,79	5,773	,288
Uma vez	66	23,79	5,495	,676
Total	512	25,43	5,787	,256

Quadro 36 Artigo V: Medidas de tendência central para o grau de percepção por temas de ciência. Fonte: autores.

Notamos no quadro 36 que aqueles que nunca haviam reprovado, apresentaram um escore que representa maior interesse por temas científicos. No quadro a seguir, será possível verificar se essa diferença é significativa.

Multiple Comparisons						
Dependent Variable:						
Tukey HSD						
(I) Reprovações		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Mais de uma vez	Nenhuma vez	-1,172	,914	,405	-3,32	,98
	Uma vez	,826	1,120	,741	-1,81	3,46
Nenhuma vez	Mais de uma vez	1,172	,914	,405	-,98	3,32
	Uma vez	1,998*	,764	,025	,20	3,79
Uma vez	Mais de uma vez	-,826	1,120	,741	-3,46	1,81
	Nenhuma vez	-1,998*	,764	,025	-3,79	-,20

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Quadro 37 Artigo V: Múltiplas comparações entre PGI e número de reprovações. Fonte: autores.

De acordo com o quadro acima, a única correlação que pode ser considerada como significativa foi entre quem nunca havia reprovado e quem reprovou apenas uma vez. Nesse caso, entrevistados que nunca reprovaram apresentaram um interesse por temas científicos estatisticamente maior (embora essa diferença seja pequena), do que indivíduos que reprovaram uma vez.

#### *Teste Qui-Quadrado entre FAT e PEF*

Este teste teve por objetivo mapear a percentagem de entrevistados que obtiveram um desempenho considerado satisfatório no FAT (>60% de acertos) e também vivenciaram aulas de Física que poderiam potencializar uma Aprendizagem Significativa.

<b>Q2_foi_considerado_proficiente * Aulas_poderiam_potencializar_AS</b>					
<b>Crosstabulation</b>					
			Aulas_poderiam_potencializar_		Total
			Não	Sim	
Q2_foi_considerado_proficiente	Não	Count	119	65	184
		% within Q2_foi_considerado_proficiente	64,7%	35,3%	100,0%
	Sim	Count	139	189	328
		% within Q2_foi_considerado_proficiente	42,4%	57,6%	100,0%
Total		Count	258	254	512
		% within Q2_foi_considerado_proficiente	50,4%	49,6%	100,0%

Quadro 38 Artigo V: Teste de Qui-Quadrado para desempenhos no FAT e PEF. Fonte: autores.

Nessa análise, notamos que 57,6% dos entrevistados que demonstraram desempenho satisfatório no FAT assistiram aulas que poderiam potencializar uma Aprendizagem Significativa. Por outro lado, 64,7% dos egressos de aulas que poderiam não potencializar tal modo de aprender, apresentaram um desempenho abaixo dos 60% de acertos.

#### Teste Qui-Quadrado entre TACB-S e PEF

De modo semelhante ao teste anterior, esse buscou mensurar quantos egressos de aulas que poderiam potencializar uma Aprendizagem Significativa foram também considerados como alfabetizados cientificamente, conforme podemos conferir no quadro a seguir:

<b>Considerado_alfabetizado_cientificamente * Aulas_poderiam_potencializar_AS</b>					
<b>Crosstabulation</b>					
			Aulas_poderiam_potencializar_AS		Total
			Não	Sim	
Considerado_alfabetizado_cientificamente	Não	Count	183	160	343
		% within Considerado_alfabetizado_cientificamente	53,4%	46,6%	100,0%
	Sim	Count	75	94	169
		% within Considerado_alfabetizado_cientificamente	44,4%	55,6%	100,0%
Total		Count	258	254	512
		% within Considerado_alfabetizado_cientificamente	50,4%	49,6%	100,0%

Quadro 39 Artigo V: Teste de Qui-Quadrado para desempenhos no TACB-S e PEF. Fonte: autores.

Dessa maneira, por meio do quadro 39 podemos notar que 55,6% dos egressos que vivenciaram aulas de Física que poderiam potencializar uma Aprendizagem Significativa foram considerados também, como alfabetizados cientificamente.

### **Discussões**

Após o procedimento de apresentação dos resultados, essa seção visa discuti-los a fim de estabelecer se há ou não um padrão que possa explicar os altos e baixos desempenhos observados em cada um dos testes realizados.

De modo geral, há fortes indícios de que um dos fatores preponderantes que podem ter influenciado os referidos desempenhos tenham sido a realidade escolar e as experiências individuais.

A diferença de desempenho evidenciada entre homens e mulheres foi considerada como um falso positivo, pois ao aprofundar a investigação daquele conjunto de dados, percebemos que essa diferença aconteceu devido a fatores amostrais. Isso corrobora os resultados encontrados em Vizzotto e Mackedanz (2017), nos quais, ambos os sexos apresentam diferenças na média de acertos consideradas como não significativas.

Por outro lado, participantes mais novos demonstraram melhor proficiência no uso de seus conhecimentos para interpretar situações do trânsito em comparação com os mais velhos. De modo geral, essa evidência sugere uma correlação inversamente proporcional entre desempenho e idade. No entanto, o fato de que a maioria dos participantes esteve concentrada dentro do grupo dos mais novos, faz surgir a necessidade de aprofundar a investigação desses dados, com o objetivo de inferir se a densidade de um grupo em relação a outro, pode ter influenciado no teste t realizado. Dessa maneira, mesmo se fosse confirmada uma correlação, testes de causalidade deveriam ser realizados, a fim de mensurar a possível influência de uma variável sobre a outra.

O teste que evidenciou maior desempenho em indivíduos portadores da CNH, auxilia na defesa da importância dos conhecimentos experienciais para o processo de recuperação e uso dos conhecimentos em situações da vida. Da mesma maneira que no teste anteriormente citado, esta análise não permite afirmar que foi o fato de o participante saber dirigir que o possibilitou melhor nível de proficiência no FAT. Porém, essa correlação pode ser que indique essa causa como possível explicação para tal acontecimento. De qualquer maneira, de acordo com Ausubel (2003), o fator que traz maior influência na aprendizagem de um estudante é o que ele já sabe, suas experiências, seus conhecimentos prévios.

A Teoria da Aprendizagem Significativa defende que um dos requisitos para ocorrer aprendizagem é o material ou o professor ressaltar de alguma maneira os conhecimentos prévios que os indivíduos possuem sobre assuntos correlatos aos que serão ensinados. Caso seja identificado a não existência dessas características, ferramentas como os organizadores prévios podem ser empregadas a fim de proporcionar os conceitos básicos necessários (MOREIRA, 2012). Basicamente, um organizador prévio é um material introdutório que possuirá conexão com o conceito que será ensinado na sequência. Este material tem objetivo de interagir com o aluno antes do conceito, para quando este for socializado, ser relacionado de modo relevante com um saber já presente na mente do aprendiz.

É possível que os participantes que já haviam conduzido um veículo apresentassem conhecimentos prévios de maior relevância, mesmo de forma intrínseca, sobre tópicos como acelerações e frenagens, atrito, Inércia, Lei da Dinâmica, etc. Essa característica pode ter influenciado de maneira construtiva no momento em que foram confrontados com situações hipotéticas descritas no FAT e assim o julgamento da coerência científica dos itens pode ter sido realizado com maior alinhamento ao conhecimento científico.

De qualquer maneira, a evidência dessa conexão, causal ou não, é suficiente para defendermos o quanto é importante a existência de momentos de contextualização e problematização dentro das aulas de Física, pois além de proporcionar significado aos conceitos abordados em sala de aula, pode potencializar aos alunos momentos de análise crítica da realidade na qual estão inseridos, assim como, pode ser uma ferramenta de motivação para estudar os temas desenvolvidos nas aulas de Física (RICARDO, 2005).

O teste que evidenciou maior desempenho entre aqueles que haviam assistido aulas de Física após a conclusão do Ensino Médio foi realizado para confirmar o que empiricamente já era esperado. Podem ter sido dois dos fatores que influenciaram esse resultado: o pequeno intervalo de tempo entre os conceitos estudados pelos participantes e a aplicação da pesquisa; o uso de conceitos uma vez estudados durante o Ensino Médio e aprendidos de maneira mecânica, que atuaram, após a conclusão dos estudos, como conhecimentos prévios relevantes para se conectar com os conceitos que foram novamente ensinados (Aprendizagem Significativa).

O indício de que egressos da rede Federal de ensino apresentaram maiores níveis de desempenho no FAT quando comparados aos egressos de outros sistemas de ensino, nos leva a necessidade de aprofundar, em estudos subsequentes, que fatores contribuíram para essa discrepância. Pois nem sempre tais diferenças de desempenho podem ser atribuídas a fatores

ligados à escola de onde este participante adveio. Condições socioeconômicas, vivenciais e tantas outras podem ter auxiliado no destaque desse grupo.

Os resultados observados nos testes 9 e 10 apoiam a defesa de que condições consideradas como potencializadoras de uma Aprendizagem Significativa estão relacionadas com altos níveis de Alfabetização Científica e também com competências de utilizar os conhecimentos para julgar a coerência científica de situações do trânsito.

Aulas de Física que estimulem o diálogo, que apresentem ao aluno um material com potencial de proporcionar as conexões adequadas para a aprendizagem, um professor que considere os conhecimentos prévios dos estudantes, assim como o contexto escolar de onde estão inseridos, entre outros fatores descritos no PEF, contribuem de maneira estatisticamente significativa para a educação científica dos aprendizes.

Ou seja, a realidade escolar e as experiências vivenciadas pelos alunos parecem terem sido os principais fatores de influência para o processo de aprendizagem do grupo estudado.

### **Considerações**

Esse artigo apresentou os resultados de uma pesquisa a nível de doutorado que averiguou a existência de relação entre os dados de caracterização dos entrevistados e o nível de Alfabetização Científica e competência de julgar a coerência científica de situações hipotéticas de Física aplicada a situações do trânsito.

Outros tipos de inferências, aprofundando as análises de correlação entre os outros instrumentos foram objetos de estudo em outros artigos (no prelo), devido ao fato de que a quantidade de dados coletados tornou o espaço de um manuscrito pequeno. Portanto, essa pesquisa apresentou um recorte que se objetivou analisar os desempenhos apenas com os dados de caracterização dos entrevistados.

A escolha de apresentar situações cotidianas de aplicação daquele conhecimento pareceu acertada pois estimulou o uso de todo o conhecimento presente, seja intrínseco ou extrínseco, a fim de mensurar um constructo não necessariamente memorizado, mas de certa forma, internalizado na estrutura cognitiva do entrevistado. O julgamento da coerência científica das situações apresentadas serviu como uma ponte para externalizar os saberes que poderiam ou não estar ali presentes.

Os locais nos quais esses conhecimentos foram adquiridos não foi objeto de investigação dessa pesquisa, pois entendemos que a escola é um dos espaços de aprendizagem, porém, também existem os espaços não formais e informais de aprendizado, assim como as vivências

particulares de cada um. Sempre estamos em contato com materiais, pessoas, natureza, que nos permite ensinar a aprender diariamente.

Nesse sentido, ao observar a existência de tal proficiência e nível de Alfabetização Científica, mapear a sua origem torna-se impossível. No entanto, a ausência de tais competências sugere que aquele participante não aprendeu de modo significativo na escola nem em espaços externos a ela. Outra hipótese, é que esta aprendizagem tenha ocorrido, porém com baixo grau de retenção, sendo então, esquecida após determinado tempo. De acordo com Ausubel (2003), esse esquecimento faz parte do processo de aprendizagem e ocorre de maneira natural.

Não obstante, se os documentos que orientam a educação nacional (BRASIL, 1996; 2018a) sugerem, de modo geral, um ensino para a vida, é esperado que os conhecimentos possuam potencial de serem utilizados em situações da vida e para isso, necessitam possuir a maior taxa de retenção possível, pois não parece adequado que um conhecimento seja esquecido logo após a aplicação de uma prova, por exemplo.

Por fim, defendemos que as aulas de Física podem contribuir para a educação científica e para a formação de um cidadão consciente das relações de causa e efeito que suas ações podem ocasionar em seu cotidiano. Dessa maneira, é possível acreditar que há um potencial de que as aulas de Física também possam contribuir para a formação de um motorista, passageiro e pedestre cientes da natureza científica imbricada dentro do cotidiano do trânsito.

## 6. DISCUSSÕES

Esta seção tem por objetivo articular os pontos evidenciados nos resultados dos artigos a fim de associá-los a conclusões que possam auxiliar a responder as perguntas da pesquisa e salientar as contribuições da investigação para a área do Ensino de Física.

É possível observar o cerne desse estudo a partir de uma perspectiva tridimensional: A abordagem metodológica por meio de uma pesquisa quantitativa fazendo uso de elaborações, validações e reduções de tamanho de questionários; A busca por mensurar aspectos da Alfabetização Científica, seja pelo questionário FAT ou pelo TACB-S; e por fim, o propósito de um ensino para a vida, com foco na Educação para o trânsito através da disciplina de Física.

Cada dimensão, mesmo possuindo elementos de contribuições específicos, está conectada às outras, pois para estudar as implicações das aulas e do conhecimento de Física em uma hipotética postura frente ao cotidiano do trânsito, fez-se necessário investigar o nível de Alfabetização Científica dos participantes e, para isso, instrumentos de pesquisa foram criados e outros adaptados.

Em um primeiro momento, é importante salientar a relevância de se ter como público-alvo indivíduos egressos do Ensino Médio. Os estímulos para investigar esse grupo, procederam, antes de tudo, da análise de estudos da psicologia cognitiva, como os de Pinto (1989; 2001) e Pinto e Oliveira (1991), nos quais analisaram regularmente, em uma mesma pessoa, a retenção de conceitos em intervalos de tempo superior a 5 anos.

De maneira também instigante, publicações da área destinadas a validar metodologias de ensino e aprendizagem, faziam uso, muitas vezes, de pré-testes e pós-testes, com o objetivo de compará-los para servir de evidência da efetividade do recurso utilizado. Porém, na maioria das vezes, o tempo entre o pré-teste, a aplicação das aulas e o pós-teste, era demasiadamente curto, muitas vezes as três fases ocorriam no mesmo dia. Sabendo que a aprendizagem é um processo de construção e que acontece de maneira progressiva (AUSUBEL, 2003), o intervalo de tempo para o conhecimento se estabilizar na mente do aluno não é instantâneo. Sendo assim, se os intervalos entre as mensurações fossem maiores, poderia haver possibilidade de os resultados apresentarem medidas de maior fidedignidade para esta variável. Nesse sentido, entrevistados já egressos do Ensino Médio pareciam consistir em um grupo ideal para pesquisas com essa preocupação.

Ao ter como objetivo inferir aspectos de aprendizagem sob delineamentos metodológicos ainda não pesquisados na área, fez-se necessário construir o próprio instrumento de coleta de dados. Desde a pesquisa de Mestrado, buscou-se elaborar e validar o questionário utilizado,

processo retratado no Artigo VI (VIZZOTTO; MACKEDANZ, 2019a), a fim de atestar que o instrumento mensurava aquilo que se pretendia inferir. Como a proposta de aprofundamento da pesquisa tinha como foco a mudança na maneira de perceber determinadas dimensões da Alfabetização Científica, para o Doutorado, foi necessária a construção de outro instrumento, objeto de estudo do Artigo I (VIZZOTTO; MACKEDANZ, 2018a).

Uma das vantagens da pesquisa quantitativa consiste em coletar dados de um número grande de participantes. Porém, é necessária atenção para os aspectos estruturais do instrumento utilizado. Ao criar um questionário, antes de proceder com a coleta de dados é fundamental a realização de um teste piloto, com vistas a verificar a sua validade e confiabilidade.

Não somente no caso de criação do instrumento, mas também na necessidade de reduzi-lo ou importá-lo de contextos internacionais, revalidar a tradução para a língua portuguesa ou o seu modelo sintetizado é imprescindível para qualidade dos dados coletados e resultados concluídos. Por isso, com essa preocupação em relação ao TACB-S, o Artigo 2 (VIZZOTTO; MACKEDANZ, 2018b) foi publicado.

Acredita-se que a tática, fomentada por Laugksch e Spargo (1996), de solicitar aos alunos para que, no caso de dúvidas sobre qual alternativa assinalar, ao invés de escolher uma opção aleatória, marcar um ponto de interrogação, foi importante para evitar distorções dos resultados no devido a essa prática nos questionários FAT e TACB-S.

Ao refletir sobre os resultados apontados nos Artigos III, IV e V é possível afirmar que há fortes indicativos de que a realidade escolar e as experiências individuais tenham sido fatores substanciais de influência no desempenho dos entrevistados. Essas sinalizações se conectam aos resultados já constatados nos Artigos VII e VIII, da pesquisa do Mestrado.

Tanto os participantes da pesquisa do Mestrado, quanto os entrevistados da pesquisa do Doutorado tiveram aspectos de suas vivências escolares inferidos e em ambos os casos, esses fatores sobressaíram como uns dos influenciadores em causas como aprendizagem, motivação para estudo, percepção do saber no cotidiano, entre outros.

Com base nessas alegações, corrobora-se com Ausubel (2003) na defesa da importância de se considerar os conhecimentos prévios dos estudantes como condição “*sine qua non*” para uma aprendizagem efetiva. Além disso, a existência da contextualização e problematização dentro das aulas de Física pode proporcionar significado aos conceitos abordados em sala de aula e também, potencializar momentos de análise crítica da realidade na qual os estudantes estão inseridos.

Ainda de acordo com Ausubel (2003), defende-se que o aluno aprende a partir daquilo que ele já sabe. Ou seja, os conhecimentos prévios (saberes e experiências vivenciadas durante

a vida) podem atuar como facilitadores da aprendizagem, quando se relacionam de maneira substantiva e não-literal com novos saberes. Porém, conhecimentos prévios podem atuar como obstáculos para a aprendizagem, uma vez que, nem sempre os subsunçores constituem-se de entendimentos pautados pelo conhecimento científico, por exemplo. Na visão de Bachelard (1996), um saber internamente estável e erroneamente conceituado, pode atuar como um obstáculo epistemológico.

O autor conceitua a ideia de obstáculos epistemológicos, que no contexto do ensino, alerta para que as concepções alternativas e crenças fortemente enraizadas dos alunos podem atuar como obstáculos para a aprendizagem. Ainda, cunhou o termo obstáculos pedagógicos, no qual orienta que tentativas de socializar o conhecimento, muitas vezes, de difícil compreensão, por meio de analogias e simplificações pode também servir como obstáculos na aprendizagem se não empregados de maneira adequada. Nesse sentido, conhecer as concepções dos alunos é fundamental antes de qualquer socialização conceitual, seja para diferenciar ou integrar o subsunçor ou para realizar um trabalho de perturbação das concepções alternativas.

A estrutura dos itens do questionário FAT pode ser considerada uma tentativa de apresentar questões que instiguem o respondente a externalizar, além dos seus saberes extrínsecos, também os conhecimentos tácitos, os quais acredita-se que também são levados em conta para a tomada de decisões, tanto quanto os saberes manifestos. (SANTOS; MORTIMER, 2001).

A apresentação de uma breve situação hipotética de Física aplicada ao cotidiano pode auxiliar na mensuração de aspectos de transposição dos saberes para contextos em que o conhecimento pode ser notado de maneira aplicada. Esse procedimento, conforme discutido na fundamentação teórica, vai ao encontro do sugerido pela Teoria da Aprendizagem Significativa como uma das maneiras de inferir indícios de aprendizagem. Desse modo, a construção do FAT representa uma maneira de aplicar este intento dentro de um instrumento de pesquisa quantitativa em Educação em Ciências, proporcionando a contribuição de uma alternativa metodológica para o avanço do estado da arte na área, conforme se pode notar no Artigo IV.

O questionário PEF, na intenção de mapear as aulas de Física vivenciadas pelos entrevistados, também poderá ser utilizado em outras investigações quantitativas que visem a percepção de tal característica, quando embasadas pela Teoria da Aprendizagem Significativa. Não só no âmbito da pesquisa, o PEF pode ser empregado por professores ao receberem alunos de outras realidades escolares, com objetivo de conhecer, por meio da concepção do respondente, o histórico das aulas que majoritariamente marcaram suas lembranças. Isso pode

contribuir para o diagnóstico inicial de uma turma, como ferramenta de inferência da realidade do grupo no qual o professor inicia um novo trabalho.

A decisão de adotar Ausubel como um dos referenciais dessa pesquisa pareceu acertada, pois a Teoria da Aprendizagem Significativa apresenta desdobramentos que auxiliam a perceber, entre outras coisas, os pontos que são fundamentais nas relações entre professor e aluno, material de ensino, e aspectos cognitivos necessários para a ocorrência do que o autor denomina de aprendizagem significativa.

Quanto aos resultados observados no Artigo V, o perfil das aulas de Física dos egressos demonstrou que elas ainda são, em sua maioria, não potencializadoras de uma aprendizagem significativa, embora tenha sido observada correlação entre o ano de conclusão do Ensino Médio e uma maior pontuação no PEF, o que significa que participantes que concluíram seus estudos recentemente assistiram, segundo eles, aulas com mais características alinhadas a aprendizagem significativa do que indivíduos que concluíram seus estudos em um maior intervalo de tempo.

Essa correlação, por um lado, pode sinalizar que algumas realidades escolares atualmente estão possibilitando um cognitivo ativo dos estudantes em número maior do que quando comparadas a escolas voltadas para um ensino propedêutico de épocas anteriores à LDB (BRASIL, 1996).

No entanto, ao conceber que correlação não significa diretamente uma causalidade, uma análise de maior profundidade nos resultados pode indicar que um ensino de tendência tradicional ainda vem sendo realidade na maioria das escolas de Ensino Médio:

Os cinco itens do questionário PEF mais assinalados demonstram que três deles são características favoráveis à aprendizagem significativa, pois contém ações metodológicas como momentos para discussões e facilitação da diferenciação progressiva, que podem influenciar nas percepções dos conhecimentos abordados no cotidiano. Porém, entre essas questões mais assinaladas também há uma de caráter desfavorável à percepção da Física no cotidiano (item 18), que de certa maneira, pode não corroborar com o seu item de natureza antagônica (item 7). A seguir, apresenta-se as cinco questões que mais foram assinaladas:

Item 7: Após ter aula sobre um novo conceito físico, geralmente você conseguia observar tais fenômenos em situações do seu cotidiano;

Item 9: Geralmente as questões de provas e exercícios eram consideradas apenas como certas ou erradas, ignorando ou desconsiderando o desenvolvimento da resolução da mesma;

Item 18: Os conteúdos de Física tinham pouca relação com situações do cotidiano;

Item 19: Durante a aula o professor permitia que os alunos falassem sobre o assunto que estava sendo abordado;

Item 20: Ao ensinar um assunto novo, geralmente o professor abordava aspectos mais gerais do tema para posteriormente detalhar o conceito estudado.

Do outro lado, ao observar os itens menos assinalados, percebe-se que as práticas que convergem para um ensino passivo ainda são realidade em sua maioria, pelo menos nas aulas de Física:

Item 3: Era grande o número de fórmulas que se necessitava memorizar sem fazer uma análise do seu significado;

Item 10: Nas aulas de Física havia a realização de atividades experimentais, nas quais os alunos manuseavam os experimentos;

Item 14: Uma parte da avaliação era composta pela Auto avaliação;

Item 16: O professor estimulava os alunos a buscarem ampliar seus conhecimentos através de pesquisas, vídeos, reportagens e simulações;

Item 17: Geralmente o professor apresentava algum material introdutório (textos científicos, reportagens, vídeos, filmes, simulações) antes de iniciar o estudo de um novo conceito, a fim de familiarizar os alunos com o tema.

Conforme se pode notar, muitos elementos que poderiam instigar uma participação de maior protagonismo por parte do estudante não faziam parte do cotidiano das aulas. Em suma, apenas 37,9% dos entrevistados assistiram aulas de Física em um ensino que, na maioria das vezes, poderia ter potencializado uma aprendizagem significativa (ARTIGO IV).

Algumas das implicações dessa realidade foram observadas por meio dos testes estatísticos realizados no Artigo V. Por exemplo, foi possível notar que 64,7% dos participantes que estudaram em aulas de Física que poderiam não potencializar uma Aprendizagem Significativa, não alcançaram um desempenho no FAT considerado por nós satisfatório. Da mesma maneira, 57,6% daqueles que passaram por aulas de Física que poderiam proporcionar uma aprendizagem de maior significado, atingiram pelo menos 60% de acertos no FAT.

Essa evidência e sua “prova real” podem corroborar com a validade das ideias de Ausubel (2003) sobre os fatores que influenciam a aprendizagem dos alunos, pois fornece correlação estatisticamente significativa com base em concepções dos entrevistados e seus desempenhos em testes de conhecimento.

Seguramente, entende-se que a aprendizagem não ocorre somente em espaços escolares. É possível ocorrer aprendizagens em situações particulares, em diferentes espaços de vivência dos indivíduos e esse processo, acontece desde as primeiras interações da criança com o mundo

ao seu redor (MILLER, 1983). Nesse sentido, para a presente pesquisa, não há como estabelecer relações causais entre a presença de certo conhecimento e o lugar de onde ele foi assimilado. Há possibilidade de que saberes da Física utilizados para responder o FAT tenham sido aprendidos fora da escola.

No entanto, observar indivíduos que não apresentaram desempenho satisfatório nos testes realizados pode significar pelo menos três possibilidades: ou eles não aprenderam nem na escola, nem fora da escola; aprenderam na escola e a taxa de retenção do conhecimento foi baixa; ou, com base em Ausubel (2003), o saber não se conectou a subsunçores relevantes na estrutura cognitiva dos indivíduos. De qualquer maneira, é possível defender que os resultados não apontam para uma visualização do processo de assimilação obliteradora.

Ao perceber que os desempenhos tanto no FAT quanto no TACB-S foram predominantemente não satisfatórios, (consoante com os dados relatados por Laugksch e Spargo, 1996, 1999), tem-se subsídios experimentais para fomentar discussões acerca da maneira com que as aulas de Física estão sendo lecionadas na maioria das escolas, com argumentos que defendem como as aulas podem estar acontecendo, assim como os ganhos que uma abordagem que vise um cognitivo ativo pode proporcionar.

Não só o contexto da sala de aula foi observado como relevante para a aprendizagem significativa, como também o interesse dos participantes por temas científicos. Conforme observado no Artigo V, foi possível notar indícios, mesmo que sutis, de que desempenhos satisfatórios no FAT e no TACB-S estavam correlacionados com o interesse ou grau de informação sobre temas científicos. Nesse sentido, o quarto questionário (PGI) foi importante para observar esse padrão. De acordo com ele, foi possível perceber também que o tema de maior interesse entre os participantes, dentre os onze apresentados, foi “informática e tecnologia”, temática muito presente no cotidiano da maioria dos indivíduos da faixa-etária entrevistada.

Essa correlação entre desempenho satisfatório e nível de interesse por ciência, também pode encontrar uma das suas possíveis explicações na teoria de Ausubel (2003), pois interesse por temas científicos implica aquisição de conhecimentos prévios e potencial predisposição para a aprender conteúdos no contexto da sala de aula, requisito básico para uma aprendizagem de maior estabilidade e retenção.

O Artigo V consistiu em um aprofundamento inferencial da metodologia aplicada de maneira semelhante ao Artigo IX. Ambos se utilizaram de estatística para testar a hipótese de diferenças ou semelhanças de desempenho entre grupos formados com base em seus dados de caracterização. Todos os resultados observados com a pesquisa do Mestrado, tiveram padrão

corroborado com os testes em participantes do Doutorado. Salvo a aparente diferença de desempenho entre homens e mulheres, esclarecida devido à aspectos do perfil dos participantes no artigo V. Este artigo auxiliou no aprofundamento da inferência, pois submeteu maiores variáveis à testes, como quantidade de reprovações, evasão escolar, concomitância entre estudos e trabalho, entre outras. Seus resultados verificam aquilo que empiricamente se observa: as relações de causas e efeitos dos obstáculos do sistema educacional. Aqueles que reprovaram ou pararam de estudar não apresentaram o mesmo desempenho que os demais. Esses dados, podem fomentar discussões futuras sobre o relevante desafio de refletir sobre a efetividade do papel da reprovação como oportunidade de vivenciar novamente o contato com os saberes considerados de desempenho não adequado.

Já o TACB-S representa uma oportunidade à disposição de professores e pesquisadores para mensurar aspectos da Alfabetização Científica dos indivíduos de maneira quantitativa, exequível em uma aula escolar, e embasada teoricamente dentro da perspectiva tridimensional de Miller (1983). Isso pode ser útil, por exemplo, para se conhecer o nível de entendimento de uma nova turma em início de semestre ou até mesmo, a fim de verificar se houve ou não aumento em seus índices após um semestre ou ano letivo.

A escolha por esse instrumento, criado por Laugksch e Spargo (1996), se deu devido ao seu embasamento teórico referendado (MILLER, 1983; AAAS, 1989) e pelo fato de ser um teste muito incorporado por outros pesquisadores da área. Além disso, sua composição no formato de itens de frases curtas e de resposta dicotômica, viabiliza sua aplicação em grande escala e análise mediante tratamentos estatísticos.

Embora o instrumento tenha sido validado em 1996, conforme discutido na seção de fundamentação teórica, diversos pesquisadores de diferentes países o utilizaram e ainda utilizam como base para efetuar inferências sobre o nível de conhecimento científico. No Brasil, o instrumento chegou somente 10 anos depois de sua publicação, quando Nascimento-Schulze (2006) o traduziu para a língua portuguesa e adaptou seus itens para a realidade escolar brasileira, possibilitando sua incorporação em pesquisas à nível nacional. Ou seja, ainda hoje, pesquisas utilizam o TACB como instrumento de referência. Nossa contribuição foi a redução instrumental descrita no Artigo II, que poderá potencializar a sua aplicação no contexto da sala de aula brasileira. Dessa maneira, o TACB-S é uma das contribuições acadêmicas desta investigação de doutorado.

Os resultados observados no Artigo III mostraram que somente um a cada três participantes pode ser considerado alfabetizado cientificamente. Esse quantitativo é alarmante, porém, infelizmente vai ao encontro de resultados encontrados por Laugksch e Spargo (1996,

1999), com egressos da Educação Básica da África do Sul e também na maioria das pesquisas nacionais que utilizaram esse instrumento (CAMARGO; BARBARÁ; BERTOLDO, 2005; NASCIMENTO-SCHULZE, 2006; NASCIMENTO SCHULZE; CAMARGO; WACHELKE, 2006; CAMARGO et al., 2011; RIVAS, 2015; RIVAS et al. 2017; GRESCZYSCZYN; MONTEIRO; CAMARGO FILHO, 2018).

A observação do baixo nível de conhecimento científico no Brasil já foi retratada em outros estudos com recortes maiores da população, como o de Serrao et al (2016), em que constatou-se que menos de 30% dos entrevistados atingiram desempenhos mínimos na interpretação de informações científicas contidas em meios midiáticos ou presentes no cotidiano, como em contas de luz e bulas de remédio.

É pertinente considerar o público delineado para a presente pesquisa, pois para os dados relatados nos Artigos III, IV e V, do total de 512 pessoas, apenas 169 pode ser considerada alfabetizada cientificamente. Esses participantes fazem parte de um grupo de pessoas que concluíram a Educação Básica e dispuseram de condições (de interesse, oportunidade, etc.) de dar continuidade em seus estudos. Isto é, é possível que se o estudo incluísse egressos do Ensino Médio, com uma distribuição homogênea de idades, de todas regiões do país e que não deram sequência em seus estudos, os índices poderiam ser ainda menores.

O principal resultado exposto no Artigo IV foi a análise de correlação entre desempenhos no FAT e no eixo 1 do TACB-S. Conforme discutido, há um consenso que afirma que indivíduos detentores de conhecimentos teóricos sobre ciência, dispõe inerentemente a perícia de aplicá-los na interpretação do cotidiano. A análise mostrou que a correlação foi considerada baixa entre o escore obtido no FAT (inferência da aplicação de conhecimento no cotidiano do trânsito) e o eixo 1 do TACB-S (inferência de entendimento dos conteúdos da ciência). Ou seja, isso significa que não foi possível observar um padrão que conectou acertos e erros dos respondentes nos dois testes. Isso significa que aqueles que foram bem em um deles, não necessariamente tiveram bom desempenho no outro. Ao analisar as médias de acertos foi possível notar que os participantes demonstraram melhor performance em um questionário conteudista do que em um de aplicação ao cotidiano.

Ao não observar tal correlação satisfatória, pode-se considerar que há possibilidade de que ambos os questionários tenham mensurado aspectos diferentes da educação científica dos entrevistados. Conforme exposto nos Artigos IV e V, o constructo inferido pelo FAT foi denominado de Proficiência Científica. De modo geral, o conceito de proficiência elaborado por nós consiste na:

Aptidão que permite ao indivíduo utilizar os saberes presentes em sua estrutura cognitiva, sejam intrínsecos ou extrínsecos, adquiridos em espaços formais, informais ou não formais de ensino, para interpretar de maneira cientificamente adequada os acontecimentos científicos que possam permear suas vivências cotidianas (ARTIGO V, p. 5).

A noção de Proficiência Científica requer maior fundamentação para se constituir um conceito relevante para as conclusões dessa pesquisa. Primeiramente, conforme citação do Artigo V, esse constructo retrata exatamente a atuação desejada nas inferências do FAT. O escore de acertos do FAT representa o nível de Proficiência Científica para assuntos de Física aplicada ao trânsito que os egressos demonstraram deter no dia em que foram entrevistados.

No entanto, em um primeiro momento, este conceito pode ser confundido com a noção de Competência, muito citada no contexto da Alfabetização Científica e também, em especial, nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2000). À vista disso, é relevante buscar meios para desambiguar os termos. Assim, para este particular, qual seria a diferença entre a Proficiência e a Competência?

Para Perrenoud (1999), competência pode ser entendida como uma *“capacidade de agir eficazmente em um determinado tipo de situação, apoiada em conhecimentos, mas sem limitar-se a eles”* (p. 4). Segundo o autor, para atuar em uma situação da melhor maneira possível, deve-se pôr em ação e em sinergia diversos recursos cognitivos complementares, entre os quais estão os conhecimentos, uma vez que quase a totalidade das ações humanas necessita fazer uso de algum tipo de saber. As competências expostas nessas atitudes não são, em si, conhecimentos. As ações fazem uso de hipóteses ou aplicam tais conhecimentos.

Perrenoud (1999) ilustra essa afirmação tomando como exemplo o caso da prática da medicina:

Um bom médico consegue identificar e mobilizar conhecimentos científicos pertinentes no momento certo, em uma situação concreta que, evidentemente, não costuma apresentar-se como "um problema proposto em aula" para o qual bastaria encontrar a "página certa em um grande livro" e aplicar a solução preconizada. Que o clínico disponha de amplos conhecimentos (em física, em biologia, em anatomia, em fisiologia, em patologia, em farmacologia, em radiologia, em tecnologia, etc.) não é senão uma condição necessária de sua competência. Se estivesse reduzida a uma simples aplicação de conhecimentos memorizados para casos concretos, iria bastar-lhe, a partir dos sintomas típicos, identificar uma patologia registrada e encontrar, em sua memória, em um tratado ou em um banco de dados, as indicações terapêuticas. As competências clínicas de um médico vão muito além de uma memorização precisa e de uma lembrança oportuna de teorias pertinentes. Nos casos em que a situação sair da rotina, o médico é exigido a fazer relacionamentos, interpretações, interpolações, inferências, invenções, em suma, complexas operações mentais cuja orquestração só pode construir-se ao vivo, em função tanto de seu saber e de sua perícia quanto de sua visão da situação (p. 4).

Com base nessa concepção de relações entre conhecimentos e competências, o autor incentiva o debate sobre os exames que julgam o nível de um indivíduo com base em um único desempenho pontual, exigido em condições demasiadamente particulares.

Ao encontro da concepção de Perrenoud (1999), o modelo explicativo de Competência defendido por Vasco Pedro Moretto, proporciona respaldo para ilustrar a função do conceito de Proficiência dentro desse contexto. Em seu manuscrito “Educar para competências: o desafio do professor no novo contexto social” (MORETTO, 2013), o autor debate a noção de Competência e a define como sendo composta por um modelo multidimensional. Para alguém ser considerado competente em algum setor, necessita apresentar domínio de cinco recursos: conteúdos conceituais, habilidades, domínio de linguagens, valores culturais e administração do emocional. Para o autor, em determinadas circunstâncias, *“um ou dois dos recursos serão mais exigidos que os outros, e, em outras, a falta de um deles pode bloquear todos os outros”* (p. 2).

De acordo com essa lógica, não focalizando os demais recursos, a atenção se volta para o aspecto dos conteúdos conceituais citados pelo autor. Ou seja, deter conhecimentos específicos sobre determinada área é um fator fundamental, embora não exclusivo, para o desenvolvimento de competências de um indivíduo. Nesse sentido, a noção de Proficiência conecta-se a esse referencial a partir do momento que é concebida como uma demonstração da capacidade de fazer uso dos conteúdos conceituais em diferentes aplicações.

Assim, Proficiência não se confunde com Competência pois, Proficiência é uma demonstração de aptidão de uma das dimensões (conteúdos conceituais) que compõe a ideia de Competência (tendo como base esse referencial). Então, alguém proficiente cientificamente possui certo nível de destreza de aplicar seus saberes à múltiplas utilidades. Em particular, o FAT discriminou quem possuía capacidade de aplicar saberes de Física escolar para situações hipotéticas aplicadas ao trânsito.

Com base na fundamentação exposta, acredita-se que as ideias de Miller (1983), de conceber a Alfabetização Científica sob três eixos (eixo 1: entendimento dos conteúdos da ciência; eixo 2: entendimento da natureza da ciência; e eixo 3: entendimento do impacto da ciência e tecnologia na sociedade e ambiente), aliadas ao instrumento elaborado sob essa concepção (LAUGKSCH; SPARGO, 1996), aborda em seu primeiro eixo apenas aspectos de retenção conceitual dos conteúdos da ciência (embora os itens sejam contextualizados) mas não possui enfoque na aptidão de aplicá-los em situações da vida. Ou seja, acredita-se que o FAT se ocupa de uma característica da Alfabetização Científica não englobada pelo TACB-S.

Nesse sentido, essa tese visa sugerir a incorporação da noção de proficiência junto ao eixo 1 de Miller (1983). Como um eixo complementar ou uma subdivisão do eixo 1, a integração da Proficiência Científica poderia enriquecer os aspectos teórico-metodológicos da compreensão de significado e da maneira de se inferir o nível de Alfabetização Científica.

Essa noção contempla as necessidades de aprofundamento da pesquisa, sinalizados nas conclusões dos Artigos VII, VIII e IX, quando se refletiu a incapacidade de o instrumento elaborado no Mestrado mensurar com maior fidedignidade os conhecimentos retidos por egressos da escola.

Conforme abordado no Artigo IV, há diversos contextos nos quais a Física pode ser aplicada. Seja na cozinha, no corpo humano, nos esportes, no meio ambiente, na astronomia, nos dispositivos tecnológicos, enfim, há muitas possibilidades de contextualização cotidiana para servir de base para se verificar a transposição de conhecimento físico dos alunos. Isso vai ao encontro dos princípios da Aprendizagem Significativa e, através da noção de Proficiência Científica, há mais uma possibilidade metodológica para inferir a concretização dessa intenção.

Por fim, as abordagens metodológicas apresentadas nesta tese podem agregar na maneira com que os saberes escolares são inferidos na sala de aula. Defendem a importância da pesquisa quantitativa no contexto educacional e a relevância de se elaborar instrumentos válidos e consistentes para esse intento.

O conceito de proficiência pode contribuir para os métodos de inferência de aspectos da Alfabetização Científica, quando baseados nas ideias de Miller (1983) e Ausubel (2003).

Ressalta-se o papel social da disciplina de Física na contribuição de socializar saberes que possam cooperar para a formação no trânsito, por meio da tomada de decisões de motoristas, passageiros e pedestres, sendo capaz de apoiar um dos pilares da Educação para o trânsito para um contexto de maior solidez para a segurança nas estradas.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O exercício da cidadania presume que o indivíduo se considere em uma fase madura o suficiente para agir consciente e responsabilmente dentro da sociedade (Miller, 1983). Os fatores que guiam a tomada de decisões de um indivíduo podem se estender muito além dos seus conhecimentos científicos. Para Santos e Mortimer (2001), assim como não há um único método científico, não há uma única forma de se tomar decisões. Para os autores, o êxito nesse intento só é possível a partir do desenvolvimento da capacidade de julgamento com vistas à participação responsável nas decisões da sociedade.

O trânsito é uma situação cotidiana na qual frequentemente decisões estão sendo tomadas por motoristas e pedestres. Segundo o relatório anual do plano nacional de redução de mortes e lesões no trânsito (BRASIL, 2018b), a média de mortes no trânsito em nível nacional nos últimos 7 anos foi de aproximadamente 41.900 pessoas. Esse é um quantitativo abominável por se tratar de mortes em um cotidiano tão comum para praticamente todos.

Conforme discutido, é como se ocorresse quase 115 mortes por dia no Brasil, tendo como principais causadoras 1º Excesso de velocidade; 2º Consumo de álcool e 3º Uso do celular (ABRAMET, 2018). As três principais causas de mortes no trânsito são fatores relativos à Educação para o trânsito e tomada de decisões.

Ambos os fatores, perpassam por relações nas quais o conhecimento científico poderia possuir um papel social relevante. Por si só, tais dados justificam a relevância de se realizar um estudo com foco no aprimoramento das relações da Física para com suas aplicações no trânsito, afinal, além do saber científico, a orientação voltada para atitudes e valores é fundamental para contemplar um Ensino de Ciências voltado para a cidadania:

Não basta fornecer informações atualizadas sobre questões de ciência e tecnologia para que os alunos de fato se engajem ativamente em questões sociais. Como também não é suficiente ensinar ao aluno passos para uma tomada de decisão. Se desejarmos preparar os alunos para participar ativamente das decisões da sociedade, precisamos ir além do ensino conceitual, em direção a uma educação voltada para a ação social responsável, em que haja preocupação com a formação de atitudes e valores (SANTOS; MORTIMER, 2001, p. 107).

Nesse sentido, é fundamental a implementação de aulas nas quais os estudantes tenham oportunidade de refletir sobre as múltiplas perspectivas de problemas reais, a fim de seus raciocínios atuarem na construção de possibilidades viáveis de elucidações. Ao encontro disso está o ideário da Alfabetização Científica, que tem como uma de suas metas possibilitar uma “leitura crítica de mundo” para que a atuação social do estudante ou do egresso da escola seja capaz de possuir maiores probabilidades de serem refletidas também segundo seus

entendimentos científicos. Porém, ações com o objetivo de potencializar a Alfabetização Científica devem ser implementadas, de acordo com Miller (1983), desde os primeiros anos da Educação Básica. Além disso, a existência de diferentes ferramentas com vistas à mensuração desse constructo é fundamental para avaliar as estratégias nos diferentes níveis da escola, assim como, quando o indivíduo se torna egresso dela.

Assim, um estudo para perceber o grau da transposição dos saberes para o cotidiano mediante situações hipotéticas do trânsito foi objeto de estudo dessa pesquisa de doutoramento.

A pergunta que guiou a investigação questionou se “os egressos do Ensino Médio possuem aptidões que permitam utilizar seus saberes para efetuar o julgamento da coerência científica de situações do trânsito nas quais a Física pode ser observada de maneira aplicada?”. Para respondê-la, o objetivo de “mensurar o grau de retenção de conhecimentos de Física escolar em egressos do Ensino Médio, através da análise de situações hipotéticas presentes no cotidiano do trânsito” conduziu nosso delineamento.

Como trajetória para cumprir o objetivo geral, elaborou-se dois questionários, um com o objetivo de inferir aspectos de transposição de conceitos físicos para a interpretação do trânsito e outro para estabelecer um perfil metodológico das aulas de Física que os participantes vivenciaram. Esses objetivos específicos foram contemplados no Artigo I.

Também se realizou a redução instrumental de um questionário internacional, referência na mensuração da Alfabetização Científica, a fim de viabilizar sua aplicação na conjuntura das escolas brasileiras. Meta alcançada no Artigo II.

Por fim, realizou-se um tratamento estatístico nos dados coletados com intenção de analisar os escores de desempenho observados, juntamente com os dados de caracterização dos entrevistados, escopo abrangido nos Artigos III, IV e V.

As principais análises constaram que:

- Apenas 1 de cada 3 participantes foi considerado alfabetizado cientificamente (Artigo III);
- O eixo de análise dos conteúdos de ciência do TACB-S obteve maior índice de acertos do que os eixos sobre epistemologia e conexões sociais da ciência (Artigo III);
- Egressos de escolas pública e privada obtiveram desempenhos estatisticamente semelhantes no TACB-S (Artigo III);
- Egressos de escolas públicas federais obtiveram desempenho estatisticamente superior quando comparados com egressos de escolas públicas estaduais (Artigo III);

- Participantes que já haviam reprovado, que precisaram conciliar estudos com trabalho, que não assistiram aulas de Física depois de concluir o Ensino Médio, e que necessitaram parar os estudos por um tempo, apresentaram performance inferior aos seus grupos dicotômicos (Artigo III).
- A maioria dos entrevistados vivenciaram aulas que poderiam não potencializar uma aprendizagem significativa (Artigo IV);
- Não foi observada relação entre ano de conclusão do Ensino Médio e o desempenho no FAT (Artigo IV);
- Observou-se correlação positiva entre ano de conclusão do Ensino Médio e a vivência de aulas de Física com características que poderiam potencializar uma aprendizagem significativa (Artigo IV);
- O interesse sobre temas científicos e a vivência em aulas de Física com condições de potencializar uma Aprendizagem Significativa, estão diretamente relacionadas com o nível de Alfabetização Científica e a aptidão de aplicar os conhecimentos no contexto do trânsito (Artigo IV);
- Não houve diferença de desempenho no FAT entre homens e mulheres (Artigo V);
- Participantes mais novos, aparentemente, apresentaram desempenho superior no FAT do que os participantes mais velhos (Artigo V);
- Quem possuía Carteira Nacional de Habilitação obteve desempenho estatisticamente superior no FAT e TACB-S (Artigo V);
- 55,6% daqueles que foram considerados alfabetizados cientificamente e 57,6% dos que atingiram um nível de proficiência satisfatório, assistiram aulas que poderiam potencializar uma aprendizagem significativa (Artigo V);
- Aqueles que nunca haviam reprovado apresentaram maior interesse por temas científicos (Artigo V);
- Os participantes apresentaram maior desempenho em um questionário de cunho conteudista do que em um questionário que instigou a aplicação dos conhecimentos em um cotidiano (Artigo IV).

Em suma, a maioria dos egressos do Ensino Médio não apresentaram indícios de aptidões no uso de seus saberes para efetuar o julgamento da coerência científica de casos hipotéticos aplicados ao trânsito.

Com base nos resultados da pesquisa é possível defender que a Física do Ensino Médio pode contribuir para a formação no trânsito a partir do momento que os conceitos e fenômenos

estudados sejam conectados às implicações sociais do cotidiano do trânsito. Esse contexto é repleto de situações como frenagens, acelerações, aquaplanagens, atritos, inércia, entre outros, nas quais acredita-se que a ligação desses saberes a aplicações desse cotidiano pode possibilitar maior reflexão crítica dos indivíduos enquanto estudantes e, também, posteriormente em sua atuação cidadã na sociedade.

No entanto, egressos do Ensino Médio desse grupo estudado apresentaram baixo nível de Alfabetização Científica, assim como baixos níveis de proficiência na transposição de seus saberes para o contexto em questão.

Para mensurar tais constructos, o FAT consistiu em um exemplo de como itens podem ser dispostos com o fim de apresentar oportunidades para o respondente refletir sobre a ciência aplicada nas situações fictícias de cada questão. Essa metodologia teve objetivo de estimular a realização de uma análise da coerência científica segundo os conhecimentos intrínsecos e extrínsecos dos participantes.

O TACB-S mostrou-se relevante para inferir os aspectos dos conteúdos da ciência, natureza da ciência e o impacto da ciência e tecnologia na sociedade e meio ambiente. Por outro lado, mostrou-se insuficiente para mensurar a aptidão do indivíduo em transpor seus saberes para interpretar situações aplicadas ao cotidiano. Nesse sentido, o instrumento FAT vem a complementar o TACB-S em seu objetivo de inferência do nível de Alfabetização Científica de egressos do Ensino Médio.

Sendo assim, defende-se a tese de que **a incorporação da noção de Proficiência Científica junto ao eixo 1 de Miller (1983), representado pelo TBSL de Laugksch e Spargo (1996), complementa as percepções que visam atestar o nível de Alfabetização Científica de um indivíduo. Também agrega ao conceito de Competência uma maneira de entender como uma de suas características (conteúdos conceituais) podem ser externalizadas.**

Defende-se também, em um segundo momento, que o Ensino de Física possui uma função social relevante nas discussões envolvendo a formação de motoristas, passageiros e pedestres críticos das relações de causa e efeito que suas ações podem ocasionar.

A Educação em Ciências, a Educação para o trânsito e a Educação, de modo geral, são alguns dos melhores instrumentos no empenho para redução de mortes no trânsito. Todas as leis de trânsito e as obras de engenharia veicular e rodoviária não se sustentam se o pilar educacional falhar.

A educação científica não é a panaceia que pode mudar comportamentos instantaneamente, mas a conscientização presume reflexão e o ideal da Alfabetização Científica pode proporcionar momentos de perturbações internas na vida das pessoas para estimular a

meditação sobre o impacto das tecnologias e da ciência na sociedade, para assim, almejar um futuro de pleno exercício da cidadania.

Como perspectivas para estudos futuros:

1. A noção de Proficiência Científica pode ser aprofundada, expandindo a criação de itens para outros contextos nos quais a Física pode ser encontrada aplicada;
2. Ao mesmo tempo, uma dimensão pluridisciplinar ou interdisciplinar pode ser incorporada nessa perspectiva, ampliando para contextos da Biologia e Química;
3. Fomentar a aplicação do TACB-S em alunos do Ensino Fundamental, a fim de verificar sua consistência interna para indivíduos dessa faixa de idades e não somente para egressos do Ensino Médio;
4. Traduzir o TACB-S para o inglês e realizar um teste piloto da versão reduzida com egressos de um contexto internacional, a fim de atestar seus índices de validade e poder de medida, para estender sua validade para além do brasileiro;
5. Fazer um estudo analisando o nível de Alfabetização Científica de ingressantes e concluintes de um curso de licenciatura em Física, pois estudos com esse foco e, fazendo uso do TACB já foram realizados por pesquisadores das áreas da Química (CAMARGO et al., 2011) e Biologia (RIVAS et al., 2017).

## 8. REFERÊNCIAS

- AAAS, American Association for the Advancement of Science. **Science for all Americans: A project 2061 report on literacy goals in science, mathematics and technology.** Washington, AAAS, 1989, v 1, p. 256.
- ABEID, Leonardo. **As forças de atrito e os freios ABS numa perspectiva de Ensino Médio.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.
- ABEID, Leonardo; TORT, Alexandre. Discutindo os freios ABS no Ensino Médio. **Revista Física na Escola**, v. 12, n. 1, 2011.
- ABEID, Leonardo; TORT, Alexandre. As forças de atrito e os freios ABS. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 2, p. 2306-1 – 2306-7, 2014.
- ABRAMET, Associação Brasileira de Medicina do Tráfego. **Uso de celular na direção é a terceira causa de mortes no trânsito no Brasil.** 2018. Disponível em: <<http://stdetransrs.rs.gov.br/conteudo/50876>> Acesso em: mar. 2019.
- ALEXANDRE, Neusa Maria da Costa; COLUCI, Marina Zambon Orpinelli. Validade de conteúdo nos processos de construção e adaptação de instrumentos de medidas. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 16, n 7, p. 3061-3068, 2011.
- AMBEV. **Retrato da Segurança viária 2017.** Disponível em:<[https://www.ambev.com.br/conteudo/uploads/2017/09/Retrato-da-Seguran%C3%A7a-Vi%C3%A1ria\\_Ambev\\_2017.pdf](https://www.ambev.com.br/conteudo/uploads/2017/09/Retrato-da-Seguran%C3%A7a-Vi%C3%A1ria_Ambev_2017.pdf)>. Acesso em: mar. 2019.
- ANELLI, Carol. Scientific literacy: What is it, are we teaching it, and does it matter. **American Entomologist**, v. 57, n. 4, p. 235-244, 2011.
- ANGOTTI, José André Peres; AUTH, Milton Antônio. Ciência e tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 15-27, 2001.
- APPOLINÁRIO, Fábio. **Metodologia da ciência: filosofia e prática da pesquisa.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006. 209 p.
- ARANTES, Luciano José de. **Avaliando a Aprendizagem do Conceito de Energia no Ensino Médio Usando a TRI.** Lavras: UFLA, 2016.
- AULER; Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científico-tecnológica para quê?. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 2, p. 122-134, 2001.
- AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva.** Lisboa: Plátano, 2003. 405 p.
- BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico.** Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. 309 p.
- BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática.** São Paulo: Penso Editora, 2017.
- BACK, Susana. **Física e Segurança no Trânsito: Uma Proposta Didática por uma Professora Iniciante.** 159 p. Mestrado em Educação em Ciências. Dissertação. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

BARAM-TSABARI, Ayelet; YARDEN, Anat. Text genre as a factor in the formation of scientific literacy. **Journal of research in science teaching**, v. 42, n. 4, p. 403-428, 2005.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições, 1979. 225 p.

BRASIL, **Lei de diretrizes e bases da educação nacional**. Brasília: Ministério da Educação, 1996.

\_\_\_\_\_, **Código de Trânsito Brasileiro**: instituído pela Lei nº 9.503, de 23-9-1997 - 1ª edição - Brasília: DENATRAN, 1997.

\_\_\_\_\_, **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza. Matemática e suas Tecnologias, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2000.

\_\_\_\_\_, **PCN+ Ensino Médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília, 2002.

\_\_\_\_\_, **Mapa da Violência 2011**: Os Jovens do Brasil. Ministério da Justiça, 2011.

\_\_\_\_\_, **Base Nacional Comum Curricular - BNCC**, 2018a. Ministério da Educação. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wpcontent/uploads/2018/12/BNCC\\_19dez2018\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wpcontent/uploads/2018/12/BNCC_19dez2018_site.pdf). Acesso em: mar. 2019.

\_\_\_\_\_, **Relatório anual do plano nacional de redução de Mortes e lesões no trânsito**. Ministério das Cidades. 2018b.

BRAUN, Virginia; CLARKE, Victoria. Using thematic analysis in psychology. **Qualitative research in psychology**, v. 3, n. 2, p. 77-101, 2006.

BROCKINGTON, Guilherme. **Neurociência e Educação**: investigando o papel da emoção na aquisição e uso do conhecimento científico. 2011. 202f. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

BROSSARD, Dominique; SHANAHAN, James. Do they know what they read? Building a scientific literacy measurement instrument based on science media coverage. **Science Communication**, v. 28, n. 1, p. 47-63, 2006.

BRUST, Alexandre. **Física Aplicada Nas Situações Do Trânsito**. 78 f. Mestrado em Ensino de Física e Matemática. Dissertação. Centro Universitário Franciscano, Santa Maria. 2013.

BYBEE, Rodger. Achieving scientific literacy. **The science teacher**, v. 62, n. 7, p. 28, 1995.

CAMARGO, Andrea Norema Bianchi de; PILAR, Fabiana Dias; RIBEIRO, Marcus Eduardo Maciel; FANTINEL, Mirian; RAMOS, Maurivan Guntzel. Alfabetização Científica: A evolução ao Longo da formação de Licenciandos Ingressantes, Concluintes e de Professores de Química. **Momento – Diálogos em Educação**, v.20, n.2, p. 19-29, 2011.

CAMARGO, B. V.; BARBARÁ, A.; BERTOLDO, R. B. Um instrumento de medida da dimensão informativa da representação social da aids. **Jornada Internacional sobre Representações Sociais: Teoria e Abordagens Metodológicas**. v. 4, p. 1385-1395, 2005.

CHAGAS, Caio. **A Física no ensino médio através do estudo de fenômenos físicos em um automóvel**. Fortaleza: UFC, 2014, Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará, 2014.

CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, p. 89-100, 2003.

\_\_\_\_\_, **Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí, Editora da Unijuí, ed. 1, 2011.

CHIN, Chi. First-year Pre-service Teachers in Taiwan: Do they enter the teacher program with satisfactory scientific literacy and attitudes toward science? **International Journal of Science Education**, v. 27, n. 13, p. 1549-1570, 2005.

CLEMENT, Luiz; DUARTE, Diego; FISSMER, Sara. Concepções Espontâneas em Física: Calouros de um Curso de Licenciatura. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 3, n. 2, 2010.

COSTA, Sergio Francisco. **Estatística aplicada à pesquisa em educação**. Brasília: Plano Editora, 2010.

CUNHA, Rodrigo Bastos. Alfabetização científica ou letramento científico?: interesses envolvidos nas interpretações da noção de scientific literacy. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 68, p. 169-186, 2017.

DARROZ, Luiz Marcelo; ROSA, Cleci Werner da; GHIGGI, Caroline Maria. Método tradicional x aprendizagem significativa: investigação na ação dos professores de Física. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 5, n. 1, p. 70-85, 2015.

DAVIS, Ira. The measurement of scientific attitudes. **Science Education**, v. 19, n. 3, p. 117-122, 1935.

DEBOER, George. Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*: **The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching**, v. 37, n. 6, p. 582-601, 2000.

DELIZOICOV, Demétrio; LORENZETTI, Leonir. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio Pesquisa em educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 37-50, 2001.

DETRAN/RS. **Diagnóstico da acidentalidade fatal no trânsito: 2016**. 2016a. Assessoria Técnica, de Gestão e Planejamento. Sistema de Consultas Integradas - SJS/RS, 2016a. Disponível em:<<http://www.detran.rs.gov.br/conteudo/33739/diagnostico-de-2015>> Acesso: set. 2018.

DETRAN/RS. **Frota em circulação no RS**. Assessoria Técnica, de Gestão e Planejamento. Sistema de Consultas Integradas - SJS/RS, 2016b. Disponível em:<<http://www.detran.rs.gov.br/conteudo/27453/frota-do-rs>> Acesso: set. 2018.

DI ROCCO, Héctor Oscar. Cinemática elemental aplicada a cuestiones de seguridad del tráfico em Rutas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 26, n. 2 p. 342-354, 2009.

DOLAN, Erin; COLLINS, James. We must teach more effectively: here are four ways to get started. **Molecular Biology of the cell**, v. 26, n. 12, 2015.

DPVAT, Seguradora Líder. **Boletim estatístico. Ano 5, v. 4, Jan-Dez 2015**. Disponível em:<<https://www.seguradoralider.com.br/Documents/boletim-estatistico/Boletim-Estatistico-Ano-05-Volume-04.pdf>> Acesso: mar. 2019.

FEE, Fundação de Economia e Estatística Siegfried Emanuel Heuser. **Estimativas Populacionais: Revisão 2015**. 2015. Disponível em:<<http://www.fee.rs.gov.br/indicadores/populacao/estimativas-populacionais/>> Acesso: Jan. 2017

- FIELD, Andy. **Descobrimdo a estatística usando o SPSS**. Porto Alegre: Bookman Editora, 2009.
- FIGUEIREDO, Vera Lúcia Marques de; MATTOS, Viviane Leite Dias de; PASQUALI, Luis; FREIRE, Aline Poester. Propriedades psicométricas dos itens do teste WISC-III. **Psicologia em estudo**. v.13, n.3, p. 585-592. 2008.
- FIGUEIREDO FILHO, Dalson Brito; SILVA JÚNIOR, José Alexandre da. Visão além do alcance: uma introdução à análise fatorial. **Opinião pública**, v. 16, n. 1, p. 160-185, 2010.
- FOUREZ, Gerard. **Alphabétisation Scientifique et Technique: Essai sur les finalités de l'enseignement des sciences**, Bruxelas: DeBoeck – Wesmael, 1994.
- FREIRE, Paulo. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2000.
- GIL, Daniel; VILCHES, Amparo. Una alfabetización científica para el siglo XXI: obstáculos y propuestas de actuación. **Revista Investigación en la Escuela**, n. 43, p. 27-37, 2001.
- GOMES, Adilson Lorenço. **Física dos acidentes de trânsito**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física Licenciatura). Universidade Federal de Rondônia, Ji-Paraná, 2008.
- GRESCZYSCZYN, Marcella Cristyanne Comar; MONTEIRO, Eduardo Lemes; CAMARGO FILHO, Paulo Sérgio. Determinação do Nível de Alfabetização Científica Básica de estudantes da etapa final do Ensino Médio e etapa inicial de Ensino Superior. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 1, 2018.
- GUERRA, Leonor Bezerra. O diálogo entre a neurociência e a educação: da euforia aos desafios e possibilidades. **Revista Interlocução**, Belo Horizonte, volume 04, n. 4, p. 3-12, 2011.
- GURGEL, Walldiney Pedra; GOMES, Luiz Moreira; FERREIRA, Fernanda Carla Lima; GESTER, Rodrigo do Monte. Cálculo de velocidades em acidentes de trânsito: Um software para investigação em Física forense. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 4, 2015.
- GUSMÃO, Fábio Alexandre Ferreira. **Índices educacionais como preditores da proficiência em ciências: um estudo multinível**. São Paulo: PUCSP, 2011. Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2011.
- HAIR JÚNIOR, Joseph; BLACK, William; BABIN, Barry; ANDERSON, Rolph; TATHAM, Ronald. **Análise Multivariada de Dados**. 6ª ed. Porto Alegre: Bookman Editora 2006.
- HILL, Manuela Magalhães; HILL, Andrew. **Investigação por questionário**. Lisboa: Sílabo, 2005.
- HOFF, A. G. A test for scientific attitude. **School Science and Mathematics**, v. 36, n. 7, p. 763-770, 1936.
- HURD, Paul DeHart. Science literacy: Its meaning for American Schools. **Educational Leadership**, v. 16, p. 13-16, 1958.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Dados do Rio Grande do Sul. 2016**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?lang=&coduf=43&search=rio-grande-do-sul>>. Acesso: Jan. 2017.
- IZQUIERDO, Ivan. **A arte de esquecer: cérebro e memória**. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Vieira e Lent, 2010.

JENKINS, E. Scientific literacy. In: HUSEN, T.; POSTLETHWAITE, T. N. (org.). **The international encyclopedia of education**. Oxford: Pergamon Press, 1994, v. 9. p. 5345.

JOCA, Bruno Pereira. **Educação para o trânsito e a Física aplicada no ensino médio**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física Licenciatura). Instituto Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

KIRSTEN, José. Tiacci.; RABAHY, Wilson. Abrahão. **Estatística aplicada às ciências humanas e ao turismo**. São Paulo: Saraiva, 2006.

KLEER, Ana Alzira; THIELO, Marcelo Resende; SANTOS, Arion. Kurtz dos. A Física utilizada na investigação de acidentes de trânsito. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 14 n.2, p.160-169, 1997.

LABURÚ, Carlos Eduardo; SILVA, Dirceu da L. VIDOTTO, Luiz Carlos. Avaliação tradicional e alternativa no ensino: um estudo comparativo. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, v. 26, n. 1, p. 27-42, 2005.

LAUGKSCH, Rüdiger; SPARGO, Peter. Construction of a paper-and-pencil Test of Basic Scientific Literacy based on selected literacy goals recommended by the American Association for the Advancement of Science. **Public Understanding of Science**, v. 5, p. 331-359, 1996.

LAUGKSCH, Rüdiger; SPARGO, Peter. Scientific Literacy of Selected South African Matriculants Entering Tertiary Education: A Baseline Survey. **South African journal of science**, v. 95, p. 427-432, 1999.

LAUGKSCH, Rüdiger. Scientific Literacy: A Conceptual Overview. **Science Education**, v. 84, n. 1, p. 71-94, 2000.

LEITE, Laurinda; AFONSO, Ana Sofia. Aprendizagem baseada na resolução de problemas: Características, organização e supervisão. **Boletim das Ciências**, v. 14, n 48, p. 253- 260, 2001.

LEMKE, Jay. Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, v. 24, n. 1, p. 5-12, 2006.

LEMOS Evelyse dos Santos; A aprendizagem significativa: estratégias facilitadoras e avaliação. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v1, n 1, p. 25-35, 2011.

LEMOS Evelyse dos Santos; MOREIRA, Marco Antônio, A avaliação da aprendizagem significativa em Biologia: um exemplo com a disciplina Embriologia. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v1, n 2, p. 15-26, 2011.

LENT, Roberto. **Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociência**. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Atheneu, 2004.

LIMA, Mikeas Silva; WEBER, Karen Cacilda. Reflexões acerca das definições e mensuração de níveis de letramento científico. **Anais do Congresso Nacional de Educação – CONEDU**. 2017. Disponível

em:<[https://editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO\\_EV056\\_MD1\\_SA18\\_ID3162\\_11082016105336.pdf](https://editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV056_MD1_SA18_ID3162_11082016105336.pdf)>. Acesso: Jun. 2018.

- LORENZETTI, Leonir. **Alfabetização científica no contexto das séries iniciais**. 2000. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Federal de Santa Catarina. 2000.
- LUCENA, Andrielle Ramos. **A Física Forense em sala de aula: investigação de acidentes de trânsito**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Exatas). Universidade Estadual da Paraíba, Patos, 2014.
- MAMEDE, Maíra; ZIMMERMANN, Erika. Letramento científico e CTS na formação de professores para o ensino de ciências. **Enseñanza de las Ciencias**, n. Extra, p. 1-4, 2005.
- MARTINS, Gilberto de Andrade. Sobre confiabilidade e validade. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, v. 8, n. 20, 2006.
- MATTHIENSEN, Alexandre. **Uso do Coeficiente Alfa de Cronbach em Avaliações por Questionários**. Documento 48 – Embrapa. 1ª edição. ISSN 1981-6103, 2011.
- MEIRA, Samuel Souza. **Aprendizagem Significativa e Assimilação Obliteradora: um estudo com conceitos de Cálculo**. 2015. 165 f. 2015. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2015.
- MEMBIELA, Pedro. Sobre la deseable relación entre comprensión pública de la ciencia y alfabetización científica. **TED: Tecnó, Episteme y Didaxis**, n. 22, 2007.
- MENDONÇA, Karla Morganna Pereira Pinto; GUERRA, Ricardo Oliveira. Desenvolvimento e validação de um instrumento de medida da satisfação do paciente com a fisioterapia. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 11, n. 5, 2007.
- MILLER, Jon. Scientific literacy: A conceptual and empirical review. **Daedalus: Journal of the American Academy of Arts and Sciences**, v. 112, n. 12, p. 29-48, 1983.
- MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 9ª ed. rev. e aprimorada. Sao paulo: Hucitec, 2006.
- MINAYO, Maria Cecília de Souza.; DESLANDES, Suely Ferreira; GOMES, Romeu **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Vozes, 2013.
- MOREIRA; M. A.; C. CABALLERO; M. L. RODRÍGUEZ, Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. **Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo**. Burgos, España, p. 19-44, 1997.
- MOREIRA, Marco Antônio. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.
- MOREIRA, Marco Antônio. ¿Al final, qué es aprendizaje significativo?. **Curriculum: revista de teoría, investigación y práctica educativa**. La Laguna, Espanha, n. 25, p. 29-56, 2012.
- MOREIRA, Marco Antônio; ROSA, Paulo Ricardo da Silva. **Uma introdução à pesquisa quantitativa em Ensino**. Porto Alegre: ed. dos Autores, 2007.
- MORETTO, Vasco Pedro. **Educar para a competência: O desafio do professor no novo contexto educacional**. 2013. Disponível em: < <https://www.phronesis.net.br/afes/conteudo-detalhes,466,texto,vasco-pedro-moretto-educar-para-competencias-o-desafio-do-professor-no-novo-contexto-social>>. Acesso em: mar. 2019.

- MURCIA, Karen; SCHIBECI, Renato. Primary student teachers' conceptions of the nature of science. **International journal of science education**, v. 21, n. 11, p. 1123-1140, 1999.
- NASCIMENTO-SCHULZE, Clelia Maria. Um estudo sobre Alfabetização Científica com jovens catarinenses. **Psicologia: teoria e prática**, v. 8, n. 1, p. 95-117, 2006.
- NASCIMENTO-SCHULZE, Clélia Maria; CAMARGO, Brígido Vizeu; WACHELKE, João Fernando Rech. Alfabetização científica e representações sociais de estudantes de ensino médio sobre ciência e tecnologia. **Arquivos Brasileiros de Psicologia**, v. 58, n. 2, 2006.
- NEGRINI-NETO, Osvaldo; KLEINUBING, Rodrigo. **Dinâmica dos acidentes de trânsito: análises, reconstrução e prevenção**. Campinas: Millennium, 2012.
- NOBRE, Érica Bezerra. **Elaboração e validação de questionário para descrever o estilo de vida de mães de pré-escolares**. 202p. Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Dissertação. São Paulo, 2012.
- NOLL, Victor. Measuring the scientific attitude. **The Journal of Abnormal and Social Psychology**, v. 30, n. 2, p. 145, 1935.
- OGUNKOLA, Babalola. Scientific literacy: Conceptual overview, importance and strategies for improvement. **Journal of Educational and Social Research**, v. 3, n. 1, p. 265-274, 2013.
- OLIVEIRA, Kemuel Costa de. **A utilidade do Ensino de Física**. 78p. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Rondônia. Rondônia, 2011.
- OLIVEIRA, Wenderson Alves. **Práticas instrucionais de aprendizagem ativa em física para o ensino médio**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em ensino de ciências naturais. Universidade Federal do Mato Grosso – UFMT, 2014.
- OLMA, Maria. **Consciência sobre rodas: Habilitação do condutor**. 20 ed. Porto Alegre: Águia, 2016.
- ÖZDEM, Yasemin; ÇAVAŞ, Pinar; CAVAS, Bulent; ÇAKIROĞLU, Jale; ERTEPINAR, Hamide. An investigation of elementary students' scientific literacy levels. **Journal of Baltic Science Education**. V.9 n. 1, p. 6-19, 2010.
- PASQUALI, Luiz. Princípios de elaboração de escalas psicológicas. **Revista Psiquiátrica Clínica**, v. 5, n. 25, p. 206-213, 1998.
- PASQUALI, Luiz. **Psicometria: teoria dos testes na psicologia e na educação**. Petrópolis: Editora Vozes, 2017.
- PASQUALI, Luiz; PRIMI, Ricardo. Fundamentos da Teoria da Resposta ao Item – TRI. **Avaliação Psicológica**, v.2, n. 2, 99-110, 2003.
- PEREIRA, Alexandre. **SPSS – Guia prático de utilização: Análise de Dados para Ciências Sociais e Psicologia**. Lisboa. 6ª Ed. Edições Sílabo, 2006.
- PERRENOUD, Philippe. **Construindo as competências desde a escola**. Porto Alegre: Artmed, 1999.
- PINTO, Amâncio da Costa retenção à longo prazo do conhecimento escolar. **Revista Portuguesa de Pedagogia**, n 21, 283-295, 1989.
- PINTO, Amâncio da Costa, O impacto das emoções na memória: alguns temas em análise. **Psicologia, educação e cultura**, v. 2, n. 2, p. 215-240, 1998.

- PINTO, Amâncio da Costa. **Memória, cognição e educação: Implicações mútuas. Educação, cognição e desenvolvimento.** Textos de psicologia educacional para a formação de professores, 2001. Disponível em:<  
[https://www.fpce.up.pt/docentes/acpinto/artigos/16\\_memoria\\_e\\_educacao.pdf](https://www.fpce.up.pt/docentes/acpinto/artigos/16_memoria_e_educacao.pdf)> Acesso: mar. 2018.
- PINTO, Amâncio da Costa; OLIVEIRA, Teresa. O que é que os alunos recordam das aulas que leccionámos? **Revista Portuguesa de Pedagogia**, n. 25, 87-102, 1991.
- PIRES, Ana. **Probabilidades e estatísticas.** 2000. Disponível em:<  
<https://www.math.tecnico.ulisboa.pt/~apires/MaterialPE/AulaTCap8C.pdf>> Acesso: maio/2017.
- PRIMI, Ricardo. Inteligência: avanços nos modelos teóricos e nos instrumentos de medida. **Avaliação psicológica**, v 2, n 1, p. 67-77, 2003.
- RABELO, Mauro. **Avaliação Educacional: Fundamentos, Metodologia e Aplicações no Contexto Brasileiro.** Rio de Janeiro. SBM, 2013.
- REIS, Edna Afonso, REIS, Ilka Afonso. **Análise descritiva de dados: Síntese numérica.** Belo Horizonte, UFMG. 2002.
- RELVAS, Marta Pires. **Neurociência e transtornos de aprendizagem: as múltiplas eficiências para uma educação inclusiva.** 5ª Edição. Rio de Janeiro: Wak Editora,
- RICARDO, Elio Carlos. **Competências, Interdisciplinaridade e Contextualização: dos Parâmetros Curriculares Nacionais a uma compreensão para o ensino das ciências.** Florianópolis: UFSC. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.
- RIVAS, Marcela Ines Espinosa. **Avaliação do nível de Alfabetização Científica de estudantes de biologia.** Trabalho de conclusão de curso. Graduação em biologia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, 2015.
- RIVAS, Marcela Ines Espinoza; MOÇO, Maria Cecília de Chiara; JUNQUEIRA, Heloisa. Avaliação do nível de alfabetização científica de estudantes de biologia. **Revista Acadêmica Licenciatura & Acturas**, v. 5, n. 2, p. 58-65, 2017.
- SAMÁ, Suzi. **Estatística.** Suzi Sama Pinto, Carla Silva da Silva. Porto Alegre: A autora, 2013, v.1, 195 p.
- SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência e Educação**, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.
- SASSERON, Lúcia Helena. **Alfabetização Científica e documentos oficiais brasileiros: um diálogo na estruturação do Ensino da Física.** Coleção Ideias em Ação–Ensino de Física. São Paulo: Cengage Learning, 2010.
- SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em ensino de ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.
- SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.16, n.1, p. 59-77, 2011.

SCOARIS, Raquel Carmen de Oliveira; PEREIRA, Ana Maria Teresa Benevides; SANTIN FILHO, Ourides. Elaboração e validação de um instrumento de avaliação de atitudes frente ao uso de história da ciência no ensino de ciências. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciéncias**, v. 8, n. 3, p. 901-922, 2009.

SERRAO, Luiz Felipe Soares; CATELLI, Roberto; CONRADO, Andreia Lunkes; CURY, Fernanda; LIMA, Ana Lúcia D'império. A experiência de um indicador de letramento científico. **Cadernos de Pesquisa**, v. 46, n. 160, p. 334-361, 2016.

SHEN, Benjamin. Science literacy and the public understanding of science. In: Communication of scientific information. **Karger Publishers**, 1975. p. 44-52.

SILVA, Leandro Londero da. Educação para o trânsito em aulas de Física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. São Paulo, v 9, n 2, 2009.

SILVEIRA, Fernando Lang da. Um interessante e educativo problema de cinemática elementar aplicada ao trânsito de veículos automotores - a diferença entre 60 km/h e 65 km/h. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 2, p. 468-475, ago. 2011.

SOUSA, Rogério Gonçalves; BASTOS, Sandra Nazaré Dias. Discursos Epistemológicos de Afetividade como Princípios de Racionalidade para a Educação Científica e Matemática. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 3, p. 169, 2011.

SOUZA, Juliana Almeida de. **Conhecimentos nutricionais: reprodução e validação do questionário**. Tese de Doutorado. Universidade do Porto, 2009.

SOUZA, Carlos Alberto; BASTOS, Fábio da Purificação. Um ambiente multimídia e a resolução de problemas de física. **Ciência & Educação**, v. 12, n. 3, p. 315-332, 2006.

SOUZA, Carlos Alberto; BASTOS, Fábio da Purificação; ANGOTTI, José André Peres. Cultura científico-tecnológica na educação básica. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** v. 9, n. 1, p. 76-88, 2007.

SOUZA, Ana Cláudia de; ALEXANDRE, Neusa Maria Costa; GUIRARDELLO, Edinêis de Brito. Propriedades psicométricas na avaliação de instrumentos: avaliação da confiabilidade e da validade. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 26, p. 649-659, 2017.

TAVARES, Romero. Aprendizagem significativa e o ensino de ciências. **Ciências & cognição**, v. 13, n. 1, 2008.

TAVARES, Romero. Aprendizagem significativa. **Revista conceitos**, v. 55, n. 10, 2004.

THORNDYKE, Perry. Cognitive structures in comprehension and memory of narrative discourse, **Cognitive psychology**, v. 9, n. 1, p. 77-100, 1977.

TOTI, Frederico Augusto; PIERSON, Alice Helena Campos. Elementos para uma aproximação entre a Física no ensino médio e o cotidiano de trabalho de estudantes trabalhadores. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 3, p. 527-552, 2010.

TULVING, Endel. **Elements of episodic memory**. New York, Oxford University Press, 1983.

URRUTH, Henrique Goulart. **Física e segurança no trânsito: um curso de Física e educação para o trânsito para jovens e adultos**. 201p. Mestrado em Ensino de Física. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2014.

URRUTH, Henrique Goulart; STEFFANI, Maria Helena; SILVEIRA, Fernando Lang da. Física e segurança no trânsito: um curso de Física e educação para o trânsito para jovens e adultos. **Revista Polyphonia**, v. 26, n. 2, p. 313-321, 2015.

VIANA, Rubens Moreira. **Perícia Física de acidente de trânsito**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física Licenciatura). Universidade Federal de Rondônia, Ji-Paraná, 2009.

VIDOR, Carolina de Barros; COSTA, Sayonara Salvador Cabral da; SILVA, Ana Maria Marques da; RAMOS, Maurivan Guntzel. Avaliação do nível de Alfabetização Científica de professores da educação básica. **Anais do VI ENPEC**. Florianópolis: ABRAPEC, 2009.

VILARINHO, Ana Paula Lima. **Uma proposta de análise de desempenho dos estudantes e de valorização da primeira fase da OBMEP**. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática). Universidade de Brasília, Brasília, 2015

VIZZOTTO, Patrick Alves. **A compreensão da Física aplicada ao trânsito na perspectiva de egressos do ensino médio, alunos de cursos de primeira habilitação**. Mestrado em Educação em Ciências. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Rio Grande, 2017.

VIZZOTTO, Patrick Alves; MACKEDANZ, Luiz Fernando; MIRANDA, Angélica Conceição Dias. Física aplicada ao trânsito: uma revisão de literatura. **Revista Thema**, v. 14, n. 1, p. 137-163, 2017.

VIZZOTTO, Patrick Alves; MACKEDANZ, Luiz Fernando; BUSS, Cristiano da Silva. Contextualização do aprendizado em física na perspectiva de alunos de curso de primeira habilitação, egressos do ensino médio. **Revista Experiência em Ensino de Ciências**, Campo Grande, V. 13, n,4, p. 226-250, 2018.

VIZZOTTO, Patrick Alves; MACKEDANZ, Luiz Fernando. A compreensão da Física aplicada ao trânsito na perspectiva de egressos do ensino médio, alunos de cursos de primeira habilitação. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 39, n. 3, e3404, 2017.

\_\_\_\_\_. Validação de instrumento de avaliação da alfabetização científica para egressos do ensino médio no contexto da física do trânsito. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 34, e202974, 2018a.

\_\_\_\_\_. Teste de Alfabetização Científica Básica: processo de redução e validação do instrumento na língua portuguesa. **Revista Prática Docente**, v.3 n. 2, 2018b.

\_\_\_\_\_. Possíveis influenciadores da retenção conceitual de física à longo prazo: um estudo com egressos do ensino médio através da temática trânsito. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, 2018c (artigo submetido).

\_\_\_\_\_. Física aplicada ao trânsito: processo de validação de um questionário para coleta de dados. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, n. 3, e20180256, 2019a.

\_\_\_\_\_. Measurement of the scientific literacy from basic education graduates: results and analysis of possible influences of this index in individuals of brazilian southern region. **International Journal of Science Education**, 2019b (Artigo submetido).

\_\_\_\_\_. Mensuração do nível de Alfabetização Científica e da capacidade de interpretar situações do trânsito à luz da Física: a relação desses índices com as aulas de Física

vivenciadas e o interesse de egressos do Ensino Médio por temas científicos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 2019c (Artigo submetido).

\_\_\_\_\_. Análise da influência dos dados de caracterização de egressos da escola no nível de Alfabetização Científica e na competência de interpretar o trânsito à luz da Física. **Revista Thema**, 2019d (Artigo submetido).

## 9. APÊNDICES

Nesta seção, serão apresentados os artigos derivados da pesquisa de Mestrado na qual o doutoramento se propôs aprofundar. As conclusões da Tese dependem exclusivamente dos resultados apresentados anteriormente. No entanto, julgou-se relevante apresentar aos leitores e leitoras o cenário de inquietações, procedimentos e resultados que proporcionaram as reflexões que deram origem a necessidade de aperfeiçoamento da investigação anteriormente realizada. Sendo assim, a leitura dos apêndices tem um caráter facultativo para a compreensão da Tese em si, porém auxilia a situar o contexto prévio de seu surgimento.

Um total de quatro artigos compuseram os apêndices. Seguindo a contagem sequencial, o Artigo VI (VIZZOTTO; MACKEDANZ, 2019a) apresenta o processo de validação do instrumento de pesquisa utilizado na pesquisa do Mestrado. O Artigo VII (VIZZOTTO; MACKEDANZ, 2017) relata as análises quantitativas dos resultados; O Artigo VIII (VIZZOTTO; MACKEDANZ; BUSS, 2018), por sua vez, descreve as análises qualitativas de entrevistas realizadas com uma parcela dos participantes. Finalmente, o Artigo IX (VIZZOTTO; MACKEDANZ, 2018c) relata testes estatísticos utilizados com base no desempenho e dados de caracterização dos participantes.

Os resultados do Artigo VII demonstraram a baixa relação entre os conteúdos de Física e sua aplicação no cotidiano por parte dos entrevistados. Nele, percebe-se a baixa retenção conceitual de egressos da escola, porém não se investiga suas causas. No Artigo VIII há uma busca por uma análise qualitativa como alternativa à essa investigação. Em torno de 10% dos participantes foram entrevistados a fim de conhecer aspectos relevantes sobre a estrutura do Ensino Médio que vivenciaram. Notou-se que questões experienciais e motivacionais podem ter influenciado em seus desempenhos. Por fim, o Artigo IX também busca entender o desempenho dos respondentes por meio de uma perspectiva quantitativa. Testes estatísticos foram realizados com vistas a verificar a relação entre os dados de caracterização dos indivíduos em seus desempenhos. Constatou-se que a prática como motorista e o tipo de escola vivenciada ressaltaram diferenças (não testadas de maneira causal) nos acertos dos grupos com tais perfis.

## 9.1. Apêndice I Artigo VI

### Física aplicada ao trânsito: processo de validação de um questionário para coleta de dados<sup>8</sup>

**Resumo:** A Física estuda fenômenos da natureza e que comumente podem ser observados no cotidiano. O trânsito é uma dessas situações, e acredita-se que uma aproximação entre os conceitos físicos e situações aplicadas no cotidiano do trânsito pode possibilitar ao estudante melhores compreensões da Física do Ensino Médio e acima de tudo, que esses conhecimentos possam ser utilizados durante a vida do indivíduo. Porém, verificar se os egressos da escola estabelecem relações entre conteúdos de Física com fenômenos observados no trânsito ainda é um grande campo de estudo. O presente artigo apresenta o trabalho de validação de um questionário elaborado para uma pesquisa de mestrado. Para tal, a validade de conteúdo foi realizada através de juízes especialistas da área; calculamos a consistência interna através do coeficiente Alfa de Cronbach, obtendo valor de 0,74, assim como utilizou-se o Teste U de Mann-Whitney para observar se havia diferenças entre as médias de acertos dos dois grupos estudados. Os resultados atestam que o instrumento possui validade para os objetivos da pesquisa, consistindo de um teste para verificar a retenção conceitual de assuntos de Física em egressos do Ensino Médio.

**Palavras-Chave:** Física aplicada ao Trânsito; Validação de instrumento; Teste Alfa de Cronbach.

#### Physics applied to traffic: validation process of a quiz for data Acquisition.

**Abstract:** Physics studies the nature and phenomena which commonly can be observed in everyday life. Traffic is one of those situations, and it is believed that a rapprochement between the physical concepts and situations applied in everyday traffic can enable the student best understandings of Physics in middle school and above all, that this knowledge can be used during the life of the individual. However, verify that the graduates of the school establish relationships between Physical content with phenomena observed in traffic is still a major field of study. This article presents the work of validation of a questionnaire prepared for a master's research. To this end, the validity of content was accomplished by judges' specialists; We calculate the internal consistency through the Cronbach's alpha coefficient, obtaining 0.74 value, as well as using the Mann-Whitney U Test to see if there were differences between the averages of the two groups. The results attest that the instrument has validity for the purposes of research, consisting of a test to check the conceptual physics Affairs retention in high school graduates.

**Keywords:** physics applied to traffic; instrument validation; Cronbach's alpha test.

#### Introdução

Observar a prática escolar permite ao professor notar que há maior perspectiva de o estudante compreender os conceitos físicos na escola quando são apresentados de forma aplicada ao cotidiano, sobretudo se tais assuntos apresentarem conexão ao seu contexto de vida.

---

<sup>8</sup> Artigo publicado na Revista Brasileira de Ensino de Física da Sociedade Brasileira de Física em 2019.

Ao refletir sobre o uso cotidiano do automóvel nota-se também que o tema trânsito está presente no dia-a-dia de todos, direta ou indiretamente. Nesse contexto, pode-se observar a presença de grande quantidade de conhecimentos físicos intrínsecos, mesmo que nem sempre sejam percebidos pelos motoristas. Sendo assim, abordar nas aulas de Física aspectos relacionados com esta temática está em acordo com o proposto pelos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (BRASIL, 2000) ao propor um estudo contextualizado, de maneira a dar significância ao aprendizado do aluno.

Atualmente, a Base Nacional Curricular Comum – BNCC (BRASIL, 2018a) também afirma que “o conhecimento físico, com seus conceitos, leis, grandezas e relações matemáticas, ganha mais significado se utilizado em problemáticas reais” (p. 144). Acreditamos que dentro do cotidiano do trânsito, este ganho de significado pode criar um ambiente de conscientização para que quando este indivíduo estiver na condição de pedestre ou um futuro condutor, suas ações reflitam o conhecimento socializado na escola (CHAGAS, 2014; ABEID; TORT, 2011; SILVEIRA, 2011).

A importância de uma Educação para o Trânsito é evidente, principalmente quando se observa os índices de acidentes e mortes fatais. Como ilustração, partimos de uma comparação entre dados dos últimos anos referentes aos acidentes de trânsito e número de mortes associado a eles no estado do Rio Grande do Sul. No gráfico a seguir, apresenta-se a evolução temporal dessas estatísticas.

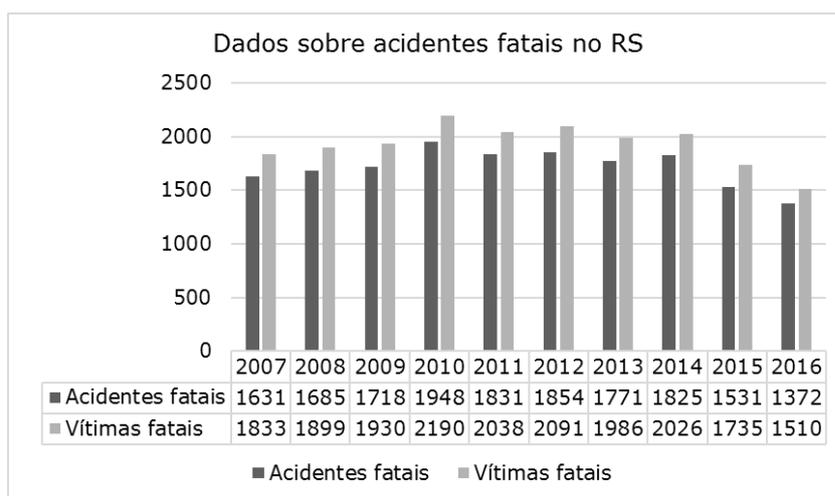


Gráfico 6 Artigo VI: Número de Acidentes de trânsito. Fonte: Detran/RS (2016a); Brasil (2011).

Percebe-se uma tendência contínua de acidentes e mortes, embora nos anos de 2015 e 2016 esses números tenham baixado ligeiramente, fruto de campanhas de educação e fiscalização da lei seca (DETRAN/RS, 2016a). O Mapa da Violência (BRASIL, 2011), estudo

do Ministério da Justiça, mostra que em nível nacional houve um aumento de 32,4% nas mortes de jovens em decorrência de acidentes de trânsito no período de 1998 a 2008, enquanto no total da população o índice foi de 26,5%.

Diante destas estatísticas, é inevitável não pensar que a educação não tenha um papel fundamental na formação e conscientização desses jovens, uma vez que a escola é parte essencial do processo de desenvolvimento do indivíduo na sociedade e direito de todo cidadão, assegurado pela Constituição Federal. Neste particular, o Ensino de Física possui uma oportunidade ímpar, pois discutir e explicar fenômenos da natureza presentes no cotidiano do trânsito faz parte do escopo da Física escolar. Além disso, este pode ser uma forma de acessar os conhecimentos prévios que os estudantes trazem para a sala de aula, podendo assim, ancorar uma nova informação em um conceito já presente na estrutura cognitiva do indivíduo, processo imprescindível para o processo de Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2003).

Os órgãos reguladores de trânsito, como o Departamento Estadual de Trânsito - DETRAN e Departamento Nacional de Trânsito – DENATRAN, também reconhecem essa importância e incentivam o trabalho da educação no trânsito. Há projetos que visam a formação desde a Pré-Escola até o Ensino Médio, assim como cursos de Legislação de Trânsito e Requalificação Didática para os instrutores de trânsito (DETRAN/RS, 2016a).

Pode-se perceber, através dessas iniciativas, que existe uma preocupação da escola e dos departamentos de trânsito com a prevenção de acidentes. Porém também se percebeu que o número de acidentes e fatalidades no trânsito aumenta a cada ano, sendo maiores os índices de mortes entre motoristas jovens, indivíduos que possivelmente passaram recentemente pelo Ensino Médio e que provavelmente participaram de trabalhos de conscientização e prevenção no âmbito da Educação para o Trânsito.

A partir dessa reflexão, a dúvida que passa a existir é se todo o conhecimento, em especial o científico, ensinado a esse estudante é lembrado, mesmo que intuitivamente, de modo a possibilitar a que ele o aplique em situações cotidianas, quando efetivamente tornar-se um motorista. Ou, em outras palavras, se houve um aprendizado significativo destes princípios físicos no Ensino Básico.

Considerando esta temática de pesquisa, seu valor e significância passar a existir pelo fato de o estudo abranger um aspecto relevante para a vida da maioria das pessoas: o trânsito. Dirigir não consiste somente em aprender algumas técnicas de funcionamento do veículo e assim estar apto a andar pelas ruas. É preciso compreender melhor o mundo ao redor, os direitos e deveres dos condutores e pedestres e a aplicação de conhecimentos de cunho científico que, por mais

simples que pareçam ser, podem fazer a diferença em diversas situações apresentadas no trânsito, principalmente na prevenção de complicações maiores, como acidentes, por exemplo.

Compreender significativamente fenômenos relacionados a conceitos físicos como Tópicos de Cinemática, Força Centrípeta, Ponto Cego, Força de atrito, entre outros, é fundamental para a formação de um bom condutor, desenvolvendo nele habilidades de resolver problemas reais ao deparar-se com certas situações no futuro, já como efetivo motorista.

Essas habilidades que o conhecimento da Física proporciona, podem auxiliar na prevenção de acidentes de trânsito, uma vez que, ao compreender a relação de causa e efeito de suas ações, poderá haver maior possibilidade de que o indivíduo tome decisões com maior consciência e responsabilidade, isso potencializa as probabilidades, embora não exista relação causal observada, de esse dirigir sob os princípios da direção defensiva.

Nesse sentido, é importante investigar se indivíduos egressos do Ensino Médio estabelecem relações entre conteúdos de Física estudados durante a escola e fenômenos observados no cotidiano do trânsito, sendo essa, a questão de pesquisa que norteou a elaboração do questionário validado nessa produção. Por esse motivo, o local escolhido para coletar os dados foi o curso de primeira habilitação de Centros de Formação de Condutores – CFC, de uma cidade gaúcha.

O presente artigo expõe um estudo realizado para medir a confiabilidade e validade de um instrumento de coleta de dados que teve por objetivo buscar respostas para esses questionamentos. Uma das contribuições deste estudo é trazer para o Ensino de Física a necessidade de se discutir a validade dos instrumentos de coleta de dados elaborados para pesquisas de graduações, mestrados e doutorados da área, pois atestar estatisticamente que o questionário criado mede o que se propõe mensurar, ou seja, conduzir antes da coleta de dados uma análise rigorosa sobre os aspectos de validação e confiabilidade dos itens, contribui para a qualidade das pesquisas em Ensino.

Portanto, na próxima seção apresenta-se uma breve revisão da literatura nacional no tocante à temática Educação para o Trânsito, nos mantendo restritos ao campo dos fenômenos físicos. Na seção 3, será apresentado o processo de construção do instrumento de coleta de dados, bem como, de sua validação estatística. Em seguida, apresentamos os resultados obtidos no processo de validação, a partir da aplicação de testes pilotos. Finaliza-se com algumas conclusões alcançadas nesse estudo, em que se acredita ser um passo importante na construção de instrumentos de coleta para pesquisas de cunho quantitativo dentro da pesquisa em Ensino de Física.

### **Uma breve revisão da literatura nacional**

A Física aplicada ao trânsito tem sido socializada em âmbito acadêmico através de propostas metodológicas e dissertações em Ensino. No entanto, a nível nacional a produção associada ao tópico é ainda pequena (VIZZOTTO; MACKEDANZ; MIRANDA, 2017).

Em geral, busca-se trabalhar aulas de Física ou abordar o tema trânsito em diferentes contextos. Por exemplo, Chagas (2014); Lucena (2014); Viana (2009); Gomes (2008) e Kleer et. al. (1997) buscaram abordar a Física a partir da temática das investigações de acidentes de trânsito, contextualizando as aulas, propondo essas discussões como tema transversal na escola e trazendo a realidade da perícia criminal para apresentar o tema aos alunos ou trabalhando com softwares que potencializam cálculos com dados reais de investigações.

Já os autores Abeid (2010); Abeid e Tort (2011; 2014); Silveira (2011); Di Rocco (2009); Silva (2009); Urruth (2014); Back (2013); Brust (2013) e Joca (2012), procuraram desenvolver o tema a partir dos conceitos, relacionando-os com o trânsito de modo geral, tanto no Ensino Médio como na Graduação, seja em propostas didáticas ou cursos, abordando temas principalmente estudados dentro da Mecânica Clássica, como Velocidade e Aceleração; Leis de Newton e suas aplicações, como forças de atrito e utilização de freios ABS; além de discussões sobre a legislação para a Educação para o Trânsito.

Os trabalhos, em geral, apresentam algumas ideias em comum: a importância de haver um ensino contínuo da Educação para o Trânsito durante todos os anos da educação básica; propostas didáticas utilizando recursos tecnológicos como jogos e simulações; abordagens do tema de forma transversal, interdisciplinar ou multidisciplinar na escola de Ensino Básico (KLEER et al., 1997; ABEID, 2010; SILVA, 2009; DI ROCCO, 2009; LUCENA, 2014; VIANA, 2009); análise de propostas de Educação para o Trânsito a partir de teóricos como Vygotsky, Piaget e Ausubel; importância da contextualização no Ensino de Física (GOMES, 2008; URRUTH, 2014; ABEID; TORT, 2014); influência dos aspectos emocionais na aprendizagem e também discussões sobre os fundamentos dos documentos oficiais para a Educação para o Trânsito (JOCA, 2012).

Destaca-se a preocupação dos órgãos de trânsito e das escolas em educar para o trânsito, bem como os esforços dos professores e pesquisadores em aproximar a temática do cotidiano dos alunos, seja de forma transversal ou até mesmo disciplinar em aulas de Física, por exemplo. Pode-se perceber através da pequena quantidade de estudos encontrados, a escassez de pesquisas na área, sendo isso também apontado pela maioria dos pesquisadores analisados na literatura.

## **Metodologia**

### *Elaboração do instrumento*

Para realizar essa investigação, foi elaborado um questionário, inicialmente com 10 questões. O conteúdo das questões versou sobre situações do cotidiano do trânsito, em que os fenômenos físicos foram contextualizados. Como a literatura nacional da área do Ensino de Física não apresentou nenhum instrumento anteriormente elaborado para suprir os objetivos de propor situações do trânsito para observar a aplicação de conhecimentos de Física em estudantes do Ensino Médio, a criação de todas as questões foi necessária.

Cada item elaborado para o instrumento teve como base o estilo de questões do Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM, no qual a questão apresenta um contexto em que algum fenômeno físico está inserido e o conceito que fundamenta o seu funcionamento dentro das alternativas a serem assinaladas.

Para a elaboração das mesmas, foi realizada primeiramente uma revisão de conceitos físicos que poderiam ser relacionados com a temática trânsito. Para isso, buscou-se na apostila de ensino dos Centros de Formação de Condutores de uma cidade gaúcha (OLMA, 2016), discussões e instruções baseadas em fenômenos físicos a partir das quais foi possível elaborar questões que contivessem uma breve contextualização de um fenômeno físico aplicado ao trânsito questionando qual princípio explicaria tal acontecimento como alternativa de resposta.

Foram propostas questões de múltipla escolha com 4 alternativas, sendo apenas uma correta. As questões priorizaram uma abordagem conceitual da Física, assim como buscou-se estimular a contextualização da Física com as situações observadas comumente por pedestres e motoristas.

Após a elaboração das questões, seis professores da área realizaram uma leitura atenta, a fim de verificar a adequação semântica das questões e a relevância de cada item. Essa reflexão visou identificar e evitar ambiguidades e interpretações errôneas das questões elaboradas, as quais precisam ser objetivas, com linguagem adequada com a cultura da amostra, a fim de não causar monotonia, cansaço ou aborrecimento do entrevistado (NOBRE, 2012).

A revisão qualitativa realizada pelos especialistas considerou o instrumento válido em seu conteúdo, mediante pequenas alterações de linguagem. Após esta etapa, constituiu-se o questionário apresentado nos anexos.

### *Fundamentação teórica para análise dos dados*

Com o objetivo de verificar a consistência do questionário elaborado, realizou-se uma análise estatística a partir da realização de dois testes piloto, separados por um período de seis

meses, com alunos ingressantes de cursos de Engenharia de uma universidade pública do Rio Grande do Sul. Para compreender tais testes, inicialmente será apresentada uma breve revisão sobre duas teorias estatísticas utilizadas para a validação de instrumentos de pesquisa: a Teoria Clássica de Testes - TCT e a Teoria de Resposta ao Item - TRI.

A TCT tem como essência a medida a partir da soma de acertos das questões. Porém, a simples soma acarreta preocupação aos pesquisadores quanto a erros de medida que podem estar contidos nesse processo (PASQUALI, 2017). Essa soma deriva dos acertos que o entrevistado obtém ao responder uma prova, um questionário, etc., sendo o escore final, a pontuação que classifica e demonstra o desempenho do sujeito na avaliação ou entrevista. Dessa forma, essa soma é acompanhada também por dispersões e erros padrão de medida que devem ser considerados para uma avaliação de maior confiabilidade. Para Pasquali (2017), a partir de um teste piloto é possível obter a graduação da dificuldade das questões abordadas em um teste, observando a quantidade de acertos e sua porcentagem, considerando que quanto maior o índice de acertos do item, mais esse item é considerado fácil.

Já a TRI busca basicamente avaliar a proficiência do respondente e não somente um escore bruto final. Essa teoria é contemporânea à TCT e busca medir traços latentes que consistem em características próprias dos participantes da pesquisa. A base das estimativas realizadas pela TRI está na probabilidade de o estudante acertar uma questão de acordo com o seu conhecimento ou proficiência (ARANTES, 2016).

Segundo o autor, na TRI o conceito a ser avaliado ocupa um lugar central. Em muitas aplicações ele é concebido como uma variável que não é diretamente observável, por isso se usa o termo variável latente. As variáveis observáveis e as respostas dadas aos itens são consideradas como os indicadores da variável latente. Para Primi (2003), a TRI teria uma relação de causa e efeito, constituindo o traço latente ou proficiência, a causa, e a resposta do entrevistado, o efeito, sendo que os estímulos para que esta relação ocorra seriam propriamente os itens do teste. Para a análise do instrumento elaborado para este estudo fizemos uso da TCT devido ao Software estatístico autenticado disponível pela universidade na qual os dados foram analisados.

### *Procedimentos*

O público-alvo foi caracterizado por indivíduos com perfil semelhante ao dos estudantes dos Centros de Formação de Condutores, local onde o questionário será aplicado após a sua validação. Os pré-requisitos foram o Ensino Médio completo e idades entre 18 e 30 anos. Para

tal, foi selecionada uma amostra por conveniência com base nesses requisitos de estudantes de cursos de Engenharia, matriculados em disciplinas de Física básica.

Uma quantidade de 100 estudantes foi selecionada para participar dos testes piloto. De acordo Pasquali (2017), é adequado pelo menos 10 respondentes para cada item elaborado, sendo este o critério que justifica a quantidade determinada para o número de participantes. Os testes aconteceram em dois momentos, o primeiro no início do semestre (50 alunos) e o segundo ao final de um semestre letivo (50 alunos). O Grupo 1 foi composto de 20 estudantes do sexo masculino e 30 do sexo feminino, sendo que o Grupo 2, por sua vez, continha 31 estudantes do sexo masculino e 19 do sexo feminino.

No Grupo 1, dos 50 participantes, 30 concluíram o Ensino Médio em escola pública e 20 em escola particular, ao mesmo tempo que 33 deles nunca haviam dirigido nenhum veículo até o momento da aplicação do teste, contra 17 que já haviam conduzido um veículo. No Grupo 2, por sua vez, 33 concluíram o Ensino Médio em escola pública e 17 em escola particular, assim como 32 deles nunca haviam conduzido um veículo, contra 18 que já haviam dirigido independente de possuir a carteira de habilitação ou não.

Além disso, nos dois grupos percebeu-se maior incidência de estudantes com idades entre 18 e 20 anos, que concluíram o Ensino Médio entre os anos de 2013 e 2015. Logo, pôde-se concluir que as amostras traziam, na maioria, estudantes que concluíram o Ensino Básico há pouco tempo e já ingressaram na graduação, podendo esse fato influenciar na compreensão dos fenômenos abordados pelo instrumento e nos resultados do teste piloto.

As aplicações utilizaram o mesmo instrumento e foram realizadas duas vezes, uma para cada grupo. Primeiramente, a aplicação no Grupo 1 aconteceu no final do semestre letivo da Universidade. Portanto, os estudantes tiveram oportunidade de discutir e estudar grande parte dos fenômenos abordados no questionário em suas aulas de Física básica, possibilitando com que houvesse uma probabilidade maior de que esses alunos obtivessem índices de acertos maiores do que os alunos do Grupo 2, nos quais os questionários foram respondidos no início do semestre letivo.

Este segundo grupo pode ser considerado mais parecido com a amostra que será observada nos Centros de Formação de Condutores, quando comparados com o grupo que respondeu o instrumento no final do semestre letivo. A amostra do grupo 2 consistiu de indivíduos que independentemente de estarem fora ou dentro do sistema escolar, carecem de discussões sobre conceitos e fenômenos físicos, dispondo somente de reflexões que foram ou não realizadas durante a Educação Básica ou fora do ambiente escolar.

Para o processo de análise estatística, os dados coletados foram tabulados em planilha eletrônica e analisados através do *Statistical Package for the Social Sciences – SPSS* versão 23 para Windows. A fim de assegurar a transparência entre os resultados gerados e os resultados apresentados no manuscrito, optou-se por manter os gráficos e quadros de resultado do próprio software, o que justifica a formatação própria e a linguagem em inglês.

## Resultados

A análise estatística é o tratamento utilizado para descrever, traçar inferências e testar hipóteses sobre os resultados obtidos com as coletas de dados. Para o presente artigo, primeiramente apresentamos a parte descritiva, contendo as medidas de tendência central e medidas de variabilidade para as coletas de dados realizadas com os dois grupos estudados.

Iniciamos esta seção apresentando a análise referente ao desempenho dos estudantes dos Grupos 1 e 2 para as respostas do questionário contendo 10 questões.

Em relação ao Grupo 1 (quadro 40), o teste piloto realizado resultou nas medidas de tendência central (média, moda e mediana) caracterizadas pelo número de 6 acertos, com um desvio padrão de 1,48.

Statistics			acertos			
acertos			Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
N	Valid	50	Valid 2	1	2,0	2,0
	Missing	0	4	2	4,0	6,0
Mean		6,64	5	5	10,0	16,0
Median		6,50	6	17	34,0	50,0
Mode		6	7	11	22,0	72,0
Std. Deviation		1,481	8	9	18,0	90,0
			9	4	8,0	98,0
			10	1	2,0	100,0
			Total	50	100,0	100,0

Quadro 40 Artigo VI: Medidas de Tendência Central e Frequência de acertos do Grupo 1. Fonte: autores.

No Quadro 40, pode-se constatar que 40% dos estudantes obtiveram de 6 a 8 acertos e nenhum deles zerou o teste, considerando as 10 questões do instrumento. O Gráfico 7 apresenta a frequência de acertos de cada questão pelo Grupo 1. Através dele, pode-se observar que as questões 5 e 8 podem ser consideradas como as mais difíceis do questionário por apresentarem um número baixo de acertos, ao passo que as questões 3 e 7, foram consideradas como as mais fáceis, pelo seu número elevado de acertos.

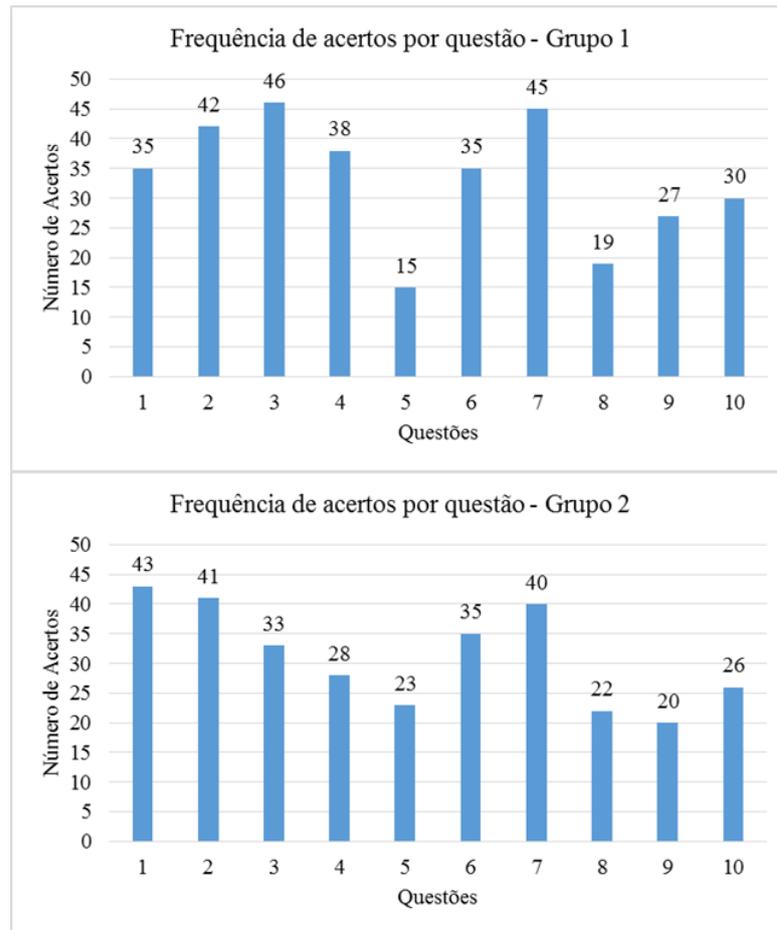


Gráfico 7 Artigo VI: Frequências de acertos por questão – Grupos 1 e 2. Fonte: autores.

Em relação ao Grupo 2, as medidas de tendência central demonstraram maior dispersão considerando a média, moda e mediana, o que reflete a heterogeneidade da distribuição de acertos dos participantes.

Statistics			acertos				
acertos			Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
N	Valid	50	Valid	1	3	6,0	6,0
	Missing	0		3	4	8,0	14,0
Mean		6,22		4	6	12,0	26,0
Median		7,00		5	7	14,0	40,0
Mode		8		6	4	8,0	48,0
Std. Deviation		2,410		7	5	10,0	58,0
				8	14	28,0	86,0
				9	4	8,0	94,0
				10	3	6,0	100,0
			Total	50	100,0	100,0	

Quadro 41 Artigo VI: Medidas de Tendência Central e Frequência de acertos do Grupo 2. Fonte: autores.

Observa-se que o Grupo 2 possuiu uma distribuição maior dos acertos, exceto os 14 indivíduos (28%), que acertaram 8 questões cada. Desse modo, é possível notar que no segundo grupo os escores de acertos por questionário foram mais baixos do que em relação ao Grupo 1, demonstrando que na segunda coleta de dados, os estudantes erraram mais. Isso pode ser atribuído ao fato de essa coleta de dados ter sido realizada no início do semestre letivo da universidade, no qual as aulas de Física básica ainda não haviam discutido tais tópicos.

Para finalizar a apresentação dos dados do Grupo 2, através do quadro anterior, se pode notar que para estes estudantes, as questões 8 e 9 foram consideradas mais difíceis por obterem um índice baixo de acertos, da mesma forma com que as questões 1 e 2 foram consideradas as mais fáceis pelo maior número de respostas corretas.

### *Confiabilidade*

Segundo Hair Júnior et al. (2006), confiabilidade é o grau em que um conjunto de indicadores de uma variável latente é consistente em suas mensurações. Uma variável latente pode ser um construto, que segundo Matthiensen (2011), é um conceito que o pesquisador pode definir em termos teóricos, mas que não pode ser medido diretamente, apenas representado ou mensurado por um ou mais indicadores. Segundo este autor, é importante avaliar se o instrumento utilizado em uma pesquisa consegue inferir aquilo a que realmente se propõe, conferindo relevância para o método escolhido.

Dessa forma, o Coeficiente Alfa de Cronbach é uma medida de confiabilidade que busca avaliar a consistência interna dos questionários, uma vez que seu valor representa a média de correlações entre todos os itens do questionário. Os valores deste coeficiente variam de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de 1, maior é a confiabilidade entre os indicadores. Valores a partir de 0,7 são valores aceitáveis para indicar uma consistência interna satisfatória. Segundo Nobre (2012), o alfa de Cronbach é utilizado quando apenas uma aplicação do questionário é feita e quando o questionário tem mais que duas opções de resposta.

Utilizando o software estatístico, realizou-se os testes de confiabilidade, separadamente para cada grupo. É importante salientar que será considerado para fins de validação os resultados obtidos pelo teste com o Grupo 2, pelo fato de que este grupo e suas respostas caracterizam a amostra de forma mais fiel do que em comparação com os estudantes do Grupo 1, pois, conforme referido, são estudantes que ainda não passaram por discussões e instruções sobre Física em suas graduações, o que leva a crer que possuam maior semelhança com egressos do Ensino Médio do que os participantes do Grupo 1.

O Quadro 3 apresenta a saída do SPSS para as respostas do Grupo 1 e Grupo 2. Nota-se a grande discrepância entre os valores de Alfa de Cronbach dos dois grupos. Isso se explica ao resgatar o conceito do teste que define que tal valor representa a média de correlações entre todos os itens do questionário, ou seja, um questionário no qual a maioria dos participantes acertam a maioria das questões, ou ao contrário, em que a maioria erra os itens, não pode ser considerado um bom instrumento de medida.

Grupo 1					
Case Processing Summary			Reliability Statistics		
		N	%	Cronbach's Alpha	N of Items
Cases	Valid	50	100,0	,163	10
	Excluded <sup>a</sup>	0	,0		
	Total	50	100,0		
a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.					
Grupo 2					
Case Processing Summary			Reliability Statistics		
		N	%	Cronbach's Alpha	N of Items
Cases	Valid	50	100,0	,702	10
	Excluded <sup>a</sup>	0	,0		
	Total	50	100,0		
a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.					

Quadro 42 Artigo VI: Saída do SPSS para o coeficiente do Alfa de Cronbach. Fonte: autores

Analisando a diferença entre os dois grupos, o baixo valor de Alfa do Grupo 1 significa que o instrumento não potencializou um índice de confiabilidade, possivelmente pelo fato de que o mesmo foi aplicado no final do semestre letivo, ou seja, para estudantes que já haviam passado pelo processo de ensino desses conceitos na graduação.

No Grupo 2, a situação foi propositalmente posta ao contrário, sendo que os 50 participantes desse grupo, embora também estudantes de disciplinas de Física básica, foram convidados a responder o questionário no início do semestre letivo, sem nenhuma oportunidade de discutir ou estudar esses conceitos Físicos além das suas concepções advindas de seus estudos no Ensino Médio.

Os valores do Alfa de Cronbach podem ser melhorados conforme se consiga identificar e remover um item que possa estar influenciando para uma menor correlação entre as médias dos respondentes. Sendo assim, se buscou realizar inferências sobre os itens para observar se os valores de Alfa mudariam com a exclusão de algum deles. Para isso, o cálculo desse

coeficiente foi repetido dezenas de vezes, retirando em cada vez um dos 10 itens, a fim de verificar se a consistência interna diminuía ou aumentava.

Desse modo, se percebeu que os itens 1 e 4 estavam contribuindo para um valor aceitável, porém não satisfatório para a medida de confiabilidade. Assim, optou-se por realizar o teste sem a presença desses dois itens, podendo assim apurar o valor obtido anteriormente para um valor maior, apresentado a seguir:

Case Processing Summary				Reliability Statistics	
		N	%	Cronbach's Alpha	N of Items
Cases	Valid	50	100,0	,739	8
	Excluded <sup>a</sup>	0	,0		
	Total	50	100,0		

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Quadro 43 Artigo VI: Saída do SPSS para o coeficiente do Alfa de Cronbach do grupo 2. Fonte: autores.

Com a exclusão das questões 1 e 4 do instrumento, se pode obter um valor de 0,74 para a medida de confiabilidade, valor esse que será considerado para a validação geral do instrumento, juntamente com a nova estrutura do instrumento, baseada em oito itens. As medidas de tendência central e dispersão para os resultados com somente 8 itens estão apresentados no anexo deste manuscrito.

### *Validade*

Essa mensuração foi realizada através da observação da validade de conteúdo das questões, de modo a observar a consistência do questionário e quanto os questionamentos contidos neles são capazes de traçar inferências sobre o fenômeno estudado.

A validade de conteúdo consiste na observação do grau de adequação das questões em relação à dimensão do conhecimento avaliado no questionário, ou seja, procura refletir em que medida o conteúdo do questionário cobre os aspectos mais relevantes do conhecimento de Física aplicada ao trânsito. A validação de conteúdo consistiu no exame do instrumento para certificar a sua representatividade, a fim de assegurar que os múltiplos aspectos do fenômeno fossem abrangidos pelos itens do questionário (MENDONÇA; GUERRA, 2007). Ou seja, essa técnica verifica se o instrumento está medindo o que se propõe a medir através da análise feita por especialistas no conteúdo do instrumento.

O índice de dificuldade indica a extensão em que um item é respondido do mesmo modo. Esse índice, segundo Souza (2009), estabelece um senso absoluto de quanto atributo é

necessário para responder corretamente um determinado item através da percentagem de respostas corretas dadas a ele. Dessa forma, se pode observar que se uma questão for respondida corretamente por 100% dos participantes, ela não é capaz de diferenciar os participantes em níveis de conhecimentos que está sendo medido.

Segundo a autora, um bom item é aquele que 50% dos participantes respondem corretamente. Porém, de acordo com Souza (2009) aceita-se um intervalo de 20 a 80%. Quando os acertos forem maiores que 80% é considerado um item muito fácil e quando for menor que 20% é considerado muito difícil.

A validade de conteúdo foi constatada através de juízes que realizaram a leitura do instrumento antes da aplicação piloto, com o objetivo de verificar a concordância teórica e semântica dos itens e apontar as necessárias sugestões para o aprimoramento do instrumento. Seis juízes aceitaram voluntariamente participar da avaliação, sendo três deles, da área de Educação para o trânsito e os outros três da área do Ensino de Física.

Segundo os pareceres, nenhum item precisou passar por uma reformulação teórica, somente foram sugeridas algumas melhorias linguísticas, que ao final resultou no instrumento que foi aplicado aos alunos participantes dos dois grupos deste teste piloto. A validade de itens pode ser observada pela percentagem de acertos e erros de cada item.

Para tal, foi utilizado os resultados do teste com o Grupo 2. Através do Quadro 44 é possível observar que a maioria dos itens estão dentro do aceitável para considerar um item válido (entre 20 a 80% de acertos).

Item	Acertos	Porcentagem de acerto	
2	42	84%	Fácil
3	46	92%	Fácil
5	15	30%	Médio
6	35	70%	Médio
7	45	90%	Fácil
8	19	38%	Médio
9	27	54%	Médio
10	30	60%	Médio

*Quadro 44 Artigo VI: relação de itens e porcentagens de acertos. Fonte: autores.*

### *Teste de Hipótese*

Para finalizar, apresentamos o teste de hipótese para verificar se há diferenças entre as médias de acertos dos dados coletados no Grupo 1 e Grupo 2, ou seja, se o instrumento possui validade quando aplicado a estudantes que não passaram por momentos de discussão e reflexão sobre aspectos Físicos contextualizados ao trânsito.

Para corroborar com o valor satisfatório do Alfa de Cronbach obtido pelo Grupo 2, foi verificado se há diferença entre as médias de acertos da primeira e segunda coleta de dados, ou seja, perceber se é significativa a diferença entre a aplicação dos testes no final do semestre e no início do semestre letivo, realizando um Teste de Hipótese.

Para amostras que obedeçam a uma tendência à normalidade (distribuição gaussiana) se utiliza um Teste t para comparação de médias, porém, caso as amostras não obedeçam a uma curva normal, deve-se utilizar um teste não-paramétrico para verificar a hipótese de diferenças entre as médias.

Primeiramente, é necessário verificar se as médias dos dois grupos seguem a curva normal. Para isso foi utilizado um teste chamado Kolmogorov-Smirnov. Para interpretar a saída do software estatístico para esse teste, basta observar o p-valor de significância. Esta análise testa a hipótese nula de que os dados seguem uma distribuição normal, tendo como hipótese alternativa a não tendência à normalidade dos dados. Ele observa a máxima diferença absoluta entre a função de distribuição acumulada assumida para os dados, no caso a Normal, e a função de distribuição empírica dos dados (PASQUALI, 2017). Como critério, compara-se esta diferença com um valor crítico para um dado nível de significância. Esse valor, para uma significância de 95% deve possuir um número maior que 0,05 para ser considerada uma distribuição normal, ou seja, toda vez que o teste de Kolmogorov-Smirnov apresentar  $p < 0,05$ , significa fuga de normalidade.

Conforme se pode observar na saída do SPSS, no Quadro 45, o grupo 1 possui um valor  $p = 0,03$ , ou seja,  $p < 0,05$ , sendo considerado que a distribuição das médias desse grupo como não normal. O Grupo 2 apresentou um valor de significância de 0,08, ou seja, maior que 0,05, obedecendo à tendencial normal, porém como uma das amostras não apresenta o requisito básico necessário para a realização de um Teste t para amostras independentes, optou-se por realizar um teste não-paramétrico para ambas.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test			One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Acertos			Acertos
N		50	N		50
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	5,18	Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	4,80
	Std. Deviation	1,240		Std. Deviation	2,231
Most Extreme Differences	Absolute	,202	Most Extreme Differences	Absolute	,178
	Positive	,178		Positive	,102
	Negative	-,202		Negative	-,178
Kolmogorov-Smirnov Z		1,431	Kolmogorov-Smirnov Z		1,258
Asymp. Sig. (2-tailed)		,033	Asymp. Sig. (2-tailed)		,084

a. Test distribution is Normal.  
b. Calculated from data.

Quadro 45 Artigo VI: Saída do SPSS para o Teste Kolmogorov-Smirnov (esquerda grupo 1; direita grupo 2).  
Fonte: autores.

Sendo assim, para realizar o Teste de Hipótese foi necessária uma análise não-paramétrica de dados realizada através do Teste Mann-Whitney. A saída do SPSS para o teste é apresentada no Quadro 46.

Para analisar a hipótese, o teste de Mann-Whitney cria um ranking de todos os casos, independente do grupo a que a média pertença e depois compara estes rankings entre cada grupo. Assim como no teste de Kolmogorov-Smirnov, deve-se observar o p-valor, este que deve ser maior que 0,05 para a hipótese nula de que as médias podem ser consideradas como iguais não seja rejeitada.

Ranks				Test Statistics <sup>a</sup>	
Grupo	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Acertos	
Acertos 1	50	42,81	2140,50	Mann-Whitney U	865,500
2	50	58,19	2909,50	Wilcoxon W	2140,500
Total	100			Z	-2,690
				Asymp. Sig. (2-tailed)	,007

a. Grouping Variable: Grupo

Hypothesis Test Summary				
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of Acertos is the same across categories of Grupo.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,007	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Quadro 46 Artigo VI: Saída do SPSS para o Teste de hipótese Mann-Whitney. Fonte: autores.

No caso do teste entre o Grupo 1 e 2, o p-valor foi de 0,007, ou seja, um valor menor que 0,05, sugerindo a rejeição da hipótese nula. Esse índice confirma a diferença de médias entre os dois grupos analisados. Nesse sentido, conseguimos observar por meio desses testes que houve uma diferença de desempenho estatisticamente significativa entre os participantes dos dois grupos.

### **Conclusões e implicações**

Após a realização dos testes piloto em busca da validação do instrumento de coleta de dados sobre Física aplicada ao trânsito, se pode constatar uma medida de confiabilidade através do coeficiente do Alfa de Cronbach de 0,74, indicando uma consistência interna dentro dos padrões aceitáveis para o instrumento medir o que se propõe a medir.

O instrumento foi aplicado em dois momentos, primeiramente a um grupo que já havia estudado na graduação os conceitos físicos abordados no questionário e outro grupo recém-chegado à universidade, em que sua bagagem intelectual além da vivência em seus cotidianos, pode ser atribuída somente ao que foi estudado no Ensino Médio, compondo um grupo com maior proximidade ao perfil que será observado na aplicação do instrumento validado nos Centros de Formação de Condutores.

O teste não-paramétrico de Mann-Whitney sinalizou uma diferença significativa entre as médias de respostas dos dois grupos, levando a rejeitar a hipótese nula de que o questionário possuía a mesma eficácia nas duas aplicações. Também foi possível observar que a maioria dos itens está de acordo com os níveis de facilidade/dificuldade esperados para um questionário, com base na percentagem dos acertos de cada questão observados pelos respondentes do Grupo 2.

Por fim, o instrumento se mostra válido para ser aplicado de forma integral, ressaltando a retirada dos itens 1 e 4, que colaboraram para o melhoramento do coeficiente do Alfa de Cronbach, demonstrando assim que a ausência deles é um fator que colaborará para uma maior consistência interna do instrumento.

Devemos notar que estas questões não apresentam maior ou menor número de acertos, o que seria natural ao pensarmos em uma análise mais rasa, em que o número de acertos seria o principal fator para verificar a validade de uma questão. Em geral, questões com estes resultados seriam vistas como pouco avaliativas e, portanto, deletadas. Mostramos, assim, que o uso de uma análise estatística no processo permite uma base científica para a escolha destas questões, o que reforça a validação do procedimento adotado.

Um estudo sobre a persistência dos princípios físicos apresentados ao longo do Ensino Básico aplicados situações cotidianas, na percepção de egressos, se faz necessário a fim de instigar as pesquisas da área a elaborar metodologias que busquem inferir se a contextualização sugerida nos documentos oficiais da educação tem sido alcançada na disciplina de Física. Essa defesa se apoia na concepção de que os conhecimentos de Física escolar possam contribuir para a Alfabetização Científica do egresso do Ensino Médio. O instrumento validado neste artigo apresenta-se como uma proposta de atingir tais objetivos de mensuração, pois os princípios e conceitos da Física podem auxiliar o indivíduo a interpretar o seu cotidiano de maneira alinhada ao conhecimento científico.

Incluindo a essa contribuição, a metodologia de validação de questionários permite com que se ressalte a relevância de tais procedimentos em pesquisas da área do Ensino, a fim de que os resultados apresentados em instrumentos criados pelos pesquisadores, assegurem o rigor metodológico dos dados relatados, assim como das conclusões exibidas.

## 9.2.Apêndice II Artigo VII

### **A compreensão da Física aplicada ao trânsito na perspectiva de egressos do ensino médio, alunos de cursos de primeira habilitação.<sup>9</sup>**

**Resumo:** Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa de mestrado que buscou investigar se egressos do Ensino Médio estabelecem relações entre conteúdos de Física estudados na escola com fenômenos Físicos observados no cotidiano do trânsito, evidenciando se a proposta de ensino orientada pelos documentos oficiais do Ministério da Educação, que sugere um ensino para a vida, está surtindo resultados positivos posteriores a sua formação na escola. Os investigados foram 202 egressos do Ensino Médio, estudantes de autoescolas de Passo Fundo/RS, que responderam a um questionário de múltipla escolha com 10 questões, analisadas com técnicas estatísticas. Como resultado, pode-se constatar que os estudantes não relacionam a Física e o trânsito de forma satisfatória; a qualidade do Ensino Médio e as experiências vivenciadas podem ter sido relevantes para influenciar o bom desempenho de uma parcela menor dos participantes; fatores relacionados com a escola, modelo de ensino, estrutura, assim como professores, relações com os alunos, didática, relações afetivas e metodologia de ensino foram pontos destacados através das análises, sugerindo correlação com a retenção do conhecimento.

**Palavras Chave:** Ensino de Física; Contextualização; Educação para o Trânsito.

### **The understanding of traffic applied physics in high school graduates perspective, students of first driver's license courses**

**Abstract:** This article presents the results of a master's research that sought to investigate whether graduated in high school establish relationships between the physics contents, studied during the school, with Physical phenomena observed in everyday traffic, showing if the teaching proposal guided by official documents of the Ministério da Educação, that suggest a teaching for life, is having positive results after their training in school. Those submitted were 202 graduated in high school, driving schools students from Passo Fundo/RS, who answered a multiple choice questionnaire with 10 questions, analyzed with statistical techniques. As result, it can be observed that students do not visualize a relationship between physics and traffic; the quality of secondary education and the life experiences could be relevant to influence the good performance of a small portion of the participants; factors related to the school, teaching model, structure; as well as teachers, relationships with students, didacticism, personal relationships and teaching methodology were highlighted points through the analysis, suggesting correlation with knowledge retention.

**Keywords:** Physical Education; Contextualization; Traffic Education.

## **Introdução**

A vivência de sala de aula permite ao professor de Física perceber que há maior probabilidade de o estudante compreender os conceitos físicos na escola quando são

---

<sup>9</sup> Artigo publicado na Revista Brasileira de Ensino de Física da Sociedade Brasileira de Física em 2017.

apresentados de forma aplicada ao cotidiano, principalmente se tais contextos estão diretamente ligados à sua realidade.

Considerando o uso cotidiano do automóvel e a quase universalização de acesso à carteira de motorista, os acidentes de trânsito passaram a estar presentes no cotidiano de todos, direta ou indiretamente. Nesse contexto, podemos verificar a presença de grande quantidade de conhecimentos físicos intrínsecos, apesar de nem sempre serem percebidos pelos motoristas. Logo, estudar tais conhecimentos está em acordo com o proposto pelos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (BRASIL, 2000), ao propor um estudo contextualizado, de maneira a dar significância ao aprendizado do estudante.

Recentemente, a Base Nacional Curricular Comum – BNCC (BRASIL, 2018a) também insiste que “*o conhecimento físico, com seus conceitos, leis, grandezas e relações matemáticas, ganha mais significado se utilizado em problemáticas reais...*” (p. 144).

Como ilustração, é possível observar uma comparação entre dados dos últimos 10 anos referentes aos acidentes fatais e número de mortes em estradas estaduais e federais do estado do Rio Grande do Sul. No Gráfico 1, apresentamos a evolução temporal do número de acidentes fatais de trânsito, podendo observar que de 2007 à 2016, a média de acidentes foi de 1716 a cada ano. Já o Gráfico 2 apresenta a evolução temporal do número de mortes fatais, para o mesmo período.

É importante refletir que no período considerado, a população estadual teve um crescimento de 4%, segundo (FEE, 2015) e (IBGE, 2016), aumentando de 10.844.476 para 11.286.500 habitantes. Por outro lado, o número de veículos em circulação no estado aumentou 65% em relação à 2007, crescendo de 3.855.215 para 6.386.619 veículos no ano de 2016, segundo Detran/RS (2016b).

Estes índices vem a complementar a análise dos acidentes fatais de trânsito para este período, pois se percebe que há maior frota em circulação nos últimos anos, o que demonstra ser imprescindível a abordagem de valores presentes na educação para o trânsito em ambientes de aprendizagem, como na escola, por exemplo, pois segundo Negrini Neto e Kleinubing (2012), um programa de prevenção de acidentes depende sim da educação para o trânsito, mas apresenta também os fatores ligados ao esforço legal e também à engenharia viária e veicular, porém a educação se constitui como um pilar fundamental de sustentação neste tripé (p. 13).

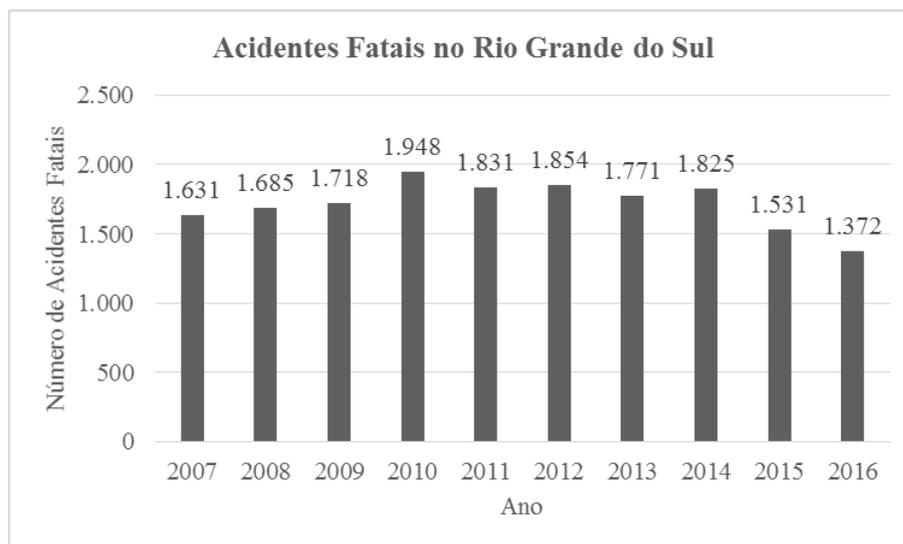


Gráfico 8 Artigo VII: Acidentes fatais de trânsito. Fonte: DETRAN/RS (2016a).

O mesmo autor ainda afirma que a responsabilidade da maioria das mortes no trânsito é devido ao fator causal humano (em torno de 90%), ou seja, situações em que acidentes poderiam ser evitados se houvesse um maior senso de responsabilidade por parte do condutor frente à perícia que se deve possuir para conduzir um veículo, trazendo além da incalculável perda familiar e social, também um impacto significativo na economia.

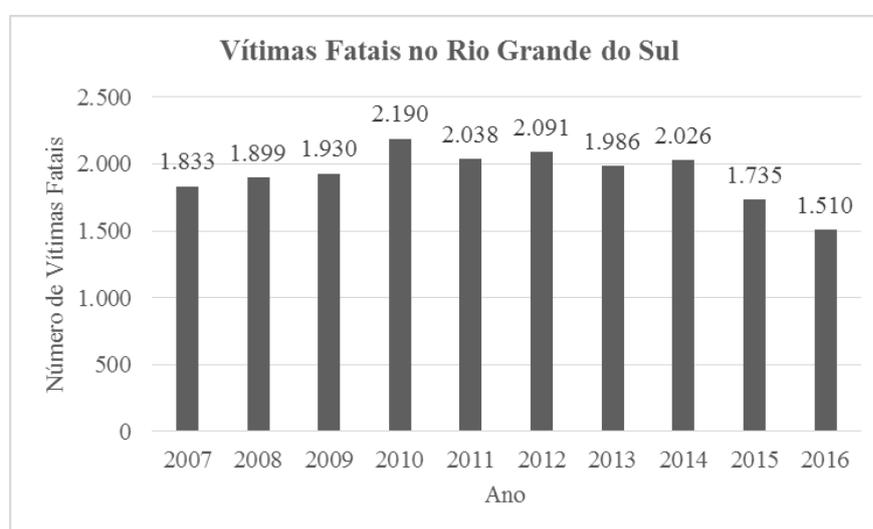


Gráfico 9 Artigo VII: Vítimas fatais no trânsito. Fonte: DETRAN/RS (2016a).

Em nível nacional, no ano de 2015 houve um total de 45.501 mortes em acidentes de trânsito (DPVAT, 2015). Esse valor poderia ser comparado hipoteticamente a como se houvesse uma queda de avião por dia levando a óbito aproximadamente 116 pessoas em cada queda, trazendo o questionamento sobre o que falta para o ser humano se conscientizar sobre a

fragilidade da vida, de modo a não tratar os acidentes de trânsito com naturalidade e sim como um risco que praticamente todos estão vulneráveis atualmente?

Acidentes de trânsito matam de forma esporádica, ao contrário da aviação, onde geralmente um acidente custa dezenas ou centenas de vidas, não sendo nem um, nem outro menos importante, nem deve um ser tratado com maior naturalidade do que o outro, ainda mais que se pode notar também, que a faixa etária da maioria dos envolvidos está entre jovens de 18 à 25 anos (DETRAN/RS, 2016a).

Diante dessas estatísticas, é inevitável não pensar que a educação tenha um papel fundamental na formação e conscientização desses jovens, uma vez que a escola é parte essencial do processo de desenvolvimento do indivíduo na sociedade, e direito de todo cidadão, assegurado pela Constituição Federal.

A partir dessa reflexão, a dúvida que passa a existir é se todo o conhecimento, em especial o científico, ensinado a esse estudante, será lembrado, mesmo que intuitivamente, de modo a possibilitar com que ele o aplique em situações cotidianas, quando efetivamente tornar-se um motorista. Ou, em outras palavras, se houve um aprendizado significativo destes princípios físicos no Ensino Básico.

Um veículo em alta velocidade é um corpo que obedece mais às leis da Física do que aos comandos de um motorista, independentemente de sua habilidade. Portanto, dirigir não consiste somente em aprender algumas técnicas de funcionamento do veículo e assim estar apto a andar pelas ruas. Compreender significativamente fenômenos relacionados com conceitos físicos são fundamentais para a formação de um bom condutor, desenvolvendo habilidades de resolver problemas reais, ao deparar-se com certas situações no futuro, já como efetivo motorista. Portanto, acredita-se que o conhecimento da Física pode auxiliar na compreensão de fenômenos do trânsito, fazendo das aulas da área das Ciências Exatas e da Terra, um lugar privilegiado para estimular tais discussões.

Neste sentido, é importante investigar se indivíduos egressos do Ensino Médio estabelecem relações entre conteúdos de Física estudados durante a escola e fenômenos físicos observados no cotidiano do trânsito. Por esse motivo, o local escolhido para a investigação foi o curso de primeira habilitação de Centros de Formação de Condutores (CFC), da cidade de Passo Fundo – RS.

Sendo assim, o objetivo do presente artigo é apresentar os resultados quantitativos de uma pesquisa à nível de mestrado que buscou investigar se os estudantes de autoescola estabelecem relações entre conteúdos de Física estudados no Ensino Médio e o cotidiano do trânsito. Essas relações buscam evidenciar se a proposta de ensino orientada pelos documentos oficiais do

Ministério da Educação, de ensinar para a vida e formar um cidadão preparado para o cotidiano, está surtindo resultados relevantes posterior à formação do indivíduo na escola.

De forma específica, se buscou verificar os conceitos físicos abordados nos cursos de primeira habilitação dos CFC; evidenciar as motivações para aprender a dirigir e a vivência do participante com o cotidiano do trânsito; analisar as relações estabelecidas entre conceitos físicos e situações cotidianas; identificar através de entrevista o contexto educacional do ensino de Física de onde vieram os sujeitos. Essas ações buscam traçar um panorama ainda não relatado por pesquisas da área da Física aplicada ao Trânsito: o da assimilação do conhecimento posterior à formação do estudante.

Segundo Urruth (2014), de modo geral, existem diversos trabalhos sobre educação para o trânsito no Ensino Fundamental, porém poucos trabalhos são encontrados aplicados no contexto do Ensino Médio, sendo que é nessa faixa etária na qual se encontram a maior parte dos causadores de acidentes.

Desse modo, este fenômeno foi observado através de uma pesquisa Descritiva e Exploratória, onde se parte do pressuposto de que se o indivíduo conhecer os aspectos Físicos do seu mundo, em especial, aplicados ao trânsito, poderá haver maior probabilidade dessa pessoa ser um melhor motorista e pedestre, sendo um indivíduo consciente das relações de causa e efeito de suas ações, podendo assim atuar e influenciar com maior êxito e responsabilidade o mundo no qual se está inserido.

### **A Física aplicada ao Trânsito**

Considerando que o estudo da Física engloba a interpretação e explicação da natureza, não há como não pensar na grande quantidade de fenômenos aplicados ao trânsito que se pode compreender a partir do conhecimento da Física básica escolar.

Todo professor dispõe intuitivamente de ferramentas das quais se utiliza para desenvolver suas aulas, visando o melhor desempenho de ensino e aprendizagem, constituindo assim seu peculiar método. Sem insinuar qualquer juízo de valor em específico à qualquer metodologia que os professores venham a adotar atualmente, é necessário considerar que algumas ferramentas são mais efetivas do que outras no despertar de interesse, motivação e consequente aprendizagem dos estudantes.

Outro fato reside na importância de valorizar os saberes que os estudantes trazem para dentro da sala de aula. Esses saberes são desenvolvidos durante suas diversas interações na sociedade e reflexões particulares, constituindo um mundo de certezas internas, que se forem errôneas, dificilmente serão desconstruídas contra vontade.

Para Toti e Pierson (2010) o cotidiano é percebido como uma possibilidade de se chegar aos conhecimentos prévios dos estudantes, podendo ser dessa maneira, um organizador de referencial comum para se observar os elementos necessários à construção das estruturas de pensamento desejáveis no Ensino de Física. Desse modo, defende-se que essas concepções não devem ser ignoradas pelos docentes, uma vez que influenciam na forma com que novos conhecimentos são interpretados, considerados e por sua vez, legitimados ou não, ou seja, influencia diretamente no processo de aprendizagem do estudante.

Dentro dessa realidade, a contextualização aliada à problematização consiste em uma significativa ferramenta, onde o professor pode utilizá-la como instrumentos facilitadores da construção de significados, conforme salienta Chagas (2014):

A importância do ensino de Física contextualizado ao automóvel não se restringe à compreensão do seu funcionamento, mas também à necessidade de uma maior conscientização por parte dos motoristas, para os perigos que o mau uso desta ferramenta oferece aos seus ocupantes, pois os acidentes de trânsito têm ceifado muitas vidas. (CHAGAS, 2014, p.25).

Nesse sentido, conceitos de Física e seus fenômenos aplicados às situações observadas no trânsito formam uma listagem extensa de associações, possibilitando essa abordagem em tópicos de praticamente as três séries do Ensino Médio. Essa aliança também proporciona, segundo Brust (2013) uma combinação entre a Física e o trânsito, onde se poderá melhorar duas coisas que precisam de atenção no cotidiano: o ensino de Física que será levado para a vida do aluno e a prevenção de acidentes de trânsito.

De acordo com os dados quantitativos sobre acidentes e mortalidades no trânsito, se deve considerar que a violência no trânsito é um assunto que merece atenção da escola, uma vez que esta, busca também a construção de valores e formação da cidadania. Muitos desses acidentes são causados por imprudências e negligências do condutor, que dos muitos motivos que os levam a realizá-las, a falta de informação e conhecimento das causas e efeitos de suas ações pode vir a ser um deles.

Nesse sentido, a Escola e o Ensino de Física ganham notório espaço, possuindo embasamento teórico para atuar na explicação de muitos desses fenômenos percebidos no cotidiano do trânsito, sendo portanto, um contexto de importante relevância a ser abordado nas aulas de Física, além de estarem de acordo com as orientações dos documentos do Ministério da Educação e colaborando para a conscientização, conforme ressalta Joca (2012):

O ensino da Física na Educação para o trânsito no Ensino Médio é mais do que o cumprimento da Lei, de maneira que por meio da Educação será possível reduzir o número de acidentes de trânsito, com conseqüente diminuição da quantidade de mortos e feridos nas ruas e estradas do país. (JOCA, 2012, p.9).

De modo geral, a conscientização na educação para o trânsito não é um assunto que se constitua no indivíduo em um curto espaço de tempo, ela é sim um processo de construção do ser humano, no qual influencia no seu senso de responsabilidade, respeito pela vida, caráter e zelo pelo bem estar mútuo da sociedade, corroborando para os ideais de liberdade, convívio fraterno e igualdade de direitos de todos os cidadãos, sendo dessa forma, importante buscar desenvolver essa formação desde os primeiros anos do Ensino Fundamental.

### **Revisão de literatura**

A fim de conhecer a produção nacional sobre a temática “Física aplicada ao trânsito”, realizamos uma revisão de literatura. O objetivo de tal revisão foi observar de que forma a temática vem sendo trabalhada no ensino, ou seja, como os professores estão trabalhando a temática em sala de aula e socializando suas experiências em âmbito acadêmico. Para tanto, foram consultados 40 repositórios vinculados ao projeto da IBICT/FINEP, bem como buscas na SciELO (Scientific Electronic Library Online), no Portal de Periódicos da CAPES e em periódicos nacionais Online com Qualis (2016) A e B das áreas de ensino e pesquisa em Educação em Ciências e Ensino de Física. Nos periódicos, foram revisados os últimos 11 anos de publicações (2005 a 2016).

As palavras-chave ou descritores utilizados foram “educação para o trânsito”, “Física no trânsito”, e “Física aplicada ao trânsito”. As sentenças apresentadas foram utilizadas em todas as buscas realizadas, onde se obteve um total de 2491 documentos recuperados. Para a seleção dos documentos integrais, foram levados em consideração aspectos como: área do conhecimento, objetivos da pesquisa, fundamentação teórica e relação com a presente investigação.

Sendo assim, os 2491 documentos recuperados foram reduzidos para 20 trabalhos, compostos de 8 Dissertações, 8 Artigos em Periódicos e 4 Trabalhos de Conclusão de Curso – TCC.

Os trabalhos convergem para ideias em comum, tais como: a importância de haver um ensino contínuo da educação para o trânsito durante todos os anos da Educação Básica; propostas didáticas utilizando recursos tecnológicos como jogos e simulações; abordagens do tema de forma transversal, interdisciplinar ou multidisciplinar na escola de Ensino Fundamental e médio; análise de propostas de educação para o trânsito a partir de teóricos como Vygotsky, Piaget e Ausubel; importância da contextualização no ensino de Física; influência dos aspectos emocionais na aprendizagem e também discussões sobre os fundamentos dos documentos oficiais para a educação para o trânsito.

As discussões de conceitos físicos aplicados aos automóveis proporcionam a compreensão do funcionamento dos dispositivos que o compõe e dos fenômenos relacionados com a sua utilização. Os trabalhos citados proporcionam extensa abordagem conceitual de tais fenômenos, compondo produtos à disposição dos professores de Ensino Médio para os utilizar. As pesquisas e discussões teóricas sobre a temática, proporcionam embasamentos teóricos e metodológicos para os professores que desejam estabelecer tais relações em sala de aula, compondo subsídios relevantes para o aprofundamento dos professores e posterior aplicação de propostas metodológicas no Ensino Médio.

Ao encontro da presente pesquisa, as contribuições dos trabalhos apresentados proporcionaram conhecer o estado da arte atual da temática à nível nacional, a fim de se utilizar das experiências e produções já realizadas para vislumbrar o avanço da pesquisa dentro da temática.

As produções apresentadas buscam trabalhar aulas de Física ou abordar o tema “trânsito” em diferentes contextos e conceitos. Por exemplo, Gurgel et. al. (2015); Lucena (2014); Viana (2009); Gomes (2008) e Kleer (1997) buscaram abordar a Física a partir da temática das investigações de acidentes de trânsito, contextualizando as aulas de Física, propondo essas discussões como tema transversal na escola, trazendo a realidade da perícia criminal para apresentar o tema aos alunos ou trabalhando com softwares que potencializam cálculos com dados reais de investigações.

Os trabalhos de Abeid (2010); Abeid e Tort (2011; 2014); Chagas (2014); Silveira (2011); Di Rocco (2009); Silva (2009); Urruth (2014); Back (2013); Brust (2013) e Joca (2012), buscam desenvolver o tema a partir dos conceitos, relacionando-os com o trânsito de modo geral, tanto no Ensino Médio como na Graduação, quer em propostas didáticas ou cursos, abordando temas principalmente estudados dentro da Mecânica Clássica.

Pode-se perceber através da pequena quantidade de estudos encontrados, a escassez de pesquisas na área, sendo isso também apontado pela maioria dos pesquisadores analisados na literatura. Outra questão que se pode perceber é a necessidade de a educação para o trânsito ser tratada em nível escolar, não somente através de exemplos, mas também por situações problema que possam ser contextualizados, isto é, sejam percebidos pelo motorista em formação como algo já trabalhado em seu tempo escolar.

Assim, se pode considerar a importância da disciplina de Física como formadora de bons cidadãos, motoristas e pedestres, reforçando o caráter social da disciplina.

## **Metodologia**

Quanto aos objetivos da pesquisa, a presente investigação é de caráter descritivo, com um objeto de estudo baseado em uma amostragem não-probabilística e analisado com base em técnicas da Estatística descritiva e Testes de Hipótese. (HAIR JÚNIOR et. al., 2006; KIRSTEN e RABAHY, 2006; COSTA, 2010; SAMÁ, 2013).

A coleta de dados foi realizada através da aplicação de um questionário, inicialmente com dez questões de múltipla escolha, onde cada uma delas consistia de uma situação de Física aplicada ao cotidiano do trânsito, na qual as alternativas seriam os possíveis fenômenos que dariam explicação para tal acontecimento. As questões foram elaboradas pelo pesquisador, tendo como base os elementos físicos apresentados nos capítulos de direção defensiva da apostila do curso de primeira habilitação dos Centros de Formação de Condutores de Passo Fundo/RS (OLMA, 2016).

Cada questão criada para o instrumento teve como base o estilo de questões elaboradas para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), onde as mesmas apresentam um contexto, onde algum fenômeno físico é apresentado e o conceito que fundamenta o seu funcionamento dentro das alternativas a serem assinaladas, possuindo cada questão um objetivo de avaliar habilidades e competências apresentadas pelos estudantes e orientadas pelos documentos oficiais do Ministério da Educação a serem ensinados dentro da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, em particular.

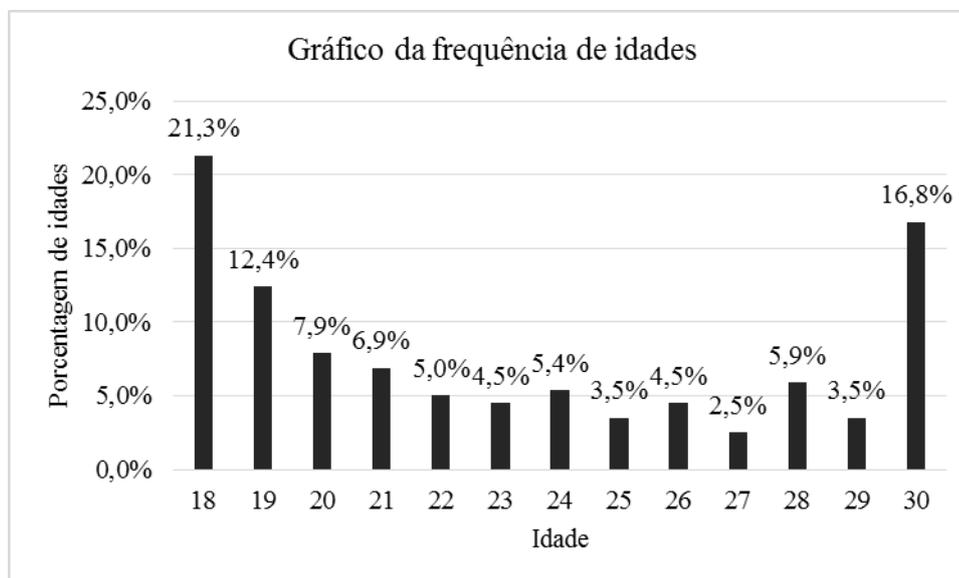
Antes da aplicação nas autoescolas uma pesquisa piloto foi realizada com um número menor de indivíduos (72) diferentes dos participantes oficiais, porém dentro dos pré-requisitos da pesquisa, que foram Ensino Médio completo e idades entre 18 e 30 anos, a fim de testar a confiabilidade e consistência interna do instrumento criado. O questionário foi validado segundo as exigências da teoria clássica dos testes, obtendo índices como o Alfa de Cronbach de valor 0,74 e sugerindo a exclusão de duas questões (1 e 4) para análise final.

A coleta de dados foi realizada entre os meses de dezembro/2015 e fevereiro/2016 em três Centros de Formação de Condutores da cidade de Passo Fundo/RS. O questionário foi respondido de forma anônima por 202 indivíduos e a participação dos mesmos foi proposta de forma livre e espontânea. As análises estatísticas foram realizadas através do software SPSS® (*Statistical Package for the Social Sciences*).

## **Resultados e discussões**

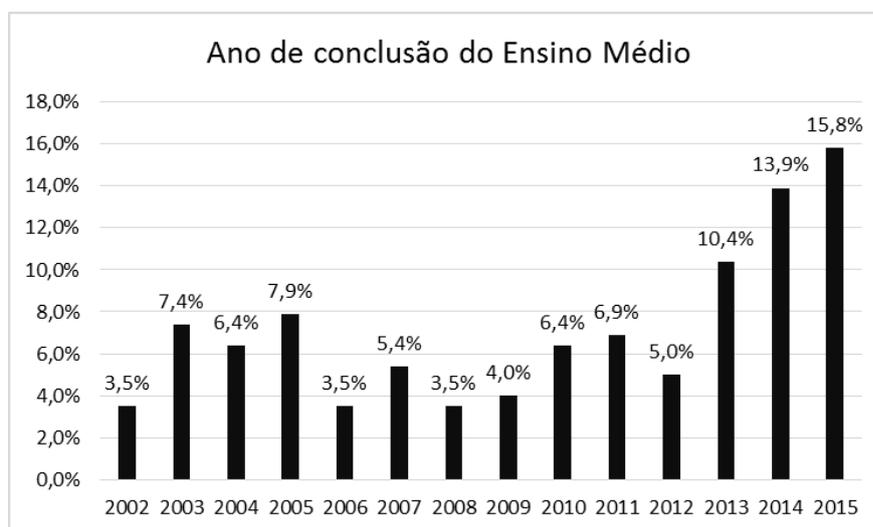
### *Caracterização dos participantes*

A medida da frequência de idades é apresentada no Gráfico 10, onde se pode observar a concentração de estudantes com idades tendendo ao extremo do limite estipulado pela coleta de dados, 43 estudantes com 18 anos e 34 com 30 anos.



*Gráfico 10 Artigo VII: Frequência de idade dos participantes. Fonte: autores.*

Observando as frequências de cada participante também foi possível observar os dados para o ano de conclusão do Ensino Médio, conforme apresentado pelo gráfico 11.



*Gráfico 11 Artigo VII: Frequência do ano de conclusão do Ensino Médio dos participantes. Fonte: autores.*

Nota-se que aproximadamente 40% dos participantes concluíram seus estudos a partir do ano de 2013 e a distribuição dos outros 60% apresenta-se tendendo à forma homogênea entre os anos de 2002 a 2012, conforme se pode observar no Gráfico 11.

### *Análise das questões*

As questões utilizadas para esta pesquisa encontram-se descritas no Apêndice I desta produção, a fim de auxiliar na compreensão dos resultados aqui apresentados. A realização de uma análise particular das questões teve por objetivo explorá-las com maiores detalhes. Primeiramente se analisou as 8 questões validadas e posteriormente as outras 2 que foram excluídas da análise geral de dados.

Os conceitos e fenômenos físicos escolhidos para fazer parte da temática das questões foram:

Questão 1 – Mecânica Clássica - Princípio da Inércia;

Questão 2 – Termologia - Dilatação Térmica;

Questão 3 – Mecânica Clássica - Torque ou Momento de uma Força;

Questão 4 – Mecânica Clássica - Força Centrífuga;

Questão 5 – Aplicado à Mecânica Clássica - Princípio da Conservação de Energia;

Questão 6 – Óptica Geométrica - Reflexão;

Questão 7 – Mecânica Clássica – Atrito – aquaplanagem;

Questão 8 – Mecânica Clássica – Momento linear ou Quantidade de Movimento;

Questão 9 - Mecânica Clássica – Momento linear ou Quantidade de Movimento;

Questão 10 – Óptica Geométrica – Espelhos Planos.

As competências e habilidades propostas pelos documentos oficiais do Ministério da Educação (BRASIL, 2000) também foram citadas, demonstrando que o objetivo de cada questão buscava atender à orientação proposta. As competências e habilidades citadas foram as seguintes:

Competência de área 5 – Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos.

Competência de área 6 – Apropriar-se de conhecimentos da Física para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.

Habilidade 17 – Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências Físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, Quadros, relações matemáticas ou linguagem simbólica.

Habilidade 18 – Relacionar propriedades Físicas, químicas ou biológicas de produtos, sistemas ou procedimentos tecnológicos às finalidades a que se destinam.

Habilidade 20 – Caracterizar causas ou efeitos dos movimentos de partículas, substâncias, objetos ou corpos celestes.

Habilidade 21 – Utilizar leis Físicas e (ou) químicas para interpretar processos naturais ou tecnológicos inseridos no contexto da termodinâmica e(ou) do eletromagnetismo.

A Questão 2 embora tenha apresentado mais acertos que erros (66,3%), a sua segunda alternativa com maior índice de escolha possuía uma divergência teórica que apenas uma leitura atenta e interpretação de textos seriam suficientes para eliminá-la, porém 31 pessoas marcaram essa e outras 37 as outras duas alternativas incorretas, sinalizando a interpretação de textos como um fator indicativo de dificuldade de alguns.

Na Questão 3, se pode observar que os estudantes utilizaram técnicas de eliminação de alternativas, pois essa questão apresentava em duas incorretas assinaladas com menor frequência, conceitos usados exhaustivamente pelos professores da 1ª Série do Ensino Médio, não correspondendo ao fenômeno abordado na questão, ou seja, se foram marcadas com menor frequência, significa que eles associaram o conceito errado ao estudo desse no Ensino Médio, não correspondendo ele ao fenômeno observado na questão. Logo, isso pode significar que as técnicas comumente utilizadas para otimização de tempo e eliminação de alternativas incorretas em vestibulares e provas em geral, continuaram sendo utilizadas como método lógico de análise de questão.

A Questão 5 que discutia o Princípio de Conservação de Energia apresentou um índice de acertos menor que o de erros. Como a questão versava sobre acidentes de trânsito, as alternativas mais assinaladas envolviam palavras como “colisões” e “força”, de modo que se pode imaginar que aos que não sabiam o conceito correto da questão, buscaram através da escolha aleatória (chute) a alternativa com base nas palavras contidas na sua descrição.

Na Questão 6, 74,8% dos participantes responderam corretamente essa questão, demonstrando uma diferenciação satisfatória da maioria, para os conceitos de Reflexão, Refração, Dispersão e Polarização.

Embora mais da metade dos participantes tenham acertado a questão 7, que versava sobre o fenômeno da aquaplanagem, a segunda alternativa mais assinalada continha a palavra “velocidade”, sendo escolhida por 37 estudantes, o que pode significar uma relação intuitiva entre a alta velocidade e a ocorrência do fenômeno.

A Questão 8 possuiu uma distribuição mais homogênea entre as alternativas assinaladas, apenas 31,7% dos estudantes acertaram a explicação que fundamenta o uso e importância do airbag. A relação significativa entre o fenômeno e o conceito não é evidenciada nessa questão, levando em consideração os índices apresentados.

Da mesma forma, a Questão 9 demonstra que os entrevistados relacionaram intuitivamente o conceito de potência do veículo com a sua velocidade permitida, para justificar a diferença de velocidade de veículos com diferentes massas nas rodovias. As relações intuitivas realizadas nos questionários demonstraram que o intuitivo geralmente não é realizado com base nos conceitos corretos, porém são utilizadas relações cotidianas juntamente com raciocínios indutivos para se chegar à uma possível explicação.

A Questão 10 por sua vez, apresentou uma situação comumente observada, porém pouco compreendida, a das letras invertidas nos veículos de emergência. Se analisarmos os índices de acertos e erros no questionário (48% de acertos), se poderá notar que menos da metade dos estudantes acertaram essa questão que apresentava conceitos da Óptica Geométrica, porém a presença desse fenômeno no cotidiano, seja pessoalmente ou na mídia, poderia ter sido relacionado significativamente em suas aulas de Física com maior ênfase.

A Questão 1, eliminada junto com a questão 4 da análise geral devido às orientações do processo de validação do instrumento, abordou a Primeira Lei de Newton, assunto mais lembrado pelos estudantes. As três Leis são um dos primeiros assuntos estudados geralmente na 1ª Série do Ensino Médio, porém embora os estudantes tenham maior lembrança do nome dos conceitos, os fenômenos a eles atribuídos são confundidos, conforme se pode observar nos índices de acertos e erros apresentado para essa questão.

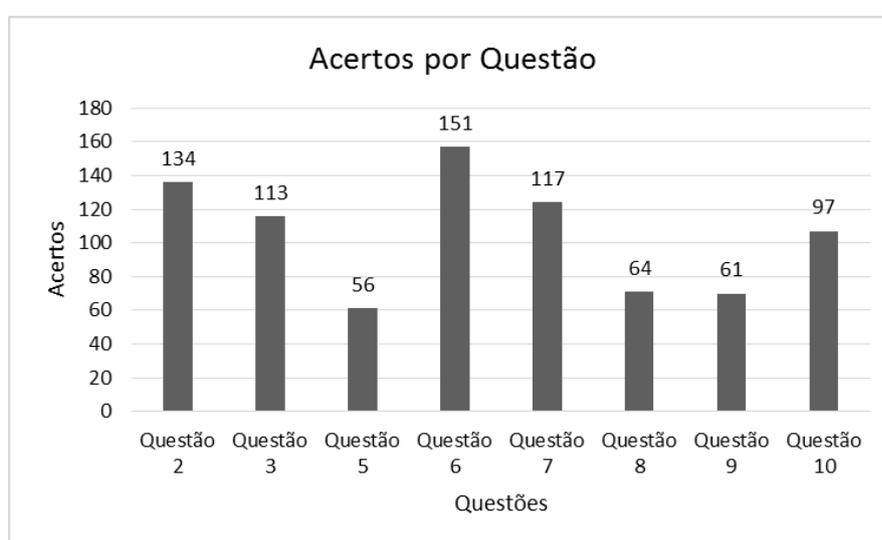
E por fim na Questão 4, também obteve mais erros do que acertos, e o conceito de força centrífuga não foi bem compreendido pelos estudantes, onde atribuíram com 31,7% à letra A, que descrevia o acontecimento dos carros invadirem a pista contrária à força Peso.

De modo geral, se percebeu um público-alvo heterogêneo, vindos de diferentes realidades e por consequência, diferentes desempenhos. Suas formações demonstram o quanto a educação e as experiências vividas por cada um podem influenciar na constituição do cidadão que egressa da Educação Básica.

Observando os variados desempenhos das diferentes categorias onde eles foram classificados, se pode efetivamente constatar o que já é consenso entre professores e pesquisadores: o estudante que é estimulado, que possui oportunidades de vivenciar um aprendizado em um ambiente rico de discussões, observando aplicações com o mundo no qual está inserido e assim, se motiva e aproveita essas oportunidades, terá maiores condições de aprender com maior qualidade.

#### *Análise dos Índices de acertos, dificuldade e facilidade das questões*

Como se pode observar no Gráfico 12, com base no índice de acertos, as questões 5, 8 e 9 podem ser consideradas as de maior dificuldade do questionário.



*Gráfico 12 Artigo VII: Índice de acertos por questão Fonte: autores.*

O índice de facilidade e dificuldade das questões pode ser observado pela porcentagem de acertos e erros de cada item. A observação dos itens para considerá-los como fáceis, médios ou difíceis consiste em calcular a porcentagem de acertos. As questões que obtiverem 80% ou mais de acertos são consideradas como fáceis, na mesma lógica as questões que obtiverem 20% ou menos de acertos, são consideradas difíceis e as que estiverem dentro da faixa de 21 a 79% são consideradas questões médias (HILL; HILL, 2005). O Quadro 47 demonstra as informações necessárias para concluir o índice.

Questão	Acertos	Porcentagem de acertos	
2	134	66%	média
3	113	56%	média
5	56	28%	média
6	151	75%	média

7	117	58%	média
8	64	32%	média
9	61	31%	média
10	107	53%	média

Quadro 47 Artigo VII: Relação de itens, porcentagens de acertos e índice de facilidade. Fonte: autores.

Conforme observado, é possível notar que todas as questões estão dentro da faixa aceitável para considerar um item como válido dentro dos limites, não compondo um instrumento com questões muito fáceis nem muito difíceis (entre 20 a 80% de acertos).

*Estatística Descritiva sobre o questionário aplicado: Medidas de Tendência Central e Dispersão geral dos dados*

As medidas de tendência central consideradas para esta análise foram a média, moda e mediana. Dessa forma, a saída desses cálculos pelo SPSS forneceu o Quadro 48 que apresenta as referidas medidas e as frequências gerais de acertos por pessoa, análise que também oferece uma visão detalhada de quantos indivíduos obtiveram o valor máximo do escore total sinalizado.

Statistics			acertos_por_pessoa				
acertos_por_pessoa				Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
N	Valid	202	Valid	0	4	2,0	2,0
	Missing	0		1	8	4,0	5,9
Mean		3,92		2	41	20,3	26,2
Median		4,00		3	29	14,4	40,6
Mode		2 <sup>a</sup>		4	39	19,3	59,9
Std. Deviation		1,726		5	41	20,3	80,2
Minimum		0		6	26	12,9	93,1
Maximum		7		7	14	6,9	100,0
			Total		202	100,0	100,0

a. Multiple modes exist. The smallest value is shown

Quadro 48 Artigo VII: Medidas de tendência central, dispersão e frequência geral de acertos por pessoa. Fonte: autores.

De modo geral, os 202 participantes da pesquisa apresentaram resultados abaixo dos 50% de acertos, sendo que os que acertaram mais questões, acertaram 7 itens apenas, o que leva a constatar que o máximo desempenho obtido no questionário foi de 87,5%.

Como nem sempre as medidas de tendência central podem ser consideradas fidedignas para apontar para conclusões, as medidas de dispersão auxiliam a observar o comportamento

dos dados. Sendo assim, além dos valores mínimo e máximo apontados pelo Quadro 2, o desvio padrão de valor 1,726 auxiliará a traçar inferências para responder a pergunta problematizada pela presente pesquisa.

A análise da frequência geral de acertos corrobora os valores apontados pelas medidas de tendência central e mostra que 4 estudantes não acertaram nenhuma questão, seguidos de 78 estudantes que não obtiveram um escore mínimo apontado pela mediana (4 acertos). O Quadro 2 também possibilita observar que 14 estudantes tiveram o desempenho máximo dentro dos limites da amostra (7 acertos) e que nenhum dos participantes acertou as 8 questões consideradas.

### *Testes de hipótese*

Para fazer inferências sobre as influências das características da população sobre seu desempenho foi realizado uma série de testes de hipóteses onde uma hipótese dita “nula” poderia ser aceita ou rejeitada conforme os índices apontassem os fatores como influenciadores ou não na distribuição das médias de acertos do grupo estudado. Um teste de hipótese necessita obedecer a alguns pré-requisitos específicos para se adequar à metodologia proposta pela literatura. Dentre eles, estão a necessidade de pertencer ou não à uma distribuição normal e possuir as variâncias consideradas como homogêneas.

Os testes de hipóteses tiveram como objetivo verificar se o cruzamento entre condições apresentadas pelos entrevistados apresentaria elementos que auxiliassem na discussão de quais fatores influenciaram o desempenho desses estudantes na pesquisa.

Cinco testes não-paramétricos foram realizados, pelo fato de que a não distribuição normal dos escores do índice de acertos não possibilitou com que um teste paramétrico (como o Teste t para amostras independentes) fosse realizado. Dessa forma, se optou pelo teste que compara a diferença de médias para dados não-paramétricos, o Teste U de Mann-Whitney. Esse teste cria um ranking de todos os casos e depois compara estes rankings entre cada um dos grupos.

Realizado no SPSS, o Output do Teste U de Mann-Whitney fornece o rank médio e a soma dos rankings de cada grupo para que possam ser comparadas e desse modo, verificar se há ou não uma diferença considerada significativa entre os grupos, considerando que quanto maior a diferença, maior a probabilidade de que os dois grupos sejam diferentes em suas características de desempenho.

Dos cinco testes realizados (1- teste para verificar se havia diferença na distribuição de acertos entre gêneros diferentes; 2- teste entre estudantes formados em escola pública e privada;

3- teste entre estudantes com experiência em dirigir e os sem experiência com veículos; 4- teste entre estudantes de níveis escolares diferentes; e 5- teste de hipótese para faixas etárias diferentes), apenas dois (testes 2 e 3) apresentaram resultados no qual indicaram a rejeição da hipótese nula, ou seja, houve diferença significativa na média de acertos entre estudantes egressos de escolas públicas e particulares, assim como também houve diferença nos escores daqueles que já haviam dirigido antes de fazer a carteira de habilitação, quando comparados aos que nunca haviam dirigido.

Com base no observado por esses resultados, se verifica que eles corroboram para a concepção de que é a formação básica e sua qualidade, assim como as experiências de cada indivíduo que podem colaborar para que eles consigam observar o mundo, em especial o mundo da Física e do trânsito juntos, como seres atuantes daquela realidade.

O fator “escola” (diferença entre pública e privada), auxilia a explicar a diferença de desempenho entre os estudantes, assim como os estudantes que já haviam dirigido antes do curso no CFC, eles também podem ter adquirido capacidades intuitivas de compreender os fenômenos físicos através de suas vivências, dando-lhes maior capacidade de aliar teoria na prática.

Interpretar e assumir uma posição de protagonista é uma tarefa que exige uma formação que leve o estudante ao raciocínio crítico e ao estabelecimento de conexões entre teorias e práticas presentes em seus cotidianos de forma efetiva. Da mesma forma com que demonstra a importância de não negar os conhecimentos que os estudantes trazem para a sala de aula, uma vez que todos já ingressam na escola com conhecimentos prévios que podem auxiliar em suas compreensões de mundo, aliando ao que será estudado no decorrer da Educação Básica.

### **Conclusões**

O objetivo deste artigo foi apresentar os resultados quantitativos de uma pesquisa à nível de mestrado que buscou investigar se os estudantes de autoescola estabelecem relações entre conteúdos de Física estudados no Ensino Médio e o cotidiano do trânsito, a fim de notar se a proposta de ensino orientada pelos documentos oficiais do Ministério da Educação, de ensinar para a vida e formar um cidadão preparado para compreender de forma significativa o cotidiano, está surtindo resultados relevantes posterior à formação do indivíduo na escola.

Com base nos resultados da pesquisa, na vivência observada no processo de coleta de dados e contato com o público-alvo, se mostrou que responder essa questão foi uma tarefa desafiadora, considerando os diversos fatores que influenciam e justificam alguns acertos e

erros dos entrevistados, tendo em vista que nem sempre esses fatores são de responsabilidade dos estudantes, sendo atribuídos também ao sistema escolar e à metodologias do professor.

Dessa forma, seria injusto responder a problemática da pesquisa de forma dicotômica, com um “sim” ou um “não”, pois há muito o que se considerar para encontrar indicativos de relação, sendo que não é objetivo do Ensino Médio, a simples memorização de conceitos, e sim, suscitar uma autonomia representada pela compreensão, assimilação e aplicação dos assuntos estudados em situações gerais do cotidiano e não somente à um exemplo em específico dado pelo professor.

A problemática da pesquisa visou investigar se egressos do Ensino Médio relacionavam a Física da escola com o cotidiano do trânsito, de modo que as respostas advindas desta pesquisa de forma alguma encerram as inquietações da temática, uma vez que aspectos peculiares referentes à estrutura da escola, à prática pedagógica do professor e até mesmo a relação entre aluno e a disciplina, apontam para questionamentos que podem nortear a continuidade e aprofundamento da investigação, de modo a se buscar formas de potencializar as correlações entre Física e cotidiano.

Quantitativamente, as medidas de tendência central obtiveram os seguintes valores para o escore de acertos: Média: 3,92; Moda: 4, e para a Mediana, houveram dois valores, sendo que o menor apresentado pela saída do SPSS foi: 2; Desvio Padrão: 1,7; Valor mínimo: 0 e Valor máximo: 7.

Esses valores por si só, demonstram que a concentração de acertos aponta para um desempenho médio individual de quase 50%, considerando somente as 8 questões, ou seja, por mais que um desempenho de 50% signifique metade, a princípio não pode ser considerado como satisfatório, uma vez que os participantes já haviam concluído seus estudos escolares e estavam em um processo de formação complementar em um CFC, ou seja, já haviam estudado a Física básica que poderia fornecer subsídios para compreenderem tais conceitos e fenômenos abordados no questionário.

Esta pesquisa pode concluir que as condições que podem ter influenciado no desempenho individual dos participantes perpassam a formação básica e sua qualidade, assim como as experiências de cada indivíduo, que podem colaborar para que eles consigam observar o mundo, em especial o mundo da Física e do trânsito juntos, podendo atuar dentro dessa realidade específica de forma responsável e crítica, compreendendo as relações de causa e efeitos de suas ações, que por consequência, pode vir a formar um cidadão, pedestre e motorista mais consciente.

Conclui-se também, através dos Testes de hipótese, que o fator “escola” auxiliou a explicar a diferença de desempenho entre os estudantes, uma vez que alunos que estudaram em escolas particulares obtiveram desempenhos significativamente melhores que os participantes que concluíram seus estudos em escolas públicas, assim como os estudantes que já haviam dirigido antes de ingressar em uma autoescola, pois tais vivências podem ter proporcionado capacidades intuitivas para compreender os fenômenos físicos abordados em situações aplicadas, podendo ter auxiliado na articulação entre teoria e prática.

Tais resultados convergem para o que os autores da área, como Urruth (2014); Back (2013); e Brust (2013) também apontam em relação à importância de haver um ensino contínuo da educação para o trânsito durante todos os anos da Educação Básica, abordando tal temática de forma transversal, interdisciplinar, ou ainda, de forma disciplinar, reforçando a oportunidade da Física articular tais conhecimentos em situações aplicadas, salientando assim, o papel da contextualização no ensino de Física, conforme defendem os autores Abeid e Tort (2014); Chagas (2014); e Silveira (2011).

Sabe-se que um indivíduo aprende por meio de vivências particulares e por meio da escola. É inegável o quanto o conhecimento escolar, em especial o da Física pode proporcionar maiores condições de compreensão do mundo, principalmente os fenômenos relacionados ao trânsito, corroborando para o que os documentos da educação denominam como “ensinar para a vida”, se utilizando das mais variadas estratégias, entre elas as interdisciplinares ou contextualizadas para atingir tal êxito.

Muitas estratégias de ensino consideradas “inovadoras”, baseadas em conhecimentos da psicologia cognitiva, ou que buscam envolver o estudante ativamente na sala de aula são realizadas, testadas e apresentadas no mundo acadêmico do Ensino de Física, porém a aprendizagem não acontece somente na escola, assim como não se dá do dia para a noite e sim, exige certo intervalo de tempo para que a retenção possa acontecer e posteriormente ser observada de forma direta ou indireta, reforçando o viés da investigação relatada na dissertação, socializada neste artigo.

Com esta pesquisa, se pode observar que os efeitos posteriores à formação do estudante na escola sugerem que a aprendizagem não possibilitou, para este grupo em particular, significativas articulações entre a Física e o cotidiano do trânsito, do ponto de vista da retenção conceitual, de modo que os objetivos de um ensino para a vida e formação crítica do indivíduo para compreender o seu cotidiano, não foram alcançados de forma satisfatória.

### 9.3. Apêndice III Artigo VIII

#### **Contextualização do aprendizado em Física na perspectiva de alunos de curso de primeira habilitação, egressos do ensino médio<sup>10</sup>**

**Resumo:** Este artigo apresenta os resultados qualitativos de uma pesquisa que buscou investigar se egressos do Ensino Médio estabelecem relações entre conteúdos de Física e fenômenos Físicos observados no cotidiano do trânsito. A intenção é obter evidências de que a formação escolar pode auxiliar os estudantes a estabelecerem tal aproximação. O corpus analisado consiste de 20 egressos do Ensino Médio, estudantes de cursos de Primeira Habilitação. As entrevistas foram apreciadas segundo a metodologia da Análise de Conteúdo, obtendo três categorias, relacionadas com os Professores, a Escola e os Estudantes. Notou-se que muitas das dificuldades relatadas não estavam relacionadas com a Física em si, mas com bloqueios referentes à Matemática básica e à interpretação de textos. De forma contrária, percebeu-se que a linguagem do professor, metodologia, didática e os fatores motivacionais foram aspectos relevantes para proporcionar a aprendizagem desses indivíduos.

**Palavras-chave:** Educação para o Trânsito; Física aplicada ao trânsito; Análise qualitativa.

#### **Contextualization of learning in Physics for students of First license, high school graduates**

**Abstract:** This article presents the results of qualitative research that sought to investigate whether high school graduates establish relations between contents of physics and physical phenomena observed in everyday traffic. The intention is to obtain evidence that education can help students to establish such an approach. The corpus analyzed consists of 20 graduates from high school, students of courses of First license. The interviews were assessed according to content Analysis methodology, obtaining three categories relating to teachers, schools and students. It was noted that many of the difficulties reported were not related to the physics itself, but with roadblocks related to basic math and the interpretation of texts. Conversely, it was noticed that the teacher's language, methodology, didactics and the motivational factors were relevant aspects to provide the learning of these individuals.

**Keywords:** Traffic Education; Traffic applied Physics; Qualitative Analysis.

#### **Introdução**

A Física escolar, bem como as demais disciplinas da Educação Básica, atua na tarefa de explicar grande parte dos fenômenos do cotidiano. Sua característica está em descrever os princípios gerais da natureza, além de incorporar resultados de observações em modelos teóricos e descrições matemáticas. Desse modo, encontrar maneiras de relacionar esses aspectos, se mostra uma estratégia de relevância notável para a construção desse conhecimento.

Nesse sentido, é perceptível que há maior probabilidade de o aluno compreender os fenômenos físicos quando os mesmos são observados no cotidiano, ainda mais se tais situações

---

<sup>10</sup> Artigo publicado na Revista Experiências em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Mato Grosso em 2018.

estiverem diretamente ligadas à sua realidade. Os documentos oficiais do Ministério da Educação (BRASIL, 2000) propõem um ensino contextualizado, como forma de atribuir significado aos conteúdos ensinados na escola, a fim de proporcionar um aprendizado mais significativo.

Entre os muitos exemplos de contextualização que a Física permite estabelecer estão os assuntos relacionados ao trânsito, onde se pode observar uma presença considerável de conhecimentos físicos. No entanto, nem sempre tais conceitos, fenômenos e peculiaridades referentes à área da Física são percebidos por motoristas e pedestres. Dessa forma, abordar na escola a Física aplicada ao trânsito vai ao encontro do que é proposto pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2000), pelas Orientações Complementares (BRASIL, 2002), e também pelo Código Brasileiro de Trânsito (BRASIL, 1997).

Com base nisso, acredita-se que o Ensino de Física possa auxiliar os estudantes em sua formação para a vida dentro dos valores também prezados pela educação para o trânsito. Coerente com este aspecto, o campo de atuação atingiria principalmente os jovens, entre os quais, as estatísticas de acidentes e mortes no trânsito auxiliam a justificar a relevância de se trabalhar a temática nas escolas. Para termos uma ideia do que apontamos aqui, os dados obtidos junto ao Departamento Estadual de Trânsito (DETRAN/RS, 2016a) possibilitam observar uma comparação entre dados dos últimos 10 anos referentes aos acidentes fatais e número de mortes em estradas estaduais e federais do estado do Rio Grande do Sul. Tais dados apresentam que de 2007 a 2016, a média de acidentes foi de 1716 a cada ano.

Para este período a população do Estado do Rio Grande do Sul teve um crescimento de 4%, (FEE, 2015; IBGE, 2016), mas o número de veículos em circulação aumentou 65% (DETRAN/RS, 2016b). Em âmbito nacional, no ano de 2015 houve um total de 45.501 mortes no trânsito (DPVAT, 2015). Esse valor poderia ser comparado a, hipoteticamente, uma queda de avião por dia levando a óbito aproximadamente 125 pessoas em cada queda. Visto deste modo, é necessário refletir sobre a necessidade de o ser humano adquirir noção da fragilidade de uma vida, de modo que não trate os acidentes de trânsito de forma naturalizada e sim como um perigo em que praticamente todos estão vulneráveis.

Através dos dados quantitativos apresentados, percebe-se que não há como ignorar o número de vítimas do trânsito e que o problema tende a aumentar devido a maior frota em circulação nos últimos anos. Tudo isso demonstra ser imprescindível a abordagem de valores presentes na educação para o trânsito em ambientes de aprendizagem, como na escola e em aulas de Física, por exemplo. Tais espaços propiciam o entendimento e a conscientização, que são os objetivos principais das campanhas que visam reduzir acidentes e mortes no trânsito.

Neste sentido, a escola é parte importante do processo de desenvolvimento do indivíduo na sociedade, além de ser um direito de todo cidadão assegurado pela Constituição Federal.

Sendo assim, o objetivo do artigo é apresentar os resultados qualitativos de uma pesquisa que buscou observar como os estudantes de cursos de Primeira Habilitação relacionam a Física do Ensino Médio com fenômenos aplicados no cotidiano do trânsito. Neste trabalho, apresentamos os resultados da análise das entrevistas realizadas, tendo como amostra 20 participantes. A tônica das indagações durante cada uma das conversas centrou-se em questionamentos sobre o modelo e as características de suas aulas de Física no Ensino Médio. Julgamos tal ação importante para compreender como foram as aulas que estes participantes tiveram, a fim de investigar posteriormente quais foram as influências da vivência do Ensino de Física ao analisar uma situação contextualizada depois da formação escolar. Foi possível ouvir os aspectos que foram relevantes para o desenvolvimento dos entrevistados e os fatores que possam ter influenciado em sua formação para a vida, os quais podem permitir ou não estabelecer relações entre os conceitos estudados no Ensino Médio e o cotidiano do trânsito.

### **Metodologia**

Para a obtenção de subsídios que permitissem uma análise a respeito do modo como a Física é contextualizada por postulantes à Carteira Nacional de Habilitação (CNH), foi realizada uma série de entrevistas entre os meses de dezembro de 2015 e fevereiro de 2016. Os sujeitos que aceitaram participar da pesquisa frequentavam o curso de Primeira Habilitação em três Centros de Formação de Condutores da cidade de Passo Fundo/RS. Em um primeiro momento, o instrumento de pesquisa foi um questionário contendo oito questões de múltipla escolha relacionando a Física escolar e situações do trânsito. O critério usado para selecionar os participantes foi faixa etária entre 18 e 30 anos e Ensino Médio completo. Ao todo 202 pessoas responderam anonimamente ao questionário. Os dados obtidos nesta etapa da pesquisa foram tratados de forma quantitativa e publicados em forma de artigo por um periódico nacional da área do Ensino de Física (VIZZOTTO; MACKEDANZ, 2017).

Posteriormente, ao final da aplicação do questionário, os participantes foram convidados a realizar de forma espontânea uma entrevista individual, na qual aspectos sobre suas aulas de Física foram discutidos por meio de um roteiro semiestruturado, tendo 20 deles aceitado participar desta segunda etapa. As entrevistas foram realizadas em uma sala à parte, a fim de manter a privacidade de cada pessoa, sendo as conversas gravadas através de um smartphone e transcritas posteriormente de forma manual, ouvindo-as e escrevendo-as em um documento de

texto, para em seguida serem impressas e analisadas. As entrevistas foram norteadas por 5 perguntas, listadas na sequência:

- 1) Como eram as aulas de Física no seu Ensino Médio?
- 2) Quais eram as suas dificuldades na disciplina?
- 3) Como você vê hoje a Física aplicada ao trânsito?
- 4) Na escola, qual era a sua relação afetiva com a Física? E hoje?
- 5) Ao responder o questionário, você conseguiu estabelecer alguma relação entre os conceitos aprendidos em Física e o cotidiano?

O método utilizado para estudar as entrevistas foi a Análise de Conteúdo (BARDIN, 1979). Os passos propostos pela autora serviram de base para delinear a criação dos procedimentos utilizados para observar as falas das entrevistas. A autora define a metodologia como um:

Conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitem a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (p. 42).

Para Minayo (2013), é através da análise de conteúdo que se pode buscar descobrir o que está por trás dos conteúdos manifestos, indo além das aparências do que está sendo comunicado. Dessa forma, muitos pesquisadores deixam de observar tais contextos que poderiam proporcionar muitas informações além da simples fala. Ainda segundo a autora:

Os pesquisadores que buscam a compreensão dos significados no contexto da fala, em geral, negam e criticam a análise de frequências das falas e palavras como critério de objetividade e cientificidade e tentam ultrapassar o alcance meramente descritivo da mensagem, para atingir, mediante inferência, uma interpretação mais profunda (MINAYO, 2006, p. 307).

De acordo com Appolinário (2006), o produto final de uma análise de conteúdo consiste na interpretação teórica das categorias que emergem do material pesquisado. Porém, para que essa interpretação seja realizada, é necessário conduzir um processo de redução do material original, até o ponto em que as categorias emergentes estejam claramente visíveis.

Bardin (1979) define alguns passos para nortear o processo de redução do material original:

- 1) organizar um texto destacando a fala dos sujeitos, de modo a criar categorias chamadas unidades de registro;
- 2) classificá-las conforme o seu conteúdo, criando assim, as “unidades de contexto”;
- 3) categorizar as unidades de registro conforme uma análise semântica;

4) mapear as inter-relações entre as categorias, observando se há relações entre si para servir de base para a interpretação teórica do material;

5) interpretação dos esquemas, analisando-os à luz dos referenciais teóricos determinados.

É importante ressaltar que ao mesmo tempo em que a autora propõe tal sequência, ela também proporciona liberdade para a quebra da linearidade deste processo, proporcionando a adaptabilidade necessária em função das especificidades de cada pesquisa que opte por utilizar esta metodologia de análise. Dessa forma, a análise realizada nas entrevistas foi guiada através da leitura do material na íntegra, agrupando fatores em comum para criar categorias de maior abrangência, sendo seguidas da análise de cada categoria, a fim de agrupar subcategorias de acordo com temas correlatos. Ao mesmo tempo, se buscou observar se existem pontos convergentes e divergentes dentro das subcategorias, de modo a verificar a possibilidade de criar novas subcategorias para, finalmente, realizar a discussão sobre aspectos observados nas divisões desenvolvidas.

Com base nisso, dois foram os momentos que sustentaram os procedimentos para analisar as entrevistas após a realização de suas transcrições. Primeiramente foi realizada uma leitura contínua do material como forma de se aproximar do texto e começar a tecer uma familiaridade com as falas, as entonações de cada sujeito, suas características. Após este procedimento exploratório, foi realizado o momento de retomar as transcrições, mas, agora, com um olhar mais inquisidor, com a preocupação de apontar elementos que sejam manifestos ou latentes em função dos objetivos da pesquisa.

Para realizar este procedimento, as transcrições foram impressas e alguns traços e semelhanças entre as falas foram destacados através de canetas coloridas, para serem posteriormente agrupadas em um caderno, unindo os fatores comuns para cada categoria e subcategoria. Para manter o anonimato dos entrevistados e a organização na apresentação da análise, optou-se por denominar cada participante com nomes de cientistas, independente de gênero. Inicialmente é importante conhecer o perfil dos entrevistados, mostrados no Quadro 49 e nos Gráficos 13 e 14.

20 participantes das entrevistas		
<b>Gênero</b>	6 Masculino	14 feminino
<b>Conclusão do Ensino Médio</b>	7 escola particular	13 escola pública
<b>Nível educacional atual</b>	14 Graduação	6 Ensino Médio
<b>Já dirigiu antes da CFC</b>	6 nunca dirigiram	14 já dirigiram

*Quadro 49 Artigo VIII: Descrição dos participantes da entrevista. Fonte: autores.*

Conforme observado no Quadro 49, houve maior participação do público feminino, bem como de pessoas formadas em escola pública e já estudantes universitários. Outro dado relevante é o fato de 70% deles já terem dirigido veículos antes de passar por um curso de Primeira Habilitação. Seguindo a descrição dos participantes, o Gráfico 13 apresenta a frequência de idades dos mesmos.

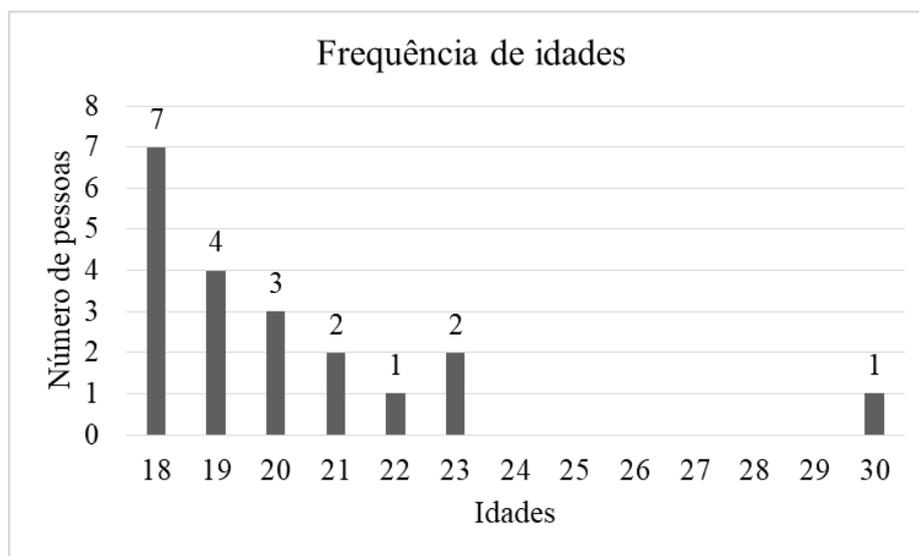


Gráfico 13 Artigo VIII: Frequência das idades dos entrevistados. Fonte: autores.

Podemos observar que a concentração de indivíduos está na faixa 18-20 anos, havendo um ponto extremo (30 anos). Claramente, este resultado é esperado, uma vez que nos focamos em indivíduos interessados em sua Primeira Habilitação, como aponta o pico na idade de 18 anos.

De modo a complementar a descrição dos entrevistados, apresentamos também a frequência de acertos por pessoa no questionário aplicado inicialmente, através do Gráfico 14. Este gráfico apresenta a frequência de acertos obtidos no questionário quantitativo sobre Física aplicada ao trânsito, para os 20 participantes das entrevistas. Ressalta-se que por mais que tanto o questionário como a entrevista tenham sido anônimos, no momento da entrega do questionário respondido e início da realização da entrevista, tanto o material impresso quanto o arquivo de áudio receberam uma numeração em comum, para posteriormente serem analisados em conjunto, como por exemplo, no gráfico a seguir.

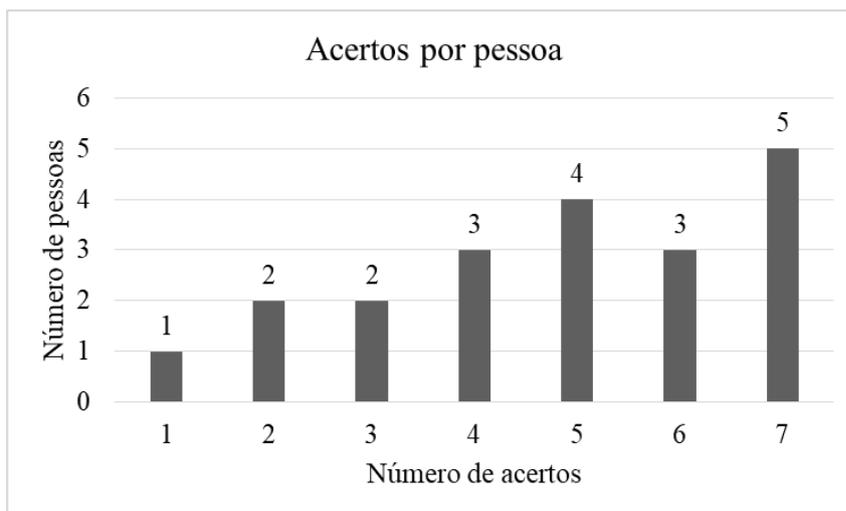


Gráfico 14 Artigo VIII: Frequência de acertos por pessoa. Fonte: autores.

Notamos que os participantes, em sua maioria, apresentaram um desempenho satisfatório no questionário, concentrando as frequências de acerto na faixa de 4 a 7 acertos (de um total de 8 questões), o que pode ter sido um fator motivacional para o aceite do convite para participar da entrevista.

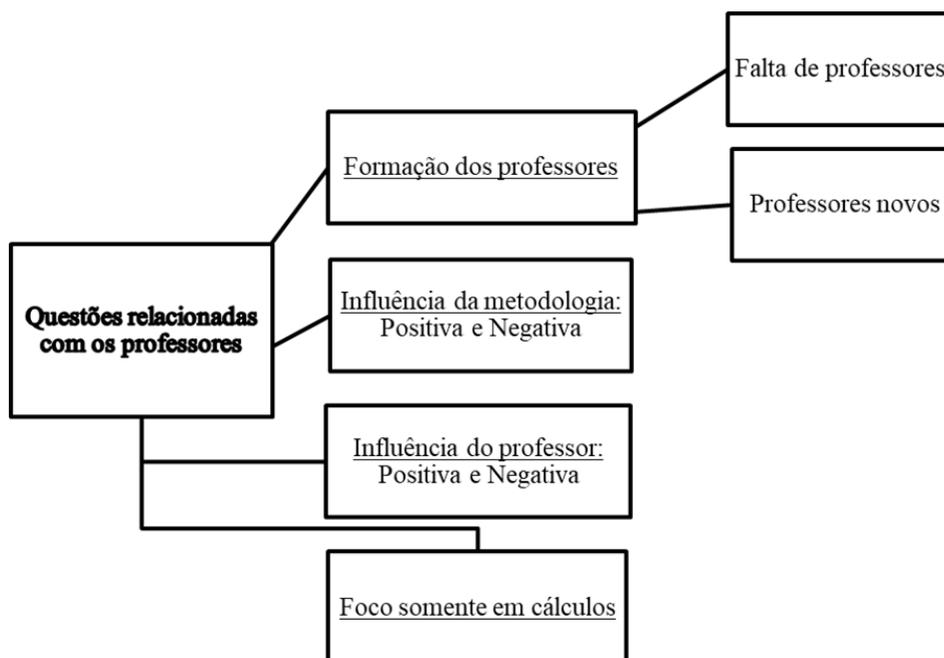
### **Discussão dos Resultados**

Após a imersão nas transcrições das entrevistas e a classificação das respostas segundo nossos questionamentos iniciais, foi possível perceber a emergência de três grandes vertentes: uma relacionada aos professores, outra relacionada à escola e uma última relacionada aos próprios estudantes. Cada uma destas categorias se ramifica em outras esferas, de modo que, para facilitar o entendimento de nossos processos de categorização, foi montado um quadro para cada grupo, o dos professores (Quadro 50), o da escola (Quadro 51) e o dos estudantes (Quadro 52).

Na sequência do texto, apresentaremos cada um dos quadros e discutiremos os elementos que levaram a elaboração dos mesmos. Partindo da síntese do que foi abordado em cada subcategoria e apoiado no discurso dos entrevistados, ampliaremos as relações encontradas entre a Física aprendida por eles na escola, as relações que conseguiram fazer com trânsito, e a influência da Física vivenciada por cada um na escola no momento de compreender e associar tais elementos em suas vidas. Ao mesmo tempo, estaremos traçando paralelos com a literatura da área a fim de ampliarmos a discussão de cada uma das categorias. (Salientamos que a transcrição manteve a linguagem utilizada originalmente pelos participantes).

#### *Questões relacionadas aos professores*

A primeira das três vertentes encontradas na análise ramifica-se em subcategorias que versaram sobre a metodologia, a formação e influência do professor. Um aspecto que ficou ressaltado é que os estudantes prestam muita atenção no professor. Sua formação acadêmica, seus métodos, sua preparação para as aulas e a forma com que o professor se relaciona com a disciplina que leciona e com os alunos, não passam despercebidos pelos estudantes. Nesta seção, estas observações ficam evidentes. Antes de iniciar a análise, apresentaremos o quadro 2 que reúne a primeira grande vertente encontrada e suas subcategorias.



Quadro 50 Artigo VIII: Questões relacionadas com os professores: divisões e subdivisões. Fonte: autores.

A falta de professores nas escolas, assim como a frequência dos professores em exercício foi um fator manifesto observado através do conteúdo das entrevistas. Percebemos como consenso por parte dos estudantes que a ausência demasiada dos professores no decorrer do ano letivo pode acarretar consequências em seus aprendizados, seja por conteúdos que não são ensinados ou pelos que são ensinados superficialmente para suprir todo o plano de trabalho em um tempo letivo menor.

Na subcategoria Falta de Professores, fatores como ausência de professores em certos períodos do ano e a substituição destes ausentes por profissionais de áreas afins, como Química e Matemática, são tópicos que emergiram do discurso dos estudantes como influenciadores negativos para o processo de ensino e aprendizagem de Física:

*Uma coisa que eu percebi é que têm poucos professores de Física, eu lembro que no meio do ano faltou professor e a gente ficou sem, porque não tinha quem dar, e a*

*maioria de quem vai é formado em matemática e aí não é a mesma base pra poder falar de Física. (PASCAL).*

*Nos dois últimos anos do Ensino Médio eu tive aula com um professor que dava química, às vezes um de história, não tinha professor de Física. (KEPLER);*

*A gente teve 4 professores em 3 anos, e tinha meses que a gente ficava sem ter aula e quando tinha não era professor de Física, geralmente era formado em Engenharia Civil ou Matemática. (NEWTON).*

*Ele era meu professor de química e ele sabia um pouco mais e na Física ele substituiu, e ele não sabia tanto né. (KEPLER).*

É possível verificar que os estudantes se sentem lesados ao terem suas aulas substituídas por outros professores, mesmo que sejam de áreas afins. Isso mostra o quanto os alunos percebem que a falta de uma licenciatura específica influencia negativamente o andamento da aula e a abordagem dos conteúdos. Tal fato chama a atenção para a importância que as escolas devem dar na seleção de professores devidamente licenciados na sua própria área de atuação. Evidentemente que imprevistos acontecem e, eventualmente, poderá haver casos em que uma substituição de professores ocorra. No entanto, nossos dados mostram que professores que atuam em áreas diferentes não costumam ter o mesmo desempenho que teriam se estivessem lecionando sua disciplina.

Outra questão encontrada inerente à formação dos professores está atrelada às suas idades ou, mais precisamente, às suas experiências. Algumas críticas referentes à falta de preparo do professor surgiram das entrevistas. Em geral, estas foram direcionadas ao fato de alguns professores ainda serem estudantes de graduação. Na subcategoria Professores Novos, foram consideradas as colocações de Coulomb sobre a atuação de professores recém-graduados e graduandos. Ao ser questionado sobre como eram as aulas de Física, o entrevistado relatou que na 1ª Série do Ensino Médio, teve professores que ainda estavam na graduação atuando como substitutos e essas aulas eram consideradas fracas:

*Quando tinha aula com professor recém-formado, parece que na faculdade não se aprendia muito, sabe? Tu saía do Ensino Médio e não conseguia enfrentar uma UFRGS, por exemplo. (COULOMB).*

Isto demonstra que os entrevistados acreditam que o tempo de docência está diretamente ligado ao aperfeiçoamento metodológico de um professor, pois isso seria importante para estabelecer links e fazer contextualizações. Entretanto, é oportuno lembrar que esta não é uma regra, uma vez que há atualmente o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência

(PIBID) que buscam potencializar a formação do licenciando desde os primeiros anos de sua graduação, proporcionando maior vivência de sala de aula e maior aporte metodológico para sustentar suas práticas.

A idade do professor não está diretamente ligada a melhores ou piores métodos de ensino e, muitas vezes, a questão nem é a metodologia propriamente dita. Para Sousa e Bastos (2011) “as investigações apontam que, quando não há motivação e interesse em aprender, o aluno não constrói vínculos afetivos com o conhecimento ensinado, deturpando ou até mesmo impedindo sua significação” (p. 171). Em outras palavras, o importante é que o professor consiga proporcionar condições técnicas e motivadoras para que o aluno tenha a oportunidade de construir o seu próprio conhecimento.

As entrevistas também apresentaram situações onde a influência da metodologia foi interpretada de forma positiva ou negativa pelos participantes. Fatores que enaltecem a boa condução da aula por parte do professor foram apontados, sendo eles, uma didática que se preocupe com a aprendizagem dos alunos, oportunidades de debates em sala e atividades experimentais em laboratório. Nesta subcategoria Influência Positiva, identificamos dizeres como “professor dinâmico” e “aula dinâmica”, conforme podemos observar nos extratos a seguir:

*Acho que se ensinar de uma forma mais dinâmica e mais leve pode ajudar a entender melhor a matéria. (MAXWELL).*

*O professor sendo mais dinâmico vai ajudar a odiar um pouco menos a matéria, então tu acaba entendendo, não fica tão fora do dia a dia (SAGAN).*

*Se o professor chega e coloca uns exemplos legais isso ajuda, então acaba conseguindo atingir mais. É aquela velha história de que se você gosta do professor você gosta da matéria. (COULOMB).*

*Se eles tiverem gosto de ensinar, os alunos vão ter gosto de aprender, porque os alunos têm um pavorzinho de Física, então faz diferença. (CORIOLIS).*

Por outro lado, percebemos que diversos relatos apontaram para uma influência desmotivadora na metodologia das aulas. Entre esses fatores, o formato da aula, a não importância com a passividade dos estudantes e a forma com que a aula é ministrada, foram os de maior relevância. Os recortes a seguir demonstram essas influências negativas na metodologia, segundo os entrevistados:

*Ela não corrigia nada do que passava, ela não pensava nas questões, pegava só do livro e invés de explicar alguma coisa ela contava toda uma história de algo que*

*aconteceu com alguém pra chegar em alguma Física e daí quando ela chegava ninguém mais estava prestando atenção. (PASCAL).*

*A gente estudava bastante conceitos, mas dos professores que eu tive no Ensino Médio um deles inclusive era também de nível de terceiro grau e a parte mais voltada para o curso que eu fiz que foi a eletricidade foi muito bem trabalhada, mas essa parte da Física que estuda mais essas questões de leis dos movimentos eu sinto que a gente estudou conceitos mas não associados ao cotidiano. (COPÉRNICO).*

*Eu acho que é muito sedentário por parte do aluno, ele só recebe a informação e transpõe na prova, eu acho que o aluno precisaria de alguém que motivasse ele a ir atrás, porque na vida a gente não vai ter ninguém, a gente tem que ir atrás né. Se não a gente só reproduz o que os outros falam, não aprende a fazer por si próprio. (PITÁGORAS).*

Houve relatos sobre o uso quase que exclusivo do livro didático nas aulas de Física, o que segundo Sasseron (2010) é considerado prejudicial, pois:

Em muitos casos, a adoção destes materiais didáticos não se configura apenas em fonte de auxílio para a preparação das aulas: não é incomum ver casos em que o planejamento do curso segue ponto por ponto o que está prescrito no sumário destas publicações, [...]. Na maioria das vezes, estas propostas trazem uma concepção de ensino bastante tradicional e limitam-se, quase que em sua totalidade, à informação e à transmissão de conteúdos aos estudantes. (p. 3).

Clement et al. (2010) corroboram com essa concepção e acrescentam que o uso dogmático do livro didático faz com que o ensino se reduza a uma simples transmissão de conteúdo, sem espaço para incluir e refletir sobre outros assuntos. De acordo com os autores, este ensino não considera os conhecimentos prévios dos estudantes ou os pondera como errados, induzindo ao pensamento de que devem ser eliminados e substituídos pelo conhecimento científico que, por sua vez, é considerado verdadeiro.

Para os entrevistados, a linguagem utilizada, o domínio do conteúdo, as boas relações dentro de sala de aula, sendo ao mesmo tempo um profissional exigente, foram fatores citados como relevantes, definindo a influência do professor. Nesse sentido, é importante ressaltar que o ensino não está diretamente atrelado ao grau de austeridade do professor, pois “*é ingênua a ideia de que a qualidade do ensino deriva da severidade, frieza e distância do professor.*” (SOUSA; BASTOS, 2011, p.182).

Observa-se que há evidências indicando que, assim como os conceitos Físicos, a figura do professor também é lembrada pelos entrevistados. Analisar este fato fugiria ao escopo do trabalho, mas é importante apontar que a postura do professor pode ser uma importante ferramenta auxiliadora do ensino, conforme observamos nas falas a seguir:

*As atividades influenciam no que tu aprende, vai muito do professor, você vê o professor que sabe e que gosta do negócio. (CURIE).*

*A forma que ele ensina, tem que ter prática, tem que te mostrar, relacionar com o dia a dia e o aluno consegue aprender bem mais o conteúdo. (SAGAN).*

*O professor era um grande professor, ele usava bastante exemplos, sempre aplicava a teoria e a prática pra gente ter noção do que estava acontecendo, então não tinha dúvidas (HERTZ);*

*O professor tentava ao máximo trazer a matéria ao cotidiano então o entendimento da matéria ficava mais fácil. (PLANCK).*

Ao mesmo tempo, a forma com que o professor se comunica e suas metodologias podem despertar o interesse e a vontade de seguir carreiras científicas ou à docência. Este foi o caso de Planck: “*De todas as matérias que eu tive no Ensino Médio as que eu mais gostei foi pelo modo com que os professores ensinaram e eu comecei a gostar, tanto que a faculdade que eu escolhi pra fazer foi por causa de um professor*”.

Já as influências negativas relacionadas à postura dos professores são apontadas pelos entrevistados que afirmam terem tido aulas desmotivadoras. Os relatos a seguir apontam que a falta de didática e as deficiências no domínio do conteúdo de alguns professores ocasionaram falta de estímulo e desinteresse:

*Quando fui fazer magistério, aí a professora não era muito ligada, daí eu meio que larguei, assim, sabe de ficar estudando, me esforçando. (GALILEU).*

*Eu gosto de Física, mas pelo fato delas não ensinarem direito aí ia mal [...] eu tive vários professores, então não dava, a didática não dava. Elas não davam matérias, o que era pra dar, e na hora de fazer o vestibular eu não sabia nada de Física. Os dois semestres peguei exame na faculdade foi porque não sabia nada. (CORIOLIS).*

O relato de Coriolis atribui um maior entendimento da Física ao entrar em cursos da graduação, da mesma forma como apresenta críticas quanto às dificuldades sentidas na faculdade por não possuir uma base consistente de conhecimento dos conceitos estudados no Ensino Médio.

*Eu vi diferença da faculdade e no Ensino Médio, o professor não inovava. Na faculdade o professor fazia muita aula prática, no Ensino Médio era só teoria. Então ele consegue ensinar melhor, e você consegue ver isso no cotidiano. (CORIOLIS).*

*Eu gosto de Física, mas pelo fato delas não ensinarem direito aí ia mal, aí na faculdade quando eu comecei a aprender direito, aí eu aprendi então eu gostava mais. (CORIOLIS).*

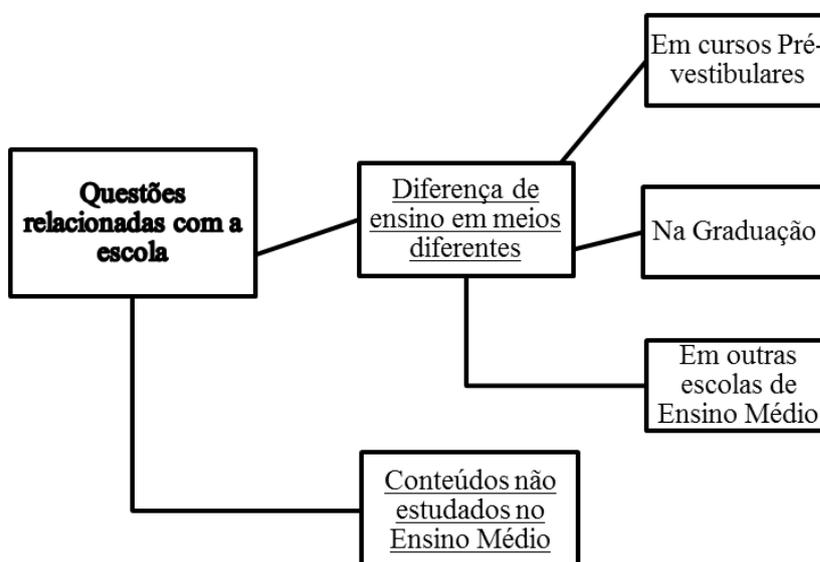
Finalmente, três entrevistados demonstraram que suas aulas de Física os direcionavam para a simples leitura e aplicação de dados em fórmulas matemáticas, ilustrando o foco nos cálculos. Com base nos relatos apresentados, nota-se que os estudantes foram ensinados e aprenderam a conviver com a concepção de que a Física seja uma forma de matemática aplicada. Nesse entendimento, a avaliação é simplesmente composta por problemas que propõem dados que são aplicados em equações e resultam em uma resposta quantitativa que é avaliada como certa ou errada, caracterizando um escore total ao final de uma avaliação. As falas a seguir demonstram esse panorama:

*Entender não é difícil, mas saber aplicar as fórmulas era. (EINSTEIN).  
A dificuldade maior, acho que era justamente a questão da interpretação com a realidade porque depois que você interpretou a situação, você chega a um cálculo matemático e chega a uma resposta. (COPÉRNICO).  
Os professores, normalmente não sabiam explicar, eles não tinham didática, a maioria não conseguia explicar pra gente. A gente só conseguia fazer os exercícios que eles tinham dado em aula, então na prova eles cobravam os mesmos exercícios só mudando os valores. (NEWTON).*

Sendo assim, esta categoria apresentou questões relacionadas aos professores, nas quais podemos ressaltar como a figura do docente pode influenciar no processo de aprendizagem, tanto de forma construtiva, quanto não construtiva. Aspectos relacionados às posturas e ações dos docentes, assim como as estratégias utilizadas para ensinar, foram relatados e mostraram que podem influenciar de modo significativo no resultado final da aprendizagem de um aluno, e por consequência podem se constituir como fatores relevantes da retenção destes saberes em sua estrutura cognitiva.

#### *Questões relacionadas à escola*

A segunda grande categoria que encontramos em nossa análise está relacionada com a Escola. O eixo denominado questões relacionadas com a escola, resumido no Quadro 3, foi composto por categorias que versam sobre os conteúdos não estudados no Ensino Médio e a diferença de ensino em meios desiguais.



Quadro 51 Artigo VIII: *Questões relacionadas com a escola: divisões e subdivisões. Fonte: autores.*

Os fatores apresentados nessa categoria demonstram que os estudantes consideram que alguns conteúdos não foram estudados nas aulas de Física, atribuindo à escola e ao professor a responsabilidade por tal descuido. É interessante perceber que os entrevistados não cogitam, nem atribuem a não retenção do conteúdo ensinado por parte deles mesmos, ou seja, pode ser

que o professor tenha lecionado tal conteúdo, mas por falta de interesse ou entendimento o estudante não tenha aprendido e, por isso, sequer tenha a lembrança desse assunto.

Assim, se mostra fundamental que dentro da sala de aula sejam criados espaços significativos de discussão e desenvolvimento de um espírito investigativo, pois os conceitos estudados necessitam se tornar significativos para o estudante, conforme defende Sasseron (2010):

Desenvolver o espírito crítico requer oferecer espaço para discussões entre alunos e professores; desenvolver o espírito investigativo exige que se criem oportunidades de verdadeira investigação; desenvolver o espírito participativo e solidário, atento às suas necessidades e às de outras pessoas, requer permitir a participação verdadeira dos alunos em sua formação, envolvendo-se com os colegas no processo de aprendizagem, negociando valores, significados e crenças. (p. 4).

Outro tópico abordado pelos entrevistados surgiu da comparação de suas experiências em diferentes escolas, sendo elas privadas, cursos pré-vestibulares, graduações e escolas de cidades diferentes. Desse modo, foram observados estudantes mais instigados por seus professores e a melhor relação entre professor e aluno em cursos pré-vestibulares e em disciplinas de Física básica na graduação:

*Na verdade, o que eu fui aprender de Física mesmo foi no cursinho. Era meio complicada, a professora faltava, mas no cursinho era mais tranquilo. (SAGAN).  
Eu sempre tive dificuldade de Física, mas depois eu aprendi no cursinho. A gente decorava pra poder passar. E isso foi diferente no cursinho depois, porque aí é vestibular. No cursinho eles te fazem pensar mais (NEWTON).*

Muitos relatos vieram acompanhados pela palavra inovação ao se referir sobre atividades diferenciadas que os professores realizavam no decorrer do ano. Três fatores são colocados em pauta para reflexão sobre tais distinções. O primeiro deles é a diferença entre ensino público e ensino privado. Uma vez que cursos pré-vestibulares geralmente são instituições privadas, as quais geralmente possuem uma estrutura diferenciada e remuneram melhor o professor. Em relação aos estudantes dessas instituições, também existe uma diferença interessante, pois muitos já têm o Ensino Médio concluído, são mais maduros e tem o objetivo bem definido que é passar em algum vestibular. Isso por si só caracteriza um estímulo interior de querer aprender e não a simples obrigação, que muitas vezes se observou nos relatos dos estudantes que ‘estudavam para passar’.

O segundo fator insere a reflexão de que cursos pré-vestibulares possuem uma metodologia totalmente voltada à aprovação em determinadas provas, sendo que as escolas regulares, segundo os documentos oficiais do Ministério da Educação, possuem o papel de

formar um cidadão com habilidades e competências capacitando-o para a vida. Dentro do Ensino de Física, tais orientações podem ser notadas através da seguinte citação:

Espera-se que o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação. (BRASIL, 2000, p.22).

Com base no que é norteado, almeja-se que a escola possa proporcionar oportunidade de o estudante perceber a Física inserida dentro de seus diversos contextos de aplicação, inclusive, no trânsito, motivo pelo qual acredita-se que exista relação entre a realidade escolar vivida pelo egresso do Ensino Médio e o quanto ele consegue intuir sobre esta ciência, aplicada dentro dessa temática.

Na sequência das análises, os entrevistados que vivenciaram mais de uma instituição no decorrer de sua formação básica, naturalmente realizaram comparações entre uma e outra, quando questionados sobre os fatores que influenciaram suas aprendizagens. Percebe-se através dos relatos que as diferenças entre escolas de Ensino Médio demonstram naturalmente a dinâmica exibida por cada realidade social e financeira na qual a instituição de ensino está inserida. Isso gera reflexos na utilização de recursos e nas diferentes formas de abordar um mesmo assunto.

*Quando a pessoa tem recurso o ensino fica totalmente diferente. (HERTZ).*  
*Faz tempo já, eu quase não tive aula por causa de falta de professores. (KEPLER).*  
*Quando eu fui pra escola estadual, lá tinha laboratório e tinha pesquisas, trabalho em grupos, eu lembro que quando eu vim pra Passo Fundo tudo o que eu tinha aprendido lá, aqui eles ainda não tinham aprendido. (LORENTZ).*

Ao perguntar aos entrevistados sobre os seus desempenhos no momento de responder o questionário da pesquisa, alguns comentaram sobre conceitos e fenômenos que supostamente não estudaram durante o Ensino Médio. Ao realizar a tarefa de agrupar esses comentários, formamos a subcategoria Conteúdos não estudados no Ensino Médio, apresentada neste tópico. Essas considerações demonstram que não basta somente ser um bom professor no sentido de dar aulas interessantes e possuir bons conhecimentos, pois juntamente com esses atributos é importante professor e escola realizarem um bom planejamento anual dos conteúdos a serem ensinados, estabelecendo e cumprindo o cronograma para que todos os assuntos sejam trabalhados de maneira igual e não focado somente em tópicos pontuais.

*Tinha coisa que eu não me lembro de ter visto no Ensino Médio, Lei de Newton sim, mas tinha nomes muito esquisitos e foi coisa que faltou, tipo torque, foi coisa que eu li e vi que não tive, foi estranho. (EINSTEIN).*

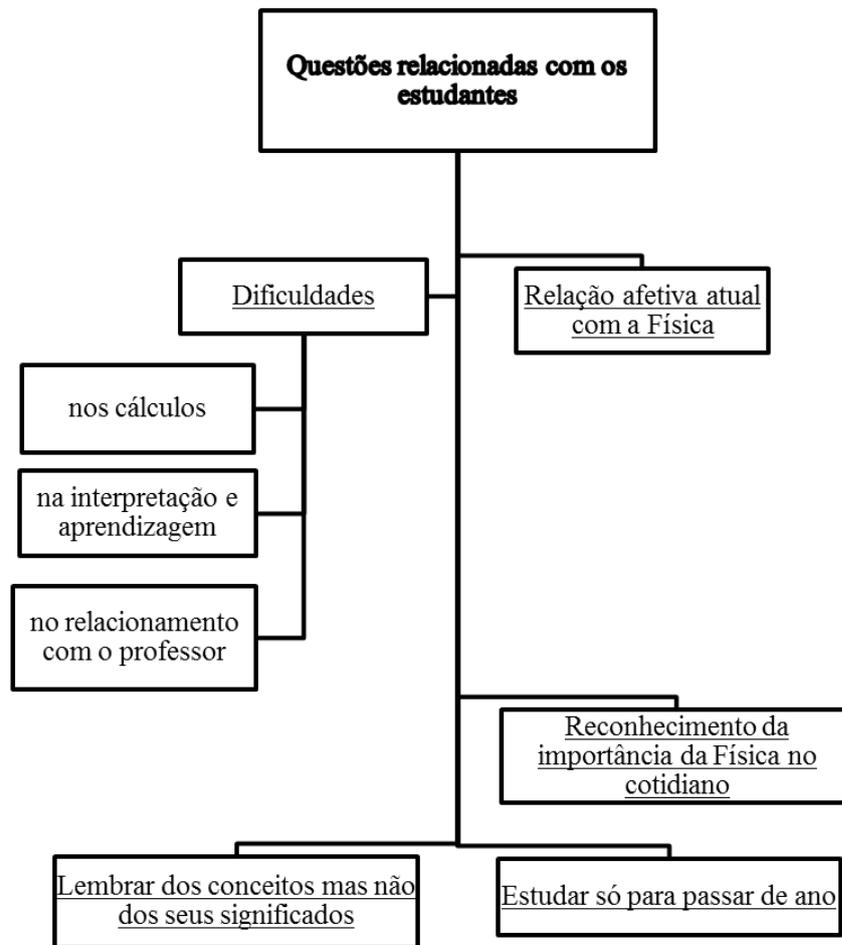
*A maioria sim, mas algumas questões não, até por serem matérias que eu não tenha estudado, mas a maioria sim. (NEWTON).*  
*A maioria dos conteúdos a professora não seguiu no Ensino Médio, então faltou um monte de coisa, nunca tive. (FEYNMAN).*

Considerando os resultados obtidos nesta seção e a proposta de escola idealizada pelos documentos oficiais do Ministério da Educação, compreende-se como é desafiador o ato de ensinar, pois para o professor não basta somente as suas reflexões docentes para mudar toda uma realidade escolar, um paradigma. Porém, ações em conjunto podem surtir efeitos, pois as questões relacionadas com a escola envolvem também a comunidade escolar, juntamente com pais, professores, estudantes e comunidade, pois todos esses nichos se beneficiam quando a educação evolui em suas abordagens e compreensões de mundo.

#### *Questões relacionadas com os estudantes*

A terceira grande categoria, que englobou as questões relacionadas com os estudantes, possuiu subcategorias abordando suas dificuldades, sua relação afetiva com a Física após o Ensino Médio, o fato de estudarem somente para passar de ano, e conceitos Físicos que foram lembrados pelo nome, mas não pelo seu significado.

Algumas dificuldades em Física foram apresentadas pelos entrevistados. Analisando-as de forma detalhada, foi possível perceber que suas reais dificuldades convergem para dois pontos em comum: a matemática básica e a interpretação de textos. Pode-se perceber que as dificuldades em cálculos ou na parte matemática derivam de um histórico de problemas com esta disciplina desde o Ensino Fundamental, onde tais lacunas podem fazer com que o desafio de aprender a calcular e resolver as questões de Física atrapalhe o vislumbrar da parte fenomenológica. Assim como realizado anteriormente, a terceira categoria que trata das questões relacionadas aos estudantes e suas subcategorias são mostradas no quadro 4 a seguir.



Quadro 52 Artigo VIII: *Questões relacionadas com os estudantes: divisões e subdivisões.* Fonte: autores.

Os relatos mostram que um fator que justifica a grande incidência de adversidades dos estudantes em Física é que suas dificuldades, inicialmente, estão no desenvolvimento da Matemática. Como referido, esta carência é um processo acumulativo, com lacunas de formação desde o Ensino Fundamental, dificultando a compreensão da Física. Como para esta disciplina são necessárias habilidades que envolvem a aplicação da linguagem matemática, juntamente com a interpretação de mundo e de fenômenos naturais, a falta de domínio de cálculos básicos impossibilita o aprendizado integral da Física. As falas a seguir demonstram essa situação:

*Era o entendimento dos cálculos. Os cálculos pra mim eu me perdia tudo. Eu conseguia fazer, mas me perdia na maioria das vezes. (CURIE);*

*A teoria eu sempre me virei tranquilo, e as fórmulas e a parte matemática era a pior parte. (PITÁGORAS).*

*Era a parte do cálculo, as perguntas eram difíceis de interpretar, mas os cálculos eram muito difíceis de fazer. Eu sempre fui uma ótima aluna, mas minha dificuldade era na matemática, eu não conseguia. E na Física tinha que saber a questão, interpretar e fazer o cálculo, então confundia muito. (HUBBLE).*

Outros estudantes atribuem suas dificuldades em Física também ao processo de interpretação das questões, revelando certa resistência por parte deles de sair do piloto automático de coletar dados e aplicar em fórmulas para chegar a uma resposta. Esta é uma situação muito comum entre os estudantes de Física. Por não entenderem determinados conteúdos e por não perceberem que a Matemática é uma linguagem em que a Física também se expressa, acabam reduzindo o entendimento da disciplina a uma simples tarefa de aplicar fórmulas.

*Interpretar eu acho que era mais, os problemas, essa coisa de colocar na prática pra mim era a pior, a teoria eu conseguia gravar, mas colocar isso pra minha vida era mais difícil. (PASCAL).*

*Pra falar bem a verdade, a dificuldade maior acho que era justamente a questão da interpretação com a realidade porque depois que você interpretou a situação, você chega a um cálculo matemático e chega a uma resposta. (COPÉRNICO).*

A interpretação de textos, de modo geral, também se mostrou relevante. Segundo eles, muitas vezes alguns conceitos eram expostos como de difícil compreensão e interpretação em momentos em que se fazia necessário utilizar a compreensão do fenômeno para decidir a equação que a situação-problema exigia para resolvê-lo.

Quando questionados sobre qual era a sua relação afetiva atual para com a Física, as respostas trouxeram diferentes reações. Buscando compreender as causas de motivação ou desmotivação, percebem-se fatores como incompreensão dos conteúdos, relação com o professor em suas metodologias ou didáticas, relação de dificuldade com a área das Ciências Exatas e a não reflexão da importância desta ciência para a vida.

Por afetividade, de forma epistemológica, Sousa e Bastos (2011) conceituam que consiste em qualquer experiência emotiva que foi vivenciada pelo indivíduo em algum setor de sua vida, o que segundo os autores “*não dispensa o domínio da razão, a singularidade e complexidade do aparelho epistêmico que o compõe, enfim, a aspectos indissociáveis do processo cognitivo*” (p. 172).

Ainda segundo os autores, a afetividade é indissociável do processo cognitivo. Desse modo, se entende que não é possível conceber estados afetivos sem racionalidade, assim como comportamentos de intelecto sem a presença de emoções. Percebemos pelos relatos que geralmente o gostar da disciplina está diretamente relacionado com o quanto o estudante apresenta desempenhos satisfatórios nela.

*Eu não tinha problemas, eu sempre ia bem, não era uma matéria que me atrapalhava, eu acho que o aprendizado, faz tu se apaixonar e gostar mesmo, porque se é uma coisa que tu não gosta, tu já se bloqueia né. (PASCAL);*

*Ver que ela tem relação com a vida na verdade, porque que nem a matemática tu calcula uma coisa meio só por calcular, mas tu não sabe o que tá calculando, Física tem relação com as coisas que acontecem né. (FEYNMAN).*

*Eu acho que eu sempre me interessei mais até quando eu saí do colégio, eu fiquei estudando uma área diferente das ciências biológicas e eu sinto falta da química e Física, dos cálculos. (FARADAY).*

Já nas impressões negativas para com a Física, Galileu afirma que os seus professores foram responsáveis por cativá-lo pelas disciplinas e que devido às escolhas na sua formação, optou por não priorizar as Ciências da Natureza em seu Ensino Médio. Outros entrevistados também apontaram para essa situação:

*Nunca foi uma das minhas matérias preferidas, eu gostava mais da matemática, mas a Física não estava entre as que eu mais gostava, mas era um mal necessário. (EINSTEIN).*

*Nunca parei pra pensar, eu acho que não era por causa do professor porque era o mesmo de química e física eu gostava, eu acho que era o conteúdo mesmo. (KEPLER).*

*Hoje eu não tenho nada a ver com Física, não sou chegada à Física, mas eu acho que ela explica tudo o que acontece ao redor da gente, é Física, química, e biologia e essas coisas, matemática, eu sou formada em enfermagem eu sou da área da saúde, eu achei que não ia usar Física, mas isso envolve tudo né. Física eu acho que é o que move o mundo né. (HUBBLE).*

Salienta-se a relevância de um ambiente propício para a aprendizagem. Evidentemente, acredita-se que tal ambiente deve trazer motivação, a qual sozinha não deve ser considerado um fator fundamental para que a aprendizagem ocorra, pois, outras condições também devem existir, como o material e o seu ensino serem potencialmente significativos, e sempre que possível contextualizado de acordo com os conhecimentos prévios do estudante (AUSUBEL, 2003).

Os entrevistados ainda foram questionados sobre sua percepção da Física aplicada no cotidiano do trânsito e qual a importância que davam a associação dos fenômenos físicos com situações do trânsito. Suas colocações demonstraram um reconhecimento relevante da Física como um instrumento de conhecimento que auxilia na interpretação do mundo e na prevenção de acidentes.

*Quando eu dirigia eu não fazia associação das coisas com isso tudo, era mais uma questão de valores, de conscientização, saber que a gente não pode correr, por mais que sabia que poderia acarretar uma consequência, mas tu não fazia um cálculo pra saber, mas uma conscientização sim. (COPERNICO).*

*Eu acho importante porque muitos alunos hoje saem do Ensino Médio com 17, 18 anos, querem fazer a carteira e seria importante colocar essas questões de CFC e explicar porque pra quando tu começar tu não tá no zero, já tem um bagagem, mas na minha aula a gente não era muito ensinando, não relacionava com o dia-dia, era o conteúdo que tinha no livro, eu acho que devia relacionar com coisa que a gente vai fazer no dia a dia pra saber aquilo. (HUBBLE).*

*Eu não associava Física no trânsito, até fiquei meio surpresa, até porque eu não associava duas coisas que não se ensina no Ensino Médio, que é política e regras de*

*trânsito e deveria ter sim. Porque muitos hoje dirigem e se sentem o dono do mundo. Isso é muito importante mesmo porque pra especular esse lado nada melhor que a Física porque pelo que vi nas perguntas elas cabem muito bem, mas em outras áreas também, mas na Física isso é importante e o professor deve falar. (DARWIN).*

A escola pode colaborar com a educação para o trânsito no sentido de trabalhar em seus estudantes valores em comum que são importantes em todos os setores da sociedade, como respeito mútuo e valorização da vida, por exemplo. As questões aplicadas diretamente ao trânsito são tópicos que perpassam as disciplinas, e todas as que puderem inserir diretamente essa aproximação disciplinarmente, são orientadas a fazer (BRASIL, 1997).

Muitos dos entrevistados, ao falar da Física do Ensino Médio citavam fenômenos e conteúdos estudados, sendo que as Leis de Newton foram o assunto citado com maior frequência:

*Essa associação da regra, com o que tá acontecendo ali, com algo do teu dia a dia que acontece, então é o cotidiano né, da lógica, porque de uma distância do carro, porque leva tanto tempo pra parar ele, o que acontece numa batida, a projeção do peso, essas coisas a gente não tinha associação com a realidade. (COPERNICO).  
Eu consegui fazer alguma relação sim, mas confesso que foi difícil porque às vezes tem coisas que a gente acha que lembra mas tem dúvida em duas três coisas e aí fica em dúvida no que responder. E aí você chuta, como por exemplo, as leis de Newton que foi uma coisa que a gente passou Ensino Médio inteiro estudando, e aí chega aqui a gente não lembra. (CURIE).*

Os relatos evidenciaram também que alguns dos participantes, durante o Ensino Médio, apresentavam dificuldades ou desinteresse pela disciplina, outros até mesmo gostavam, mas estudavam com o objetivo somente de buscar a aprovação, de modo que seus relatos sinalizam que muitas de suas aprendizagens não tiveram significado.

Dessa forma, se pode compreender que muitos dos entrevistados estudavam somente para uma aprovação, não retendo um conhecimento nem de forma intuitiva. Esses, muitas vezes tiveram professores que adequavam o processo de ensino baseado na memorização de suas questões e exercícios, cobrando-as em suas provas. Para estes entrevistados (ou alunos), bastava decorarem valores e fórmulas para obterem uma nota satisfatória.

*É que não era tão fácil, porque tinha gente que ia mal, mas é que as questões que ela dava em aula era só tu refazer que a prova era a mesma coisa, então não tinha muita coisa diferente. (FEYNMAN).  
Eu não lembrava muito mais do que tinha aprendido, a gente sai da escola e é como se apagasse tudo da memória. (MAXWELL).  
Eu estudava pra prova, só que era aquela coisa, tu saía da prova e esquecia tudo né, não lembrava de nada, conceitos, nada, hoje é aquela coisa, esqueci tudo. (GALILEU).*

Com base nessas evidências de cunho comportamental e nos relatos apresentados pelos entrevistados, se pode considerar que as relações entre afetividade e aprendizagem estão

interligadas e não podem ser ignoradas pelos professores. As boas relações no meio escolar, assim como a valorização das compreensões e concepções que os estudantes apresentam, podem modificar seus desempenhos em uma disciplina, pois segundo pontos percebidos nas entrevistas, mesmo que eles considerem difícil uma disciplina, como a Física, por exemplo, estando em um ambiente de condições favoráveis poderão se sentir amparados e entusiasmados a perseverar.

É interessante perceber neste momento que os 20 entrevistados que foram o foco desta pesquisa, participaram em uma investigação anterior que pretendia verificar se os egressos do Ensino Médio conseguiam fazer relações entre situações relacionadas ao trânsito e os conteúdos de Física estudados na Educação Básica. Como já foi dito anteriormente, 202 participantes se prontificaram a participar. Cada um deles respondeu a um questionário composto de 8 questões de múltipla escolha, na qual um contexto do cotidiano do trânsito era explanado e as alternativas consistiam na explicação Física para tal fenômeno. As questões foram construídas semelhantemente àquelas apresentadas na prova de Física do Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM. Os questionários foram avaliados em relação ao número de acertos de cada participante e os resultados podem ser percebidos no quadro a seguir:

Statistics			acertos_por_pessoa				
acertos_por_pessoa				Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
N	Valid	202	Valid	0	4	2,0	2,0
	Missing	0		1	8	4,0	5,9
Mean		3,92		2	41	20,3	26,2
Median		4,00		3	29	14,4	40,6
Mode		2 <sup>a</sup>		4	39	19,3	59,9
Std. Deviation		1,726		5	41	20,3	80,2
Minimum		0		6	26	12,9	93,1
Maximum		7		7	14	6,9	100,0
			Total		202	100,0	100,0

a. Multiple modes exist. The smallest value is shown

Quadro 53 Artigo VIII: Medidas de tendência central, dispersão e frequência geral de acertos por pessoa para o questionário respondido pelos 202 participantes. Fonte: autores.

O quadro 53 apresenta as medidas de tendência central dos acertos obtidos pelos egressos, ou seja, os valores para Média, Moda, Mediana. Também mostra como as medidas de dispersão (desvio padrão e valores mínimo e máximo de acertos) e uma visão da distribuição da frequência desses acertos. Optou-se por manter o formato original da impressão de saída do

software estatístico SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences – SPSS* versão 20.0.) a fim de atestar que a análise realizada nos forneceu o resultado aqui reportado.

Esses quantitativos significam que a concentração de acertos aponta para um desempenho médio individual de quase 50% (VIZZOTTO; MACKEDANZ, 2017). Por mais que um desempenho de 50% constitua metade, a princípio não pode ser avaliado como satisfatório, devido ao fato de que os participantes já haviam concluído seus estudos escolares e estavam em um processo de formação complementar em um CFC no momento da participação na pesquisa. Em outras palavras, o resultado não deve ser considerado bom porque os entrevistados já haviam estudado a Física básica que poderia fornecer subsídios para compreenderem tais conceitos e fenômenos abordados no questionário, além de suas vivências externas à escola, que também poderiam ter sido utilizadas para estabelecer tais relações.

O produto quantitativo apresentado é decorrente da trajetória escolar de cada participante. Partindo do pressuposto que o resultado obtido não é considerado satisfatório, é possível inferir que todas as questões apontadas em relação a afetividade entre os alunos do Ensino Médio e a disciplina de Física, as questões de motivação, a influência do professor e das metodologias por ele utilizadas, o uso (ou o não uso) de exemplos e aplicações contextualizadas entre tantos outros fatores, acabam por expressar uma certa ineficiência do ensino de Física. Pelo menos no que concerne à Física aplicada ao trânsito os entrevistados mostraram que a disciplina de Física está perdendo a oportunidade de ser um espaço de construção, de discussão, de contextualização e de apropriação de tal temática. A forma pelo qual a maioria dos entrevistados expôs sua relação com a disciplina demonstra que o ensino da maneira que se apresenta não tem trazido um aprendizado efetivo, significativo e com maior ancoragem na estrutura cognitiva dos egressos do Ensino Médio.

Esta pesquisa, de modo geral, aponta que as condições que podem ter influenciado o desempenho dos participantes perpassam a formação básica, as múltiplas interações a eles proporcionadas bem como as experiências individuais e coletivas construídas pelos indivíduos. Uma vez que estas podem colaborar para que consigam perceber de forma crítica o mundo, em especial a Física aplicada ao trânsito, tal construção pode oportunizar a atuação destes indivíduos dentro dessa realidade e de outras de forma responsável, já que estes egressos terão condições de compreender as relações de causa e efeitos de suas ações, que por consequência, pode colaborar para a formação de um pedestre e motorista mais consciencioso.

### **Considerações**

Foram realizadas entrevistas com 20 participantes da pesquisa, egressos do Ensino Médio, que foram questionados sobre aspectos referentes aos seus percursos pela escola e como as aulas de Física influenciaram em suas trajetórias posteriores à Educação Básica. Foram arguidos também sobre as relações entre a Física e o trânsito e a importância de discutir conceitos científicos para a formação de um motorista e pedestre com maior consciência das relações de causa e efeito de suas ações. Três categorias principais emergiram das entrevistas, sendo cada uma, composta por outras subcategorias, dividindo o conteúdo analisado em partições detalhadas sobre o fenômeno estudado.

Observou-se que a falta de professores no decorrer do ano letivo acarretou prejuízos na formação de qualidade. Para os estudantes, nem mesmo a substituição por profissionais de áreas afim, como Química e Matemática, foi suficiente para ensinar a Física dentro de uma abordagem embasada pelas recomendações dos documentos oficiais do MEC, no qual orienta-se por um ensino para a vida e, na medida do possível, contextualizado segundo a realidade dos estudantes. Essas evidências potencializam discussões acerca dos saberes pedagógicos que o professor necessita para desenvolver com êxito e qualidade o ensino de sua disciplina.

Os laços de relação entre professor e aluno também se mostraram relevantes para o surgimento de uma aprendizagem significativa. Estados de maior satisfação e harmonia dentro da sala de aula, assim como o fato de o professor possuir uma linguagem acessível aos seus alunos, foram fatores relevantes e salientados nas entrevistas como pertinentes dentro da trajetória escolar dos entrevistados.

Percebeu-se também que o ensino majoritariamente passivo trouxe, juntamente com dificuldades de compreensão dos conteúdos, certo nível de desmotivação para assistir as aulas, ou a busca de desempenho somente para ‘passar de ano’ ou ‘passar no vestibular’. Tais ações estimulam a não assimilação e retenção em longo prazo dos ensinamentos, uma vez que o fator motivacional é imperativo para potencializar uma aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003).

E por fim, ainda foi possível observar que muitas das dificuldades que os estudantes tiveram na disciplina de Física no Ensino Médio não estavam alocadas necessariamente nos conteúdos de Física, mas sim em dificuldades de realizar operações matemáticas básicas e na interpretação de textos. Estas dificuldades apontam principalmente para as deficiências em Português e Matemática, que podem ser resquícios de uma aprendizagem fragilizada desde o Ensino Fundamental.

Tendo em vista que o estudo da Física engloba a interpretação e explicação da natureza, não há como não pensar na grande quantidade de fenômenos aplicados ao trânsito que se pode

compreender a partir do conhecimento da Física básica escolar. Todo professor dispõe intuitivamente de ferramentas das quais se utiliza para desenvolver suas aulas visando ao melhor desempenho de ensino e aprendizagem, constituindo seu peculiar método. Sem insinuar qualquer juízo de valor em específico a qualquer metodologia que os professores venham a adotar, é necessário considerar que algumas ferramentas são mais efetivas do que outras no despertar de interesse, motivação e consequente aprendizagem dos estudantes.

Outro fato reside na importância de valorizar os saberes que os estudantes trazem para dentro da sala de aula. Esses saberes são constituídos durante suas diversas interações na sociedade e reflexões particulares, compondo um mundo de certezas internas, que se forem errôneas cientificamente, dificilmente serão desconstruídas contra vontade. Dar valor aos seus saberes e compreender a dinâmica da comunidade local no qual esses estudantes estão inseridos, ajudaria o docente a planejar com maior efetividade suas abordagens e munir-se de possibilidades de aliar um novo conhecimento ao cotidiano desses indivíduos, de modo a buscar um sentido de maior significância para o assunto que o estudante está conhecendo.

Considerando tais fatores vivenciados pelos entrevistados durante a escola, acreditamos que esses possam ter influenciado no desempenho quantitativo da pesquisa de mestrado antes mencionada, pois as competências que permitiram com que os entrevistados respondessem o questionário quantitativo foram adquiridas, ao menos em parte, na escola. Ou seja, o ambiente que proporcionou ou não tal aprendizagem, foi construído com base nas relações entre os alunos, professores, conteúdos ensinados, conteúdos retidos na estrutura cognitiva, e assuntos contextualizados com suas realidades. Com isso é possível salientar o papel da escola em preocupar-se na busca de um ensino que proporcione ao indivíduo possibilidades de compreender o mundo e interagir nele de forma crítica e responsável.

#### 9.4. Apêndice IV Artigo IX

##### **Possíveis influenciadores da retenção conceitual de Física à longo prazo: um estudo com egressos do Ensino Médio através da temática trânsito<sup>11</sup>**

**Resumo:** Este trabalho apresenta resultados de uma pesquisa que investigou se egressos do Ensino Médio relacionavam a Física escolar com o cotidiano do trânsito. Para tal, testes de hipótese foram realizados, a fim de verificar se o cruzamento entre características apresentadas pelos entrevistados, como gênero, idade, conclusão do Ensino Médio em escola pública ou particular, experiência com veículos, e nível educacional atual, poderiam ou não ter influenciado no desempenho dos mesmos ao responder um questionário sobre Física aplicada ao trânsito. Foram realizados cinco testes não-paramétricos (Teste U de Mann-Whitney) para fazer este comparativo e notou-se que participantes que concluíram o Ensino Médio em escolas particulares, assim como os que já haviam dirigido até o momento da pesquisa, obtiveram desempenhos estatisticamente mais significativos do que o grupo oposto para cada teste. Tais constatações corroboram com a concepção de que a qualidade do ensino, aliada à consideração dos conhecimentos prévios dos estudantes, assim como as experiências vivenciadas por cada indivíduo podem atuar de forma significativa na aprendizagem, potencializando uma maior retenção de conceitos físicos em egressos da educação básica e a maior possibilidade de se ter uma visão crítica do seu cotidiano, preceitos básicos de uma Alfabetização Científica.

**Palavras chave:** Ensino de Física; Física aplicada ao trânsito; Teste de hipótese; Alfabetização Científica.

##### **Possible conceptual physics retention long term influencers: a study with high school graduates through the transit theme.**

**Abstract:** This paper presents results of a survey which investigated whether high school graduates had school physics with the everyday life of the traffic. For this purpose, hypothesis tests were carried out in order to verify that the intersection between features presented by respondents, such as gender, age, high school completion in public or private school, experience with vehicles, and level current educational, could not have influenced the performance by answering a questionnaire about physics applied to traffic. Were conducted five non-parametric tests (Mann-Whitney U Test) to make this comparison and it was noted that participants who completed secondary education in private schools, as well as those who had already directed by the time of the survey, obtained statistically most significant performances than the opposite group for each test. Such findings support the view that the quality of education, together with the consideration of the previous knowledge of the students, as well as the experiments experienced by each individual can act meaningfully on learning, empowering a greater retention of physical concepts in graduates of basic education and the increased possibility of having a critical view of your everyday life, basic precepts of a Science Literacy.

**Keywords:** Physics Teaching; Physics applied to traffic; Hypothesis test; Scientific Literacy.

#### **Introdução**

---

<sup>11</sup> Artigo submetido à Revista de Educação, Ciências e Matemática da Universidade Unigranrio em 2018 (no prelo).

O estudo da Física escolar tem por objetivo possibilitar habilidades e competências aos estudantes, para que estes possam interpretar a natureza e o funcionamento de dispositivos tecnológicos presentes em suas vidas, ou seja, preparar o indivíduo para diferentes situações cotidianas, em que o conhecimento das relações de causa e efeito de suas ações permita a possibilidade de uma tomada de decisões de forma consciente.

Para isso, é importante que as aulas construam relações entre os conteúdos de Física e os conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva dos estudantes (AUSUBEL, 2003). Uma das formas de acessar os conhecimentos prévios dos mesmos é através da contextualização. Dessa forma, acredita-se que compreender o funcionamento de fenômenos físicos a partir de uma situação presente na realidade cotidiana dos alunos pode auxiliar na retenção de conhecimentos à longo prazo, por assumir um maior significado para o aluno.

Espera-se da Educação Básica que, ao concluí-la, o indivíduo tenha adquirido certo nível de Alfabetização Científica (HURD, 1958), de modo que a sua interpretação de mundo possa ser pautada também pela criticidade de sua análise. Isso significa que o conhecimento escolar pode auxiliar nessa formação crítica, na qual os conteúdos da disciplina de Física têm papel fundamental no aprimoramento de leitura do mundo, explicando grande parte dos fenômenos naturais cotidianos e aplicações tecnológicas, abordagem defendida pela estratégia da contextualização (RICARDO, 2005).

O tema trânsito está presente no cotidiano de todos os estudantes, seja na condição de pedestres, seja de passageiros. Basta sair de casa para inserir-se nesta realidade, na qual percebemos a presença de inúmeros fenômenos físicos ali aplicados. Por isso, defendemos que esta temática é um espaço frutífero para se buscar formas de aliar os temas de Física com este contexto.

No Brasil, em 2017, o número de mortes no trânsito passou de 39.000 (AMBEV, 2017), sendo causadas, majoritariamente, por déficits na educação para o trânsito (NEGRINI NETO; KLEINUBING, 2012). Esse número ressalta a importância de se compreender significativamente a dinâmica do trânsito, uma vez que são as ações dos condutores que podem salvar ou subtrair vidas, pois a imprudência e negligência causadas pela falta de consciência de suas ações, ou seja, de educação para o trânsito, são as maiores causadoras de acidentes, mais do que problemas de engenharia veicular e viária, ou questões ligadas às leis de trânsito.

Diante dessa realidade, a escola se mostra como um canal impar na promoção de discussões sobre valores fundamentais para a vivência dentro do trânsito, proporcionando ao Ensino de Física a oportunidade de desvendar o funcionamento de dispositivos veiculares e

fenômenos físicos aplicados a este cotidiano, sendo tal objetivo, de modo geral, orientado pelo Ministério da Educação (BRASIL, 1996; 2000; 2018a).

Como a orientação de um ensino para a vida está presente nesses documentos desde a criação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, lei 9.394 (BRASIL, 1996), espera-se que os indivíduos que iniciaram seus estudos após a vigência desta orientação possam ter vivenciado um ensino com maiores momentos de contextualização dentro de situações presentes em suas vidas, e não mais um ensino predominantemente propedêutico e fragmentado.

Nesse sentido, mostra-se interessante investigar o quanto do conhecimento escolar é aproveitado ou relacionado ao cotidiano do estudante depois que ele saiu do Ensino Médio, ou seja, será que o que foi discutido dentro das aulas foi aprendido de forma significativa para que ele pudesse utilizar tais conhecimentos em contextos diversos, após sua formação?

Para isso, realizou-se uma pesquisa com objetivo de perceber o quanto o egresso do Ensino Médio consegue relacionar os conhecimentos de Física escolar com situações aplicadas ao cotidiano do trânsito.

Foi elaborado um questionário com 10 perguntas de múltipla escolha, semelhantes às realizadas no Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM, das quais, após respondidas, gerou-se um somatório de acertos para cada entrevistado. Neste artigo, buscou-se verificar, através de Testes de Hipótese, se havia relação entre o desempenho dos participantes e seus dados de caracterização, como gênero, idade, formação escolar, experiência com veículos e nível educacional.

Os participantes, egressos do Ensino Médio, foram alunos de Cursos de Primeira Habilitação de Centros de Formação de Condutores de uma cidade do interior do Rio Grande do Sul. Havia como pré-requisitos para participação a conclusão do Ensino Médio e idade entre 18 e 30 anos. Este limite de idade foi imposto devido ao foco delimitador desta análise, que busca investigar egressos que estudaram o Ensino Médio já dentro da vigência da Lei de Diretrizes e Bases da Educação, iniciada em 1996.

O artigo está estruturado da seguinte maneira: primeiramente, busca-se justificar o trabalho dentro do referencial teórico da área. Em seguida, realiza-se uma revisão sobre os testes de hipóteses dentro da estatística inferencial (PASQUALI; PRIMI, 2003; HAIR JÚNIOR, et. al, 2006; KIRSTEN; RABAHY, 2006; PEREIRA, 2006), a fim de situar o leitor na abordagem utilizada para estabelecer as deduções concluídas nesta pesquisa. Em um terceiro momento, os aspectos metodológicos da investigação são detalhados, da construção do questionário aos procedimentos de coleta e análise dos dados. Na sequência, os resultados são apresentados e

discutidos à luz do referencial teórico, finalizando o trabalho com as considerações sobre o estudo e as perspectivas para a continuidade da pesquisa dentro desta temática.

### **Fundamentação teórica**

Teste de hipótese é um método estatístico baseado na análise de uma amostra através da teoria de probabilidades, utilizado para aferir determinados parâmetros que são desconhecidos em uma população. São constituídos de alternativas que são submetidas a testes. Uma população tem uma amostra retirada e através da aplicação de teoria de probabilidades é possível tirar conclusões em relação a ela (PASQUALI; PRIMI, 2003).

Um teste de hipótese analisa duas hipóteses opostas sobre uma determinada população: a hipótese nula ( $H_0$ ) e a hipótese alternativa ( $H_A$ ). A hipótese nula é a afirmação que está sendo testada. É o que se considera como verdade para a elaboração do teste, ou seja, é o fato que se deseja testar. Geralmente, ela é uma declaração de nenhuma implicação ou nenhuma diferença sobre o comportamento da amostra. A hipótese alternativa, por sua vez, é a declaração antagônica que se aceitaria como verdadeira, caso a hipótese nula seja rejeitada.

Antes de realizar um Teste de Hipótese, ele deve ser planejado por meio de 8 etapas (PIRES, 2000), citadas a seguir:

- Pelo contexto do problema identificar o parâmetro de interesse;
- Especificar a hipótese nula;
- Especificar uma hipótese alternativa apropriada;
- Escolher o nível de significância  $\alpha$ ;
- Escolher uma estatística de teste adequada;
- Fixar a região crítica do teste;
- Recolher uma amostra e calcular o valor observado da estatística de teste;
- Decidir sobre a rejeição ou não de  $H_0$ .

Com base nos dados da amostra, o teste determina se a hipótese nula deve ser rejeitada ou aceita. Isto é decidido observando um determinado coeficiente (p-valor) que consiste em um ponto limite definido com base no nível de erro de decisão em que a análise está sendo submetida. Geralmente admite-se 1% ou 5% de erro da medida, o que proporciona, respectivamente, uma certeza de 99% ou 95% na decisão de aceitar ou não a rejeição da hipótese nula. Se o p-valor for menor ou igual ao nível de significância, então, sugere-se rejeitar a hipótese nula. Tanto o ponto limite do p-valor, quanto a fórmula utilizada para calculá-lo, dependerá do teste escolhido, sendo valores tabelados pela literatura da área (HAIR JÚNIOR et al., 2006).

O teste escolhido dependerá de fatores relacionados com o tipo de análise que se deseja realizar e o comportamento dos dados obtidos. Os testes paramétricos necessitam que os dados obedeçam à tendência normal da curva de distribuição (distribuição Gaussiana). Os conjuntos de dados também necessitam possuir variâncias consideradas iguais, ao contrário dos testes não-paramétricos, que são alternativas de uso para quando os dados não seguem a referida tendência à normalidade (NOBRE, 2012).

Todos os testes utilizados para aferição das características dos dados tem como base a Teoria Clássica de Testes. Para determinar se a amostra possui dados que obedecem a uma curva normal é necessário realizar um teste de normalidade. Para tal, nesta pesquisa foi utilizado o teste de Kolmogorov-Smirnov. Esse teste se utiliza da comparação entre dois grupos independentes, verificando a concordância entre duas distribuições acumuladas.

Para interpretar o resultado para o teste de Kolmogorov-Smirnov, basta observar o valor  $p$  de significância. Esse valor, para uma significância de 95% deve possuir um número maior que 0,05 para ser considerada uma distribuição normal, ou seja, toda vez que o teste apresentar valor  $p < 0,05$ , significa fuga de normalidade.

Para comparação entre dois grupos é necessário que as suas variâncias também tendam à igualdade, sendo necessário aplicar outro teste, o Teste de Levene. Ele testa a homogeneidade de variância, ou seja, testa se há ou não variabilidade semelhante entre os grupos testados.

Para os dados desta pesquisa, no caso de as amostras apresentarem estes pré-requisitos necessários para se realizar testes paramétricos, realiza-se o Teste  $t$  para amostras independentes: caso contrário, pode-se utilizar o Teste  $U$  de Mann-Whitney como opção de teste não-paramétrico. O Teste  $t$  para amostras independentes consiste na comparação de médias entre dois grupos. Em todos os tipos de Teste  $t$ , é necessário observar o  $t$ -valor, chamado de razão crítica, assim como do  $p$ -valor, pois dessa forma, se poderá verificar se a diferença ocorre com  $p < 0,05$ , rejeitando a hipótese nula ou se consiste apenas em um valor  $p > 0,05$ , aceitando assim, a hipótese nula. Para uma explicação mais detalhada, recomendamos a leitura de livros-texto da Estatística Inferencial (PASQUALI; PRIMI, 2003; HAIR JÚNIOR, et. al, 2006).

Por sua vez, o Teste  $U$  de Mann-Whitney é utilizado quando se tem uma análise não-paramétrica de dados. Basicamente, esse teste verifica se há evidências para acreditar que valores de um grupo são superiores aos valores de um segundo grupo. Para analisar a hipótese, o teste de Mann-Whitney cria um ranking de todos os casos, independente do grupo a que a média pertença e depois compara estes rankings entre cada grupo.

No caso desta investigação, os testes de hipótese analisaram escores de desempenho advindos de uma das medidas de tendência central, obtidas através da aplicação de um questionário (VIZZOTTO; MACKEDANZ, 2017). Em específico, foi considerado o somatório de acertos individuais de cada participante da amostra.

Existem dois grupos de medidas na Estatística Descritiva: as de tendência central e as de dispersão (REIS; REIS, 2002). Para os autores supracitados, as medidas de tendência central consistem em uma maneira de resumir a informação contida nos dados, escolhendo assim, um valor para representar todos os outros. As medidas utilizadas nesta pesquisa foram a Média, Moda, Mediana, Desvio Padrão e Valores de mínimo e máximo.

Média é a medida que apresenta a concentração dos dados. Matematicamente ela é a soma de todos os valores observados da variável dividida pelo número total de observações, sendo considerada devido a sua facilidade de manipulação, a medida de tendência central mais utilizada para representar a massa de dados.

Mediana consiste na posição que divide, de forma exata, um grupo de dados em função da quantidade de seus elementos, ou seja, é o valor que ocupa a posição central da série ordenada de observações, dividindo o conjunto em duas partes iguais.

A Moda é uma maneira alternativa de representar o valor que é comum em um conjunto de dados, através do valor mais frequente apresentado. Desse modo é o valor que apresenta a maior frequência da variável entre os dados observados. O seu uso é preferível quando se deseja obter uma medida de tendência central com maior agilidade, sendo que essa medida também não sofre interferência dos valores extremos, como acontece com a média.

Por outro lado, existem as medidas de dispersão. Por mais que dois conjuntos de dados possuam as mesmas medidas de tendência central, elas podem apresentar valores diferentes para suas dispersões. Dessa maneira, para se conhecer o comportamento de uma variável de forma mais completa é necessário conhecer além das medidas de centro, as medidas de dispersão desse valor de centro.

Segundo Pasquali (2017), dispersão consiste na maior ou menor diversificação dos valores de uma variável em torno de um valor de tendência central tomado como ponto de referência. Uma das medidas de dispersão utilizadas foi o Desvio Padrão, que é a medida da variação de um conjunto, de modo que quanto maior for o desvio padrão, maior será a heterogeneidade entre os valores que estão sendo analisados; representa, então, o desvio dos dados em relação à média escolhida como medida de tendência central. Outra foram os Valores de mínimo e máximo, os quais consistem nas medidas que graduam os escores obtidos por uma

coleta de dados, podendo demonstrar o estado atual da variabilidade para um índice medido, conhecendo a sua dimensão escalar.

### **Metodologia**

O índice de acertos e erros utilizados para os testes de hipótese advém do resultado de um questionário aplicado ao público-alvo. Este foi elaborado pelos autores, contendo 10 questões conceituais de múltipla escolha, criadas com base no estilo das questões utilizadas pelo Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).

O processo de validação do questionário contou com a avaliação de 10 professores doutores da área de Ensino de Física (validando assim o conteúdo) e também com um teste estatístico para avaliar a sua consistência interna. O índice de consistência interna (teste Alfa de Cronbach), que atesta a fidedignidade do instrumento, obteve um valor final de 0,74. O processo de validação sugeriu retirar da análise 2 das 10 questões, a fim de aumentar o coeficiente Alfa de Cronbach para o valor citado. Portanto, as questões 1 e 4 do instrumento (anexo 1) não foram consideradas para a estatística de acertos e erros.

Conforme referido, os pré-requisitos para participar da pesquisa consistiam na conclusão do Ensino Médio e idade compreendida entre 18 e 30 anos. A coleta de dados aconteceu em Cursos de Primeira Habilitação de autoescolas de uma cidade do interior do Rio Grande do Sul. A pesquisa contou com a participação de um total de 202 egressos do Ensino Médio, estudantes de autoescola.

O questionário também coletou dados de caracterização dos respondentes, tais como gênero, idade, tipo de escola em que concluiu a educação básica (escola pública ou particular), se possuía experiência na condução de veículos e formação escolar atual (se havia ingressado ou não na graduação após o Ensino Médio).

Tais características foram comparadas com o índice de acertos de cada participante, a fim de verificar se algum desses fatores poderia ter influenciado no desempenho do egresso, ou seja, se a diferença de acertos entre grupos dicotômicos, como por exemplo, homens e mulheres, ou formados em escola pública e formados em escola particular, era significativa.

Os dados foram compilados e analisados através do software *Statistical Package for the Social Sciences – SPSS*, versão 25 para Windows. Cabe ressaltar que se optou por utilizar as tabelas e gráficos gerados pelo próprio software, a fim de garantir a confiabilidade dos resultados obtidos, o que justifica os mesmos estarem na língua inglesa.

Primeiramente, para saber qual teste de hipótese utilizar foi necessário constatar se o índice de acertos geral obedecia à curva normal (distribuição Gaussiana). Para isso foi utilizado

o teste de Kolmogorov-Smirnov. Esse teste avalia a normalidade de variáveis quantitativas. Para interpretar a sua saída do software estatístico, basta observar o p-valor de significância bilateral. Esse valor, para uma significância de 95%, deve possuir um número maior que 0,05 para ser considerada uma distribuição normal, ou seja, valores de p-valor menores que 0,05 para o teste de Kolmogorov-Smirnov indicam fuga de normalidade (PEREIRA, 2006).

Conforme se pode observar no Quadro 54, no teste o p-valor de 0,001 constata uma fuga da normalidade para o índice de acertos dos estudantes. Dessa forma, não é recomendado realizar testes paramétricos nos dados da pesquisa. Sendo assim, os testes de hipóteses realizados no decorrer da análise de dados obedecerão ao caráter de testes não-paramétricos, conforme orienta a literatura da área (COSTA, 2010; HAIR JÚNIOR et. al., 2006; HILL; HILL, 2005; KIRSTEN; RABAHY, 2006; PEREIRA, 2006).

		acertos_por_pessoa
N		202
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	3,92
	Std. Deviation	1,726
Most Extreme Differences	Absolute	,135
	Positive	,130
	Negative	-,135
Kolmogorov-Smirnov Z		1,920
Asymp. Sig. (2-tailed)		,001

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

*Quadro 54 Artigo IX: Saída do software estatístico para o Teste de Kolmogorov-Smirnov. Fonte: autores.*

Justificado o uso de um teste não-paramétrico, passamos a utilizar o Teste U de Mann-Whitney. Sendo assim, a seguir apresenta-se uma série de cinco testes de hipóteses, realizados com o objetivo de estabelecer relações entre os índices de acertos dos estudantes e as variáveis de caracterização dos entrevistados.

Um dos pré-requisitos para se realizar um teste não-paramétrico é a igualdade (homogeneidade) de variâncias. Para constatar isso, aplicou-se o Teste de Levene, que avalia a hipótese da homogeneidade das variâncias.

Segundo Pereira (2006), para interpretar a saída do software estatístico para este teste, se deve observar o p-valor da significância bilateral do teste. Se a significância for menor ou igual a 0,05, considera-se que deve ser rejeitada a igualdade das variâncias; logo, se a significância do teste for maior que 0,05, considera-se as variâncias como iguais.

Para testar a hipótese proposta, utilizou-se o Teste U de Mann-Whitney, que cria uma ordenação (ranking) de todos os casos, independente do grupo ao qual pertence as médias e

depois compara estes rankings entre cada um dos grupos (PEREIRA, 2006; HILL; HILL, 2005). A saída do software estatístico fornece o rank médio e a soma dos rankings de cada grupo. Dessa forma, pode-se esperar que havendo uma diferença considerada significativa entre os grupos analisados, os rankings médios sejam significativamente diferentes.

Sendo assim, para cada teste de hipótese apresentado, inicialmente se testará a homogeneidade de variâncias e logo após se realizará o teste não-paramétrico.

## Resultados

### *Teste de hipótese para gêneros*

Este teste de hipótese teve por objetivo observar se há diferença na média de distribuição de acertos dos estudantes do sexo masculino e feminino, ou seja, se algum dos dois grupos compreendeu, relacionou e apresentou melhor desempenho nos conceitos Físicos aplicados ao trânsito do que o outro.

**Test of Homogeneity of Variances**

Acertos			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1,086	1	200	,299

*Quadro 55 Artigo IX: Saída do software estatístico para o Teste de Levene. Fonte: autores.*

No caso dos dados configurados para o Teste de hipótese para gêneros, o valor da significância é 0,299, ou seja, maior que 0,05, mantendo a hipótese nula de que as variâncias são iguais (homogêneas).

Para analisar o resultado do teste é necessário observar o nível de significância bilateral/bicaudal apresentado. O teste bicaudal tem o objetivo de testar apenas se as proporções são iguais ou diferentes e não estabelecer qual delas é maior ou menor (KIRSTEN; RABAHY, 2006).

Para o teste de hipótese para gêneros, os dados foram tabulados de modo que o software considerasse a diferenciação dos gêneros como 1 e 2, atribuindo o número 1 ao Feminino e 2 ao Masculino.

A seguir são apresentados, no Quadro 56, os resultados derivados das análises do Teste U, no qual verificamos que o nível de significância bilateral observado é de 0,444, ou seja p-valor maior que 0,05, o que não permite rejeitar a hipótese nula em que afirma que as médias das duas amostras são as mesmas para os dois grupos. Este resultado possibilita concluir que as

discrepâncias no escore total de acertos e erros não são influenciadas pelo gênero do respondente.

Ranks				Test Statistics <sup>a</sup>		
	Gênero	N	Mean Rank	Sum of Ranks		Acertos
Acertos	1	122	104,01	12689,00	Mann-Whitney U	4574,000
	2	80	97,68	7814,00	Wilcoxon W	7814,000
	Total	202			Z	-,765
					Asymp. Sig. (2-tailed)	,444

#### Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of Acertos is the same across categories of Gênero.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,444	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Quadro 56 Artigo IX: Saída do software estatístico para o Teste U. Fonte: autores.

O Quadro 57 apresenta um resumo paralelo das medidas de tendência central e dispersão para os estudantes masculinos e femininos. Nota-se que as estudantes do grupo feminino (122 participantes) obtiveram um desempenho superior aos estudantes masculinos (80 participantes), mesmo que este desempenho não signifique uma diferença na distribuição das médias entre os dois grupos, confirmado pelo teste de hipótese, pois essa diferença é pequena, uma vez que se pode notar que os valores de mediana são os mesmos para os dois grupos.

		feminino	masculino
N	Valid	122	80
	Missing	0	42
Mean		4,02	3,80
Median		4,00	4,00
Mode		4	2
Std. Deviation		1,681	1,753
Minimum		0	0
Maximum		7	7

Quadro 57 Artigo IX: Medidas de tendência central e dispersão para gêneros. Fonte: autores.

De forma geral, 8,2% das participantes do grupo feminino tiveram um número máximo de acertos (7 das 8 questões analisadas), enquanto que esse escore de acertos fez parte apenas

de 3,3% dos estudantes do gênero masculino. Já para o número mínimo (zero acertos), os percentuais foram de 0,8% do gênero feminino e 2,5% do masculino.

Apesar dessas diferenças encontradas descritivamente, ao aplicar o teste de hipótese verificou-se que, com uma significância de 95% de certeza, não há diferença entre um gênero e outro na distribuição de acertos.

#### *Teste de hipótese para escolaridade*

O objetivo deste teste foi verificar a hipótese nula de que estudantes que concluíram seus estudos em escolas públicas possuem o mesmo desempenho que estudantes que concluíram o Ensino Médio em escolas particulares.

Como padrão, foi realizado o teste de homogeneidade de variâncias para os dados configurados para o presente teste.

#### **Test of Homogeneity of Variances**

Acertos			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,491	1	200	,484

*Quadro 58 Artigo IX: Saída do software estatístico para o Teste de Levene. Fonte: autores.*

Para realizar o Teste U foram codificadas as variáveis como: 1 para Ensino Médio concluído em escola pública e 2 para escola particular. Conforme se pode notar no quadro 8, 175 estudantes concluíram em escola pública e somente 27 em escola particular, porém, mesmo em menor número, essa minoria apresentou um melhor desempenho, conforme se pode observar no rank médio do quadro apresentado.

No Teste de Levene, o valor da significância é 0,484, ou seja, maior que 0,05, mantendo a hipótese nula de que as variâncias são iguais. A seguir apresentamos os Quadros derivados do software para o Teste U dessas variáveis.

Ranks				
	Formação escolar	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Acertos	1	175	98,14	17175,00
	2	27	123,26	3328,00
	Total	202		

Test Statistics <sup>a</sup>	
	Acertos
Mann-Whitney U	1775,000
Wilcoxon W	17175,000
Z	-2,109
Asymp. Sig. (2-tailed)	,035

a. Grouping Variable:  
Formação\_escolar

Hypothesis Test Summary				
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of Acertos is the same across categories of Formação_escolar.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,035	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Quadro 59 Artigo IX: Saída do software estatístico para o Teste U. Fonte: autores.

O nível de significância bilateral observado é de 0,035, ou seja, p-valor menor que 0,05, o que sugere rejeitar a hipótese nula na qual afirma que as médias das duas amostras são as mesmas para os dois grupos.

Dessa forma, podemos afirmar que houve diferença estatística entre os questionários respondidos por estudantes que concluíram o Ensino Médio em escolas particulares e os que concluíram em escolas públicas, ou seja, o fator “escola” é uma variável importante para explicar a diferença de compreensões entre estudantes que apresentaram diferenças de desempenho.

Observando os dois grupos descritivamente, a diferença entre eles visivelmente aparece ao observarmos o quantitativo das medidas de mediana e também de moda. Mesmo que a diferença entre medianas seja somente de um acerto, a diferença entre modas (5 para escola particular e 2 para escola pública) demonstra uma considerável discrepância entre os dois grupos analisados.

		Statistics	
		Escola_particular	Escola_pública
N	Valid	27	175
	Missing	148	0
Mean		4,56	3,82
Median		5,00	4,00
Mode		5	2
Std. Deviation		1,717	1,711
Minimum		0	0
Maximum		7	7

*Quadro 60 Artigo IX: Medidas de tendência central e dispersão para diferença de escolaridade. Fonte: autores.*

O número de estudantes que obtiveram 0% de desempenho no grupo de estudantes vindos de escolas públicas é quase três vezes maior que os estudantes formados por escolas particulares. De forma inversa, o índice de estudantes que obtiveram 7 dos 8 acertos do questionário é quase três vezes maior no grupo dos estudantes oriundos de escola particular.

Mais do que aproveitar este resultado para discutir o nível de ensino da escola pública, este resultado mantém as observações retiradas das análises de desempenho ao longo dos últimos anos no Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM, nas quais este comportamento repete-se. Além disso, a análise dos percentuais também pode ser enganosa, uma vez que o número de alunos oriundos de escolas públicas que realizou o teste equivale a 87% da amostra. Por exemplo, considerando o número absoluto de questionários, temos 14 indivíduos com 7 acertos (71% da escola pública) e 26 com 6 acertos (89% de escola pública). No outro extremo, 4 indivíduos não obtiveram acerto algum (75% de escola pública) e 8, todos da escola pública, alcançaram 1 acerto.

Isto não significa que o resultado obtido para o teste de hipótese seja inválido. Conforme já apontado, a análise estatística da hipótese proposta não permite considerar que o fator escolaridade prévia seja desconsiderado. Seguindo as medidas de tendência central, a moda de cada distribuição mostra como as distribuições de acertos estão distribuídas, com centro em valor mais alto para os alunos oriundos de escolas particulares.

#### *Teste de hipótese para experiência com veículos*

Esse teste teve por objetivo observar se o indivíduo que teve contato como condutor de um veículo, seja automóvel, moto ou similar, antes de realizar o processo de primeira habilitação, apresentou um desempenho diferente do que os que nunca dirigiram. A hipótese

nula versa que a distribuição de acertos entre os dois grupos é a mesma. A seguir é apresentado o teste de homogeneidade de variâncias e na sequência os resultados do Teste U:

#### Test of Homogeneity of Variances

Acertos			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,172	1	200	,678

Quadro 61 Artigo IX: Saída do software estatístico para o Teste de Levene. Fonte: autores.

No caso dos dados configurados para o Teste de hipótese para a experiência com veículos antes da habilitação, o valor da significância do Teste de Levene é 0,678, ou seja, maior que 0,05, mantendo a hipótese nula de que as variâncias são iguais.

Para a análise, se codificou os dados com o número 1 para os estudantes que nunca haviam dirigido até o momento da pesquisa e 2 para os que já haviam tido experiência com veículos. Conforme se pode observar no Quadro 62, dos 202 participantes, 110 nunca haviam dirigido e os outros 92 já possuíam experiência como motoristas.

Ranks			
Experiência_com_veículos	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Acertos 1	110	89,15	9807,00
2	92	116,26	10696,00
Total	202		

Test Statistics <sup>a</sup>	
	Acertos
Mann-Whitney U	3702,000
Wilcoxon W	9807,000
Z	-3,331
Asymp. Sig. (2-tailed)	,001

a. Grouping Variable:  
Experiência\_com\_veículos

Hypothesis Test Summary				
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of Acertos is the same across categories of Experiência_com_veículos.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,001	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Quadro 62 Artigo IX: Saída do software estatístico para o Teste U. Fonte: autores.

O nível de significância bilateral observado é de 0,001, ou seja, p-valor menor que 0,05, o que permite rejeitar a hipótese nula na qual afirma-se que a distribuição de acertos entre os dois grupos é igual. Assim, se pode afirmar que há diferença entre os questionários respondidos

por estudantes que já haviam tido experiências com veículos, antes mesmo de passar pelo processo da primeira habilitação, em comparação aos estudantes que nunca haviam dirigido.

Nota-se, observando o Quadro 62, que o rank das médias do grupo de número 2 possui um escore superior quando comparado com o grupo 1, ou seja, há uma grande possibilidade de os estudantes com vivência como condutores terem obtido um melhor escore devido a essa capacidade de aliar teoria com a prática já vivenciada em seu cotidiano.

Com essa constatação, pode-se inferir que o fator “experiência/vivência/conhecimento experiencial” é notável na hora de estabelecer relações entre conceitos físicos e as situações adversas que podem surgir no cotidiano do trânsito.

Através do Quadro 63, pode-se observar os valores de tendência central para esses dois grupos, cujas diferenças entre médias, medianas e modas se mostram evidentes, principalmente ao se comparar as modas (2 acertos para o grupo de estudantes sem experiência e 5 para os estudantes que já dirigiram) o que corrobora com o teste de hipótese e demonstra o melhor desempenho do grupo 2.

		Nunca_dirigiu	Já_dirigiu
N	Valid	110	92
	Missing	0	18
Mean		3,57	4,34
Median		3,50	5,00
Mode		2	5
Std. Deviation		1,711	1,659
Minimum		0	0
Maximum		7	7

*Quadro 63 Artigo IX: Medidas de tendência central e dispersão para experiência com veículos. Fonte: autores.*

Como podemos verificar, os valores de tendência central deixam claro o motivo de se rejeitar a hipótese nula.

#### *Teste de hipótese para nível escolar atual*

Este teste observou o nível de escolaridade atual dos entrevistados. Procurou-se saber se além do nível escolar mínimo pré-requisito para participação da pesquisa (Ensino Médio completo), quais deles já haviam ingressado na graduação e se o fato de estarem na academia auxiliou a responder o questionário, gerando respostas com distribuição de média diferente daquelas dos estudantes que não ingressaram na graduação obtiveram. Para tal, realizou-se em um primeiro momento o teste de hipótese para variâncias iguais.

### Test of Homogeneity of Variances

Acertos

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1,012	1	193	,316

Quadro 64 Artigo IX: Saída do software estatístico para Teste de Levene. Fonte: autores.

No caso dos dados configurados para o teste de hipótese para o nível educacional atual, o valor da significância do Teste de Levene é 0,316, ou seja, maior que 0,05, mantendo a hipótese nula de que as variâncias são iguais, como no Quadro 64.

Para realizar o teste, a codificação consistiu em considerar como número 1 os estudantes que possuíam somente a formação de Ensino Médio (representado por 118 indivíduos) e como número 2 os estudantes que já cursavam qualquer tipo de graduação (77 estudantes). É importante ressaltar que o questionário apresentava a opção Ensino Médio; Graduação e Pós-Graduação. Portanto, participaram estudantes à nível de Pós-Graduação também, mas como o número de 7 indivíduos era muito pequeno em relação aos outros dois grupos, optou-se por realizar o teste de hipótese somente entre estudantes egressos do Ensino Médio e cursistas ou diplomados de Graduação. Isso explica a discrepância entre o número total de analisados neste item em relação aos demais deste artigo.

Ranks

	Nível educacional atual	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Acertos	1	118	92,02	10858,00
	2	77	107,17	8252,00
	Total	195		

Test Statistics<sup>a</sup>

	Acertos
Mann-Whitney U	3837,000
Wilcoxon W	10858,000
Z	-1,860
Asymp. Sig. (2-tailed)	,063

a. Grouping Variable:  
Nível\_educacional\_atual

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of Acertos is the same across categories of Nível_educacional_atual.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,063	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Quadro 65 Artigo IX: Saída do software estatístico para Teste U. Fonte: autores.

Conforme observado no Quadro 65, o nível de significância bilateral observado é de 0,063, ou seja, p-valor maior que 0,05, não permite rejeitar a hipótese nula na qual afirma que as médias das duas amostras são as mesmas para os dois grupos. Embora os estudantes cursistas ou diplomados da Graduação tenham obtido um desempenho ligeiramente superior que o outro grupo, essa diferença não foi significativa para a distribuição de acertos entre os grupos.

Dessa forma, pode-se afirmar que não há diferença entre os questionários respondidos por estudantes que já ingressaram na graduação em comparação aos estudantes que possuem somente a formação do Ensino Médio.

A partir da análise do Quadro 66 é possível notar algumas diferenças entre o desempenho dos três grupos, entre elas o fato de que conforme a formação educacional aumenta, o desempenho nas medidas de tendência central demonstra superioridade sobre os outros, principalmente se atentar às medidas de média e moda, mesmo que esse desempenho não caracterize uma diferença significativa entre a distribuição de médias dos grupos.

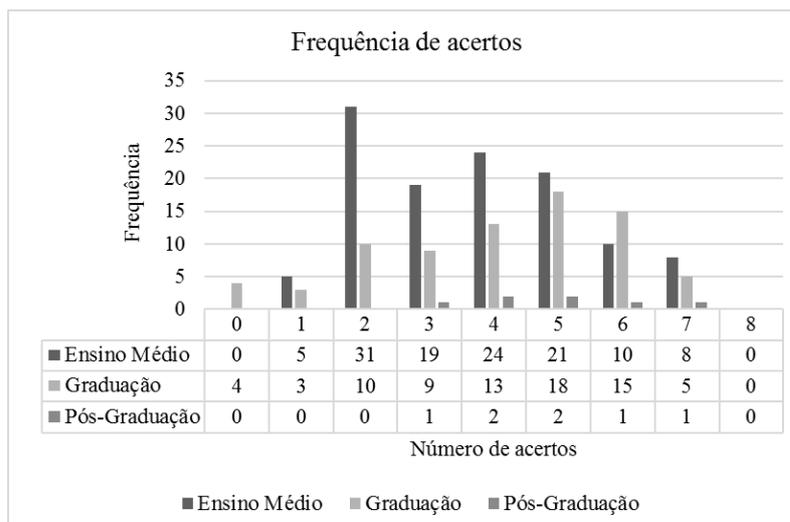
**Statistics**

		Ensino_Médio	Graduação	Pós_Graduação
N	Valid	118	77	7
	Missing	0	41	111
Mean		3,74	4,12	4,86
Median		4,00	4,00	5,00
Mode		2	5	4 <sup>a</sup>
Std. Deviation		1,635	1,857	1,345
Minimum		1	0	3
Maximum		7	7	7

a. Multiple modes exist. The smallest value is shown

*Quadro 66 Artigo IX: Medidas de tendência central e dispersão para nível escolar atual. Fonte: autores.*

No quadro a seguir é possível analisar com maior detalhe as frequências de acertos destes grupos, incluindo o grupo da Pós-graduação.



*Gráfico 15 Artigo IX: Comparação da frequência de acertos para os estudantes de diferentes níveis de instrução. Fonte: autores.*

Observa-se que as distribuições de acertos entre os três grupos podem ser consideradas homogêneas, corroborando com o resultado do teste de hipótese de não se rejeitar a hipótese nula, ou seja, para estes 202 indivíduos investigados, possuir um maior grau de nível escolar não foi diretamente proporcional ao desempenho dos mesmos no questionário de pesquisa.

#### *Teste de hipótese para faixa etária*

Este teste teve como objetivo notar se houve diferença de desempenho entre estudantes mais novos e os mais velhos. Para tal, considerou-se a faixa etária delimitada como pré-requisito (18 a 30 anos) e dividiu-se os estudantes em dois grupos: os mais novos e os mais velhos. O grupo 1, estudantes mais novos, compreendeu participantes com idades de 18 a 23 anos e o grupo 2, estudantes mais velhos, obteve o restante das idades até o ponto de corte de 30 anos, ou seja, de 24 a 30 anos. Inicialmente realizou-se o teste para observar a homogeneidade de variâncias.

#### **Test of Homogeneity of Variances**

Acertos			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,888	1	200	,347

*Quadro 67 Artigo IX: Saída do software estatístico para Teste de Levene. Fonte: autores.*

No caso dos dados configurados para o teste, o valor da significância é 0,347, sendo maior que 0,05, mantêm a hipótese nula de que as variâncias são homogêneas, como mostrado no Quadro 67.

Ranks				
	Faixa de idade	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Acertos	1	117	100,48	11756,50
	2	85	102,90	8746,50
Total		202		

Test Statistics <sup>a</sup>	
	Acertos
Mann-Whitney U	4853,500
Wilcoxon W	11756,500
Z	-,294
Asymp. Sig. (2-tailed)	,768

a. Grouping Variable:  
Faixa\_de\_idade

Hypothesis Test Summary				
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of Acertos is the same across categories of Faixa_de_idade.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,768	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

*Quadro 68 Artigo IX: Saída do software estatístico para Teste U. Fonte: autores.*

Nota-se que o ranking de médias apresentou resultados praticamente iguais para os dois grupos corroborando para que as distribuições não apresentassem nenhuma diferença entre elas, ou seja, a diferença de idade não acarreta automaticamente experiência e maior capacidade de relacionar conceitos físicos com o cotidiano de trânsito.

O nível de significância bilateral observado é de 0,768, ou seja, p-valor maior que 0,05, não permite rejeitar a hipótese nula na qual afirma que a distribuição de acertos entre os dois grupos é igual.

Assim, se pode afirmar que não há diferença entre os questionários respondidos por estudantes de faixas etárias diferentes. Desse modo, os dois grupos possuem estatisticamente a mesma distribuição de acertos, isto é, o fator “diferença de idade” não afeta o desempenho de um indivíduo para relacionar a Física com o trânsito.

A seguir é possível observar com detalhes a estatística descritiva para esses dois grupos.

Statistics			De_18_à_23 _anos	De_24_à_30 _anos
N	Valid		117	85
	Missing		0	32
Mean			3,90	3,95
Median			4,00	4,00
Mode			2	4
Std. Deviation			1,749	1,704
Minimum			0	0
Maximum			7	7

Quadro 69 Artigo IX: Medidas de tendência central e dispersão para diferentes idades. Fonte: autores.

Observa-se que a maior parte dos estudantes eram pertencentes ao grupo 1, indivíduos mais novos, entre 18 e 23 anos, com 117 pessoas e o grupo 2 foi composto por 85 estudantes. As medidas de tendência central Média e Mediana podem ser consideradas iguais para os dois grupos, deixando somente a Moda como diferente entre eles (2 acertos para o grupo 1 e 4 acertos para o grupo 2).

De forma similar, as análises das frequências de acertos para os dois grupos demonstram que as diferenças entre as distribuições não foram significativas para se postular qualquer conclusão de diferença entre os desempenhos dos estudantes.

### Discussões

Tendo em vista que o estudo da Física engloba a interpretação e explicação da natureza, não há como não pensar na grande quantidade de fenômenos aplicados ao trânsito que se pode compreender a partir do conhecimento da Física escolar.

Todo professor dispõe intuitivamente de ferramentas das quais se utiliza para desenvolver suas aulas, visando o melhor desempenho do ensino e da aprendizagem, constituindo seu peculiar método. Sem insinuar qualquer juízo de valor em específico a qualquer metodologia que os professores venham a adotar, é necessário considerar que algumas ferramentas são mais efetivas do que outras no despertar de interesse, motivação e consequente aprendizagem dos estudantes.

Outro fato reside na importância de valorizar os saberes que os estudantes trazem para dentro da sala de aula, sendo estes os elos entre o conteúdo e a vida desses estudantes. Acima de tudo, esses elos podem ser pontos de ancoragem entre um conhecimento novo e um conceito já existente na sua estrutura cognitiva (AUSUBEL, 2003). É fundamental considerar tais saberes, pois estes são constituídos durante suas diversas interações na sociedade e reflexões

particulares, compondo um mundo de certezas internas, que se forem errôneas, dificilmente serão desconstruídas contra vontade.

Para Toti e Pierson (2010), o cotidiano é percebido como uma possibilidade de chegar-se aos conhecimentos prévios dos estudantes, podendo ser, dessa forma, um organizador de referencial comum para se observar os elementos necessários à construção das estruturas de pensamento desejáveis no Ensino de Física.

Desse modo, defende-se que essas concepções não deveriam ser ignoradas pelos docentes, pois podem influenciar na forma com que novos conhecimentos serão interpretados, considerados e, por sua vez, legitimados ou não. Ou seja, influencia diretamente no processo de aprendizagem do estudante.

Valorizar seus saberes e compreender a dinâmica da comunidade local em que esses estudantes estão inseridos ajudaria o docente a planejar com maior efetividade suas abordagens e a munir-se de possibilidades para aliar um novo conhecimento ao cotidiano desses indivíduos, a fim de buscar um sentido de maior significância para o assunto que o estudante está conhecendo.

Dentro dessa realidade, a contextualização aliada à problematização consiste em uma dessas ferramentas que o professor poderia utilizar, na medida do possível, como instrumento facilitador dessa construção de significados, conforme salienta Chagas (2014):

A importância do ensino de Física contextualizado ao automóvel não se restringe à compreensão do seu funcionamento, mas também à necessidade de uma maior conscientização por parte dos motoristas, para os perigos que o mau uso desta ferramenta oferece aos seus ocupantes, pois os acidentes de trânsito têm ceifado muitas vidas. (CHAGAS, 2014, p.25).

Nesse sentido, conceitos de Física e seus fenômenos aplicados a situações observadas no trânsito, formam uma listagem extensa de associações que podem ser utilizadas nessas construções, possibilitando essa abordagem em tópicos de praticamente as três séries do Ensino Médio, englobando assim diversos conteúdos em específico.

Essa aliança também proporciona, segundo Brust (2013), uma combinação na qual poderá melhorar duas coisas que precisam de atenção no cotidiano: o Ensino de Física que será levado para a vida do aluno e a prevenção de acidentes de trânsito.

Para Oliveira (2011) o respeito às leis de trânsito poderia ter como essência o respeito às leis da Física e não somente o temor em evitar uma multa de trânsito:

Ao se aplicar o ensino de Física na formação do cidadão, pode-se ter a Física no trânsito, onde o indivíduo seria capaz de respeitar os limites de velocidade não só pelo

fato da multa por excesso de velocidade, mas também pelo fato de saber que dependendo da condição da via e da velocidade que está imprimindo em seu veículo, ele necessita de uma determinada distância para conseguir pará-lo. (OLIVEIRA, 2011, p.24).

Acredita-se que tais relações possam proporcionar eficácia na aprendizagem e na formação cidadã devido ao confronto de realidade, aliado a um novo conhecimento estudado dentro de tal contexto, que poderá despertar melhores compreensões do fenômeno estudado.

De acordo com os dados quantitativos sobre acidentes e mortalidades no trânsito (AMBEV, 2017), deve-se considerar que a violência no trânsito é um assunto que merece atenção da escola, uma vez que esta busca também a construção de valores e formação da cidadania. Muitos desses acidentes são causados por imprudências e negligências do condutor, e dentre os muitos motivos que os levam a realizá-las, a falta de informação e conhecimento das causas e efeitos de suas ações é um deles.

Dentro desses conhecimentos estão os de cunho científico, os quais defendemos que, se compreendidos de forma efetiva, podem atuar na conscientização e prevenção de complicações maiores, como mortes no trânsito, por exemplo.

Nesse sentido, a Escola e o Ensino de Física ganham notório espaço, possuindo o embasamento teórico para atuar na explicação de muitos desses fenômenos percebidos no cotidiano do trânsito, sendo dessa forma, um contexto de importante relevância a ser abordado nas aulas de Física, além de estarem de acordo com as orientações dos documentos do Ministério da Educação (BRASIL, 2000, 2018a).

Com os índices de acertos e erros por participante, aplicou-se o Teste U de Mann-Whitney em 5 hipóteses sobre as suas distribuições:

- 1- é independente do gênero;
- 2- é independente do tipo de estabelecimento onde o Ensino Médio foi cursado;
- 3- é independente da experiência prévia na direção de veículos;
- 4- é independente do nível de escolaridade atual;
- 5- é independente da faixa etária.

Estas afirmações são denominadas hipóteses nulas e, após a aplicações dos testes, verificou-se que as hipóteses 2 e 3 foram rejeitadas, sugerindo que existe uma correspondência entre o tipo de estabelecimento de ensino de origem dos entrevistados, bem como a experiência prévia com a condução de veículos, com o número de acertos no instrumento de avaliação.

Com base no observado por esses resultados, verificou-se que eles corroboram para a concepção de que a formação básica e as experiências de cada indivíduo podem colaborar para

que eles consigam observar o mundo de forma mais crítica, em especial o mundo da Física e do trânsito juntos.

Podemos considerar que aqueles que já haviam dirigido antes do curso no CFC, podem ter adquirido capacidades intuitivas de compreender os fenômenos Físicos através de suas vivências, dando-lhes maior capacidade de aliar a teoria e a prática, como se pode notar pelo desempenho superior dos que já haviam dirigido antes da autoescola. Trazendo esta observação para a vida escolar, reforçamos a necessidade de um ensino de Física significativo, utilizando a vivência do estudante para construir conceitos e sua observação da Natureza para vincular o conhecimento escolar do experiencial.

Quanto ao fator “tipo de estabelecimento de ensino”, o melhor resultado dos oriundos de escolas particulares replica os números divulgados anualmente para o Exame Nacional do Ensino Médio. Não queremos aqui fazer a comparação entre os sistemas de ensino, mas aproveitamos a dependência apontada pelos testes de hipótese para endereçar alguns questionamentos.

Em primeiro lugar, vem a questão do currículo escolar, o qual alguns conteúdos não conseguem ser aprofundados em função do calendário. Além disso, pouco espaço é dedicado para a formação do professor para inovar em sua prática docente. Isso significa que o professor, apesar de sua liberdade para planejar sua estratégia de ensino, não consegue tempo ou espaço para incluir uma nova abordagem, ou uma metodologia diferenciada, que permitiria um ensino mais contextualizado e próximo do estudante. Talvez nem mesmo se tenha condições para conhecer de forma mais aprofundada a realidade local da escola e dos alunos em função do tempo escasso.

Aliás, este afastamento da ciência ensinada na escola para o cotidiano abre a segunda questão. Os alunos não conseguem dar significado aos conhecimentos apreendidos na sala de aula, o que dificulta seu aprendizado, exceto se considerarmos a validade da aprendizagem mecânica para os conceitos científicos. Este também é um ponto que pode explicar o melhor rank de egressos de escolas particulares.

O último ponto a ser endereçado é a valorização do professor e seu papel na formação do cidadão-aluno. Devemos ter presente que a escola, seja ela pública ou privada, deve proporcionar um espaço para valorização da prática do professor, permitindo a sua inovação. Ao falarmos em inovação, não estamos apenas nos remetendo aos recursos tecnológicos e digitais, mas principalmente a novas metodologias de ensino, modificando a rotina de sala de aula.

Tais resultados convergem para o que os autores da área, como Urruth (2014), Back (2013) e Brust (2013) também discorrem em relação à importância de haver um ensino contínuo da educação para o trânsito durante todos os anos da Educação Básica, abordando tal temática de forma transversal, interdisciplinar, ou ainda, de forma disciplinar, reforçando a oportunidade da Física em articular tais conhecimentos em situações aplicadas, salientando assim, o papel da contextualização no Ensino de Física, conforme defendem os autores Abeid e Tort (2014), Chagas (2014) e Silveira (2011).

Muitas estratégias de ensino ditas “inovadoras”, baseadas em conhecimentos da psicologia cognitiva, ou que buscam envolver o estudante ativamente na sala de aula são realizadas, testadas e apresentadas no mundo acadêmico do Ensino de Física. Porém, a aprendizagem não acontece somente na escola, assim como não se dá do dia para a noite. Aprender exige certo intervalo de tempo para que a retenção possa acontecer e posteriormente ser observada de forma direta ou indireta, reforçando assim, o viés da investigação socializada neste manuscrito, o qual entrevistou egressos da escola, de diferentes idades, que concluíram o Ensino Médio em diferentes intervalos de tempo.

### **Considerações**

Neste artigo, apresentamos os resultados quantitativos de uma pesquisa que buscou investigar se os estudantes de autoescola estabelecem relações entre conteúdos de Física escolar e o cotidiano do trânsito, a fim de notar se a proposta de ensino orientada pelos documentos oficiais do Ministério da Educação, de ensinar para a vida e formar um cidadão preparado para compreender de forma significativa o cotidiano, está surtindo resultados relevantes posteriores à formação do indivíduo na escola.

Os resultados apresentados relacionaram, através de Testes de Hipótese, o índice de acertos individual com características específicas do participante, como idade, gênero, escolaridade e experiência como condutor de veículos.

As análises realizadas não esgotam o tema, pelo contrário, demonstram que investigar a compreensão do conhecimento escolar na perspectiva de egressos do Ensino Médio é um meio relevante de notar como os saberes escolares são retidos e utilizados pelos indivíduos durante situações do cotidiano.

Como perspectiva para estudos futuros, pretendemos analisar não apenas a retenção conceitual do egresso, mas sim o uso do seu conhecimento para interpretar situações que envolvem resolução de problemas, pois acreditamos que os conhecimentos intrínsecos e não

somente os extrínsecos, também devem ser considerados quando se busca mensurar quais os saberes que podem influenciar na tomada de decisão de uma pessoa.

Pela conclusão de que a qualidade do ensino, assim como as experiências nas quais alguém seja submetido durante ou depois da passagem pela Educação Básica são fatores pertinentes que, segundo os resultados estatísticos, influenciariam no desempenho dos participantes no questionário utilizado, deseja-se também, que na continuidade desta investigação, sejam criadas ferramentas que possibilitem mensurar não somente se houve ou não influência do ensino no desempenho, mas o quanto a escola influencia neste fenômeno. Em outras palavras, verificar se a correlação percebida nestes resultados, possui de fato, uma relação causal.

## 10. ANEXOS

### 10.1. Anexo I - Instrumento de pesquisa utilizado no Doutorado

Dados de caracterização; PGI; FAT; PEF; TACB-S

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL – UFRGS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**

#### **A PROFICIÊNCIA CIENTÍFICA DE EGRESSOS DO ENSINO MÉDIO AO UTILIZAR A FÍSICA PARA INTERPRETAR O COTIDIANO DO TRÂNSITO**

##### PESQUISADORES:

Patrick Alves Vizzotto [patrick.vizzotto@ufrgs.br]

Luiz Fernando Mackedanz [luismackedanz@ufrgs.br]

##### DESCRIÇÃO DA PESQUISA E INSTRUÇÕES:

Esta pesquisa de doutorado tem por objetivo verificar o quanto indivíduos egressos do Ensino Médio conseguem relacionar a Física ensinada na escola com situações presentes no cotidiano do trânsito. Buscamos entender o quanto a Física pode auxiliar na formação de motoristas e pedestres mais críticos e responsáveis. Para isso, as perguntas a seguir consistem em exemplos do trânsito nos quais podem estar corretos ou incorretos do ponto de vista da Física. Você deverá analisar cada um e julgar se eles são corretos ou incorretos a partir do seu conhecimento. Logo após, outras questões apresentarão características de aulas de Física e você deverá assinalar nas opções que representem as aulas mais parecidas com as que você teve durante o seu Ensino Médio. Para finalizar, haverá algumas perguntas sobre a ciência de modo geral, em que você deverá assinalar cada alternativa julgando-as como verdadeiras ou falsas.

**Agradecemos a sua participação, por estar dedicando um pouco do seu tempo colaborando com a pesquisa em Ensino de Física no Brasil, certamente ela ajudará a discutir soluções e a buscar meios de melhorar nosso Ensino Médio.** Salientamos que a sua participação é anônima, e os dados coletados não serão identificáveis. Mesmo assim, você pode solicitar, via e-mail, que seus dados não sejam utilizados nas nossas análises, caso sinta-se de alguma forma incomodado.

Muito obrigado!

Atenciosamente, Vizzotto e Mackedanz

1) Idade	
2) Sexo	Feminino
	Masculino
3) Possui carteira de motorista?	Sim
	Não
4) Ano de conclusão do Ensino Médio	
	Escola particular

5) Tipo de escola em que concluiu o Ensino Médio	Escola pública estadual
	Escola pública federal
	Conclusão pelo ENEM
	Educação de jovens e adultos – EJA
	Escola municipal
6) A maior parte do seu Ensino Médio foi cursada	No turno do dia
	No turno da noite
	Em turno integral
7) Nível de escolaridade completa	Ensino Médio
	Faz curso pré-vestibular
	Curso técnico
	Graduação
	Pós-Graduação
8) Durante o Ensino Médio você tinha de conciliar os estudos com algum trabalho?	Sim
	Não
9) Você precisou parar os estudos em algum momento do Ensino Fundamental ou Médio?	Sim
	Não
10) Quantas vezes você reprovou durante o Ensino Médio ou Fundamental?	Nenhuma vez
	Uma vez
	Mais de uma vez
11) Situação de trabalho atual	Está trabalhando
	Está desempregado
	Está aposentado
	Está apenas estudando
	Outra situação (renda, pensão, etc.)

### PGI

Grau de informação que detém				
Tema	Não sei nada / quase nada sobre o assunto	Conheço pouco / apenas por ouvir falar	Conheço bastante sobre o assunto	Conheço bem o assunto e procuro estar atualizado
Mudanças climáticas / Efeito estufa				
Informática e tecnologia				
Poluição / Uso de recursos naturais / Biodiversidade				
Evolução das espécies; Origem da vida				
Cura de doenças / novos medicamentos				
Fontes de energias renováveis				
Animais pré-históricos, fósseis e descobertas arqueológicas				
Engenharia genética / organismos geneticamente modificados / transgênicos				
História do desenvolvimento científico				
Exploração do universo / Buracos negros / quedas de asteróides				
Robótica e nanotecnologia				

### FAT

As perguntas a seguir estão na forma de afirmações. Leia cuidadosamente as frases e com base nos seus conhecimentos, assinale cada um dos itens a seguir com a letra “C” quando concordar com a afirmação ou com a letra “D” quando discordar da mesma. Se você realmente não souber a resposta, assinale-a com um ponto de interrogação “?”.

1	Em dias de chuva ou de baixas temperaturas a condensação do vapor de água presente no ar faz com que os vidros fiquem embaçados.
2	Quando uma rodovia está molhada, o ideal é reduzir a velocidade para evitar uma possível perda de aderência entre o pneu e a estrada.
3	O uso do cinto de segurança, devido aos efeitos inerciais dos corpos, atua evitando a tendência de o corpo permanecer em movimento e assim colidir com a estrutura do carro em frenagens bruscas e colisões.
4	Devido à não rigidez do material de que é feito o estofado dos bancos, passageiros dos bancos de trás do veículo estão dispensados de usar o cinto de segurança se a sua velocidade não passar de 40 km/h.
5	Devido aos efeitos inerciais, o Airbag evita a colisão do corpo com a estrutura do carro em frenagens e colisões, sendo assim, um substituto do cinto de segurança.
6	Veículos que também utilizam espelhos esféricos como retrovisores externos, proporcionam ao condutor maior campo de visão quando comparados à veículos que utilizam apenas espelhos planos.
7	Em uma colisão, os veículos modernos são mais seguros do que os antigos, pois dentre vários fatores, os materiais que compõem a lataria e para-choque são mais suscetíveis a amassar nos veículos modernos, o que auxilia a dissipar a energia de uma colisão.
8	Se ocorrer uma aquaplanagem, o ideal a se fazer é acelerar o carro a fim de aumentar a aderência com o solo.
9	A distância total necessária para parar um veículo é composta pela distância que o carro percorre durante o tempo de reação do motorista e a distância necessária para a frenagem, estas distâncias são diretamente proporcionais à velocidade do mesmo.
10	O fenômeno da aquaplanagem só acontece quando os pneus estão carecas.
11	Um pneu é considerado careca quando em dias de chuva, este não possui capacidade de drenar a água que fica entre a banda de rodagem e a superfície da estrada, alterando o coeficiente de atrito entre os dois materiais.
12	Em caso de acidente, carros antigos são mais seguros quando comparados aos carros fabricados atualmente, pois os atuais amassam mais facilmente mediante qualquer aplicação de força, deixando o ocupante mais vulnerável
13	Eventualmente tomamos choque ao encostar o dedo em veículos devido ao fato de a eletricidade estática se descarregar do nosso corpo à Terra.
14	Utilizar uma gasolina sem qualquer porcentagem de álcool proporcionaria um maior poder de queima do combustível, gerando uma potência superior à que as estradas convencionais poderiam suportar para se ter segurança no trânsito.
15	Carros, ônibus e caminhões possuem limites de velocidades diferentes em um mesmo trecho da rodovia porque eles possuem quantidades de movimento diferentes para uma mesma velocidade.
16	Quando a temperatura externa é maior do que a temperatura interna de um veículo, ocorre o embaçamento interno dos seus vidros.
17	Um carro e um caminhão com massas 1 e 15 toneladas, respectivamente, ambos à 80 km/h possuem a mesma energia de movimento.
18	Uma forma de diminuir as regiões cegas nos retrovisores externos de um veículo é ajustá-los de forma quase perpendicular com a sua lataria

19	As rodas de tração de um veículo que trafega com a 5ª marcha engatada recebem menos quantidade de força do motor (torque) do que quando se está em marchas de menor número
20	Um veículo pode invadir a pista contrária ou sair para o acostamento durante uma curva uma vez que devido à inércia, a tendência do mesmo seja de seguir em uma linha reta tangente à esta curva.
21	Os veículos -tanque, que transportam combustíveis, andam com uma corrente metálica arrastando no chão afim de que esta sirva de aterramento para que nenhuma eletricidade estática seja armazenada na sua lataria.
22	Parar um veículo significa converter sua energia cinética em outras formas de energia, como por exemplo, energia sonora e térmica.
23	A quantidade de movimento de um carro andando a 80 km/h é menor do que a de um caminhão na mesma velocidade.
24	Um veículo fica mais leve quando transita em alta velocidade.
25	O som de sirenes e carros rápidos parecem distorcidos conforme vão se aproximando ou se afastando de um observador porque o som agudo se propaga no ar com maior velocidade do que um som grave.

### PEF

Sobre as aulas de Física que você teve durante o Ensino Médio, assinale cada afirmativa com um X na opção que representar a sua opinião. Marque a opção “CP” quando Concordar plenamente; “C” quando Concordar; “N” quando Não concordar, nem discordar; “D” quando Discordar; e “DP” quando Discordar plenamente.

CP	C	N	D	DP		
					1	Após as avaliações existiam momentos para refletir sobre os erros e compreender quais eram as suas dificuldades.
					2	Sentia-se motivado a aprender Física.
					3	Era grande o número de fórmulas que se necessitava memorizar sem fazer uma análise do seu significado
					4	Após a conclusão do Ensino Médio você conseguia compreender os fenômenos físicos presentes no seu cotidiano de forma mais completa.
					5	Na maioria das vezes, o professor iniciava um novo assunto questionando o que os alunos já sabiam sobre o tema.
					6	Não existiam momentos para debates entre professor e alunos e entre os próprios alunos.
					7	Após ter aula sobre um novo conceito físico, geralmente você conseguia observar tais fenômenos em situações do seu cotidiano.
					8	Ao ensinar um novo conteúdo, o professor apresentava o contexto histórico de onde derivou aquele conhecimento.
					9	Geralmente as questões de provas e exercícios eram consideradas apenas como certas ou erradas, ignorando ou desconsiderando o desenvolvimento da resolução da mesma.
					10	Nas aulas de Física havia a realização de atividades experimentais, nas quais os alunos manuseavam os experimentos.
					11	Era comum o professor relacionar os assuntos de Física com outras disciplinas escolares.
					12	A forma com que os assuntos de Física eram abordados tornava a aula desmotivadora.

					13	Nas aulas de Física existiam momentos de debate entre professor e alunos, e entre os próprios alunos.
					14	Uma parte da avaliação era composta pela Auto avaliação.
					15	Normalmente os conceitos físicos estudados eram esquecidos logo depois da prova.
					16	O professor estimulava os alunos a buscarem ampliar seus conhecimentos através de pesquisas, vídeos, reportagens e simulações.
					17	Geralmente o professor apresentava algum material introdutório (textos científicos, reportagens, vídeos, filmes, simulações) antes de iniciar o estudo de um novo conceito, a fim de familiarizar os alunos com o tema.
					18	Os conteúdos de Física tinham pouca relação com situações do cotidiano.
					19	Durante a aula o professor permitia que os alunos falassem sobre o assunto que estava sendo abordado.
					20	Ao ensinar um assunto novo, geralmente o professor abordava aspectos mais gerais do tema para posteriormente detalhar o conceito estudado.

### TACB-S

As perguntas a seguir estão na forma de afirmações. Por favor, leia cuidadosamente cada frase e assinale se a afirmação é verdadeira (V), falsa (F), ou se você realmente não souber a resposta, assinale (?).

	1	A Terra é tão antiga quanto o universo.
	2	A luz da estrela mais próxima ao nosso sol leva apenas alguns minutos para chegar até nós.
	3	A maioria do nosso conhecimento sobre o universo advém da observação de fatias muito pequenas do espaço e pequenos intervalos de tempo.
	4	Cedo ou tarde, a validade das afirmações científicas é comprovada através da observação de fenômenos.
	5	Os cientistas discordam sobre os princípios de raciocínio lógico que conectam as evidências com as conclusões.
	6	O processo de propor e testar hipóteses não é uma das principais atividades dos cientistas.
	7	Os cientistas tentam dar sentido aos fenômenos dando explicações para eles. Essas explicações raramente usam princípios científicos atualmente aceitos.
	8	As teorias científicas devem explicar observações adicionais que não foram utilizadas no desenvolvimento das teorias anteriores.
	9	Os cientistas tentam identificar possíveis vieses no trabalho de outros cientistas.
	10	Ao levar a cabo uma investigação, nenhum cientista deve sentir que ele / ela deve chegar a um determinado resultado.
	11	A disseminação da informação científica não é importante para o progresso da ciência.
	12	Os campos científicos como a química e a biologia possuem limites ou fronteiras.
	13	Ética científica (ou seja, sistema de moral) está preocupada, entre outras coisas, com os possíveis efeitos nocivos da aplicação dos resultados da investigação.
	14	Os biólogos classificam os organismos em grupos e subgrupos. Isso é feito de uma forma que não está relacionada com a estrutura e o comportamento dos organismos.
	15	Ao obter a energia e a matéria necessárias para a vida, os seres humanos são independentes das teias alimentares.
	16	Cada gene é uma sequência específica da molécula de DNA.
	17	Muitas das funções básicas de organismos, tais como a extração de energia a partir de nutrientes, são realizadas ao nível da célula.

18	A informação genética codificada em moléculas de DNA não desempenha nenhum papel na montagem de moléculas de proteína.
19	Os processos químicos na célula são controlados de dentro e de fora da célula.
20	A interdependência dos organismos em um ecossistema muitas vezes resulta em um sistema quase estável durante longos períodos de tempo.
21	Os ecossistemas sofrem alterações quando diferentes espécies aparecem.
22	Os organismos vivos não compartilham com outros sistemas naturais os mesmos princípios de conservação de matéria e energia.
23	Apenas uma pequena parte da vida na Terra é mantida por transformações de energia a partir do sol.
24	Os elementos que compõem as moléculas dos seres vivos são continuamente reciclados.
25	O carvão e o petróleo foram formados há milhões de anos.
26	A seleção natural costuma resultar em organismos com características bem adaptadas para sobrevivência em ambientes específicos.
27	Novos instrumentos e técnicas que estão sendo desenvolvidos através da tecnologia pouco contribuem para a pesquisa científica.
28	A tecnologia apenas fornece ferramentas para a ciência, raramente fornece motivação e direção para as pesquisas.
29	Os efeitos de uma grande quantidade de objetos relativamente simples (por exemplo, fogões solares) podem ser individualmente pequenos. No entanto, estes efeitos podem ser significativos, coletivamente.
30	Apesar da grande complexidade dos sistemas tecnológicos modernos, todos os efeitos colaterais de novos projetos tecnológicos são previsíveis.
31	Não importa quais precauções sejam tomadas ou quanto dinheiro é investido. Qualquer sistema tecnológico pode falhar.
32	As forças sociais e econômicas dentro de um país têm pouca influência sobre quais tecnologias serão desenvolvidas dentro desse país.
33	A tecnologia teve pouca influência sobre a natureza da sociedade humana.
34	O efeito gerado pelas decisões de um grande número de indivíduos distintos pode influenciar na utilização de tecnologia em larga escala, tanto quanto a pressão realizada pelos governos.
35	A forma como os átomos se conectam é determinada pela disposição dos elétrons no exterior de cada átomo.
36	No universo, a energia só aparece em um formato.
37	Arranjos de átomos em moléculas não estão relacionados com os diferentes níveis de energia das moléculas.
38	As forças eletromagnéticas que atuam entre os átomos são muito mais fortes do que as forças gravitacionais que atuam entre eles.
39	Na maioria dos aspectos biológicos, os seres humanos são diferentes de outros organismos vivos.
40	O sistema imunológico desempenha um papel importante na autoproteção dos animais em relação às doenças.
41	Muito do aprendizado parece ocorrer através da interação de um novo pedaço de informação com um pedaço de informação já existente.
42	A boa saúde independe do esforço coletivo das pessoas de tomar medidas para manter seu ar, solo e água preservados.
43	Os genes anormais jamais afetam o modo de funcionamento das partes do corpo humano, nem dos seus sistemas
44	Uma boa saúde mental não está relacionada com a interação dos aspectos psicológicos, biológicos, fisiológicos, sociais e culturais.
45	As anomalias biológicas podem causar alguns tipos de perturbações psicológicas graves.

**10.2. Anexo II - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL – UFRGS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**

**A PROFICIÊNCIA CIENTÍFICA DE EGRESSOS DO ENSINO MÉDIO AO  
UTILIZAR A FÍSICA PARA INTERPRETAR O COTIDIANO DO TRÂNSITO**

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Eu, Patrick Alves Vizzotto, aluno de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências – UFRGS, sob orientação do Prof. Dr. Luiz Fernando Mackedanz, gostaria de lhe convidar a participar da pesquisa “**A proficiência científica de egressos do ensino médio ao utilizar a Física para interpretar o cotidiano do trânsito**” que tem por objetivo verificar o quanto indivíduos egressos do Ensino Médio conseguem relacionar a Física ensinada na escola com situações presentes no cotidiano do trânsito. Buscamos entender o quanto a Física pode auxiliar na formação de motoristas e pedestres mais críticos e responsáveis.

Solicito por meio deste documento o consentimento para a sua participação anônima nesta pesquisa por meio de um questionário escrito. São assegurados o anonimato e o sigilo das informações coletadas. Sua participação é voluntária e é garantida a liberdade da retirada do consentimento sem que esta atitude traga qualquer prejuízo.

Desde já agradeço sua contribuição e, caso tenha alguma dúvida, estarei à disposição para esclarecimentos pelo telefone (53) 99961 2688 e pelo e-mail [patrick.vizzotto@ufrgs.br](mailto:patrick.vizzotto@ufrgs.br).

Eu, \_\_\_\_\_, portador do CPF ou RG: \_\_\_\_\_, declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, estou de acordo em participar da presente pesquisa de doutorado.

---

Assinatura do participante

---

Patrick Alves Vizzotto - UFRGS

### 10.3. Anexo III - Instrumento de pesquisa utilizado no Mestrado

**Relacionar a situação cotidiana do trânsito com a opção correspondente à explicação Física para a ocorrência de tal fenômeno:**

*1) Um motorista sem cinto de segurança, trafegando com velocidade de 90km/h observa, a poucos metros de distância, um policial com um radar eletrônico. No mesmo momento ele pressiona o freio e percebe seu corpo sendo projetado para frente, fazendo-o quase encostar o abdome no volante. Qual alternativa demonstra como a Física explica essa projeção do homem para frente?*

a ( ) Esse fenômeno é conhecido como 1º Lei de Newton ou Princípio da Inércia, onde todo objeto permanece em estado de repouso ou de movimento em linha reta com velocidade constante, a menos que uma força resultante seja exercida sobre o mesmo.

b ( ) Esse fenômeno é conhecido como 3º Lei de Newton ou Princípio da Ação e Reação, onde sempre que um objeto exercer uma força sobre um segundo objeto, este exercerá uma força de mesmo módulo e orientação contrária sobre o primeiro.

c ( ) Esse fenômeno é conhecido como 2º lei de Newton ou Princípio Fundamental da Dinâmica, onde a aceleração produzida por uma força resultante exercida sobre um objeto é diretamente proporcional à força resultante, possui a mesma orientação desta e é inversamente proporcional à massa do objeto.

d ( ) Esse fenômeno demonstra o Princípio da Conservação do Momentum, onde na ausência de uma força externa resultante, o momentum antes de um evento que envolva apenas forças externas é igual ao momentum após o evento.

*2) Paga-se mais pela gasolina em um dia quente ou em um dia frio? Um carro é abastecido com o mesmo volume de combustível em dois dias diferentes. No primeiro dia a temperatura é de 10°C e a quantidade colocada é suficiente para viajar por 200 km. No segundo dia o mesmo volume de combustível é abastecido, porém a temperatura é de 28°C, sendo que essa quantidade foi suficiente para rodar somente 170 km. Qual alternativa demonstra como a Física pode justificar a diferença de quilometragem rodada nas duas situações diferentes?*

a ( ) A diferença de quilometragem é explicada através do Princípio de Bernoulli, onde um fluido que se move uniformemente sem atrito ou perda de energia, a pressão diminui quando a velocidade do fluido aumenta.

b ( ) O Princípio de Pascal demonstra que a variação de pressão produzida em uma região qualquer de um fluido em repouso, confinado a um recipiente, é transmitida integralmente através do fluido, justificando a diminuição da quilometragem.

c ( ) O aumento da temperatura em qualquer substância faz com que as moléculas se agitem com maior velocidade, ocasionando geralmente uma dilatação no volume. Para uma mesma massa, temperaturas diferentes podem indicar que elas ocupem volumes diferentes.

d ( ) O produto da pressão pelo volume é constante para uma dada massa de gás confinado, sem importar as variações individuais da pressão e do volume, desde que a temperatura se mantenha constante, justificando a diminuição da quilometragem.

*3) Uma pessoa começa a tentar girar os parafusos de um pneu furado, ela sente certa dificuldade em realizar uma força suficiente que os façam entrar em rotação, sendo que sua chave de roda tem um comprimento de 25 cm. Ela percebe que adicionar uma barra de ferro de 75 cm à sua ferramenta, permite um esforço menor, conseguindo assim, retirar os parafusos do pneu. Qual alternativa demonstra o conceito Físico que explica como foi possível girar os parafusos depois que o tamanho da chave de roda foi aumentada?*

a ( ) A velocidade escalar é a velocidade angular multiplicada pelo raio da trajetória. A velocidade angular existe em movimentos circulares e é a derivação da posição angular em função do tempo.

b ( ) O torque é a grandeza Física que inclui o módulo, a direção e o sentido da força aplicada e também a distância do ponto de aplicação até o eixo. O torque, ou a tendência de girar é grandeza que governa o movimento de rotação de um corpo extenso e o seu módulo aumenta quando a força se distancia do eixo.

c ( ) A aceleração centrípeta, também chamada de aceleração normal ou radial, é a aceleração originada pela variação da direção do vetor velocidade de um móvel, característico de movimentos curvilíneos ou circulares. Ela é perpendicular à velocidade e aponta para o centro da curvatura da trajetória.

d ( ) Impulso é a grandeza Física que mede a variação da quantidade de movimento de um objeto. É causado pela ação de uma força atuando durante um intervalo de tempo. Uma pequena força aplicada durante muito tempo pode provocar a mesma variação de quantidade de movimento que uma força grande aplicada durante pouco tempo.

*4) Ao se aproximar de uma curva a velocidade deve ser reduzida. Se o motorista negligencia esse procedimento e a efetua com uma velocidade acima do recomendado, pode-se observar que o veículo sofre certa resistência a efetuar a curva dentro do seu lado da faixa, tendendo a invadir a pista contrária (curva para a direita) ou a ir para o acostamento da sua pista (curva para a esquerda). Qual alternativa demonstra qual fenômeno Físico se pode observar nessas situações?*

a ( ) Ele acontece devido a Força Peso, que é a força que um objeto exerce sobre uma superfície de apoio, que frequentemente, mas nem sempre, se deve à força da gravidade.

b( ) Isso se deve ao Torque, que é a grandeza que governa o movimento de rotação de um corpo extenso do mesmo modo que a força é a grandeza que governa o movimento de translação. O torque, ou a tendência de girar aumenta quando a força se distancia do eixo.

c( ) Acontece devido a Força Normal, que é uma força de reação que a superfície faz em um corpo que esteja em contato com esta, essa força é normal à superfície (perpendicular).

d( ) Isso se deve à Força Centrífuga, que atua do centro para fora da curva. A força centrífuga só tem validade em um referencial ligado ao objeto que gira, por isso ela é chamada também de força inercial centrífuga, percebida apenas por observadores em referenciais não-inerciais de movimento de rotação em relação a um referencial inercial.

*5) Percebe-se que veículos com ano de fabricação mais antigo possuem maior resistência quando os observamos em uma colisão, por exemplo. Observa-se também que os carros fabricados atualmente são mais suscetíveis a amassar do que se comparados com os veículos antigos. Isso pode parecer negativo em um primeiro momento, mas a Física pode explicar porque isso é importante para reduzir aos passageiros as consequências de uma colisão. Qual alternativa explica o que fundamenta esse raciocínio?*

a( ) Princípio da Conservação da Energia Mecânica. A energia não pode jamais ser criada ou destruída; ela pode ser transformada de uma forma em outra, mas a quantidade total de energia se mantém constante.

b( ) Nas Colisões inelásticas os corpos envolvidos ficam deformados e/ou produzem calor durante a mesma e possivelmente acabam unindo-se.

c( ) Princípio da conservação do Momentum, onde ele é conservado em todas as colisões, sejam elas elásticas ou inelásticas, desde que forças externas não interfiram no movimento dos corpos em questão.

d( ) Impulso que é a grandeza Física que mede a variação da quantidade de movimento de um objeto. É causado pela ação de uma força atuando durante um intervalo de tempo.

*6) A filha de José tem 7 anos e está em uma fase em que questiona todas as coisas que a deixa curiosa. Andando de carro por uma rodovia a noite com seu pai, ela percebe que conforme o veículo se movimenta a sinalização da estrada se ilumina, fazendo-a questionar seu pai sobre o porquê disso acontecer, perguntando: “Como as luzes da estrada sabem quando os carros vão passar para acenderem automaticamente?” Qual alternativa você acha que contém a resposta que José deve dar a sua filha para responder corretamente a esse questionamento?*

a( ) O material da sinalização possui a propriedade de refratar a luz dos faróis.

b( ) O material da sinalização possui a propriedade de dispersar a luz dos faróis.

c( ) O material da sinalização possui a propriedade de refletir a luz dos faróis.

d( ) O material da sinalização possui a propriedade de polarizar a luz dos faróis.

7) Um homem dirige sob forte chuva e com velocidade acima do recomendável para o trecho. Ao passar por uma área da estrada totalmente coberta por água, ele sente que perdeu o controle de seu carro por alguns instantes, como se ele tivesse deslizado em cima da pista molhada. Esse fenômeno é conhecido como aquaplanagem: a perda de contato do veículo com o solo pela existência de uma camada de água debaixo do pneu. Qual alternativa demonstra como a Física explica o porquê do seu carro ter deslizado sobre a água?

a ( ) Ele acontece devido a velocidade terminal, que é a velocidade atingida quando cessa a aceleração de um objeto, quando a resistência do ar equilibra seu peso.

b ( ) Quando isso acontece a superfície fica lisa, fazendo com que o coeficiente de atrito seja praticamente zero. A palavra atrito refere-se à resistência que os corpos opõem quando se movem uns sobre os outros e é causado pelas irregularidades entre as superfícies em contato.

c ( ) Ele acontece devido a Força Peso, que é a força que um objeto exerce sobre uma superfície de apoio, que frequentemente, mas nem sempre, se deve à força da gravidade.

d ( ) Ele acontece devido à 3ª Lei de Newton ou Princípio da Ação e Reação, onde sempre que um objeto exercer uma força sobre um segundo objeto, este exercerá uma força de mesmo módulo e orientação contrária sobre o primeiro.

8) Não há dúvidas da importância do cinto de segurança para amenizar as consequências de um acidente. Mesmo assim há outros dispositivos de segurança que auxiliam a evitar danos aos passageiros como o Airbag por exemplo, que tem por função amortecer o impacto do corpo do passageiro com o painel e para-brisa do veículo. Qual alternativa explica fisicamente porque, na falha do cinto de segurança, esse dispositivo em especial é importante?

a ( ) O Airbag atua reduzindo a Potência mecânica da pessoa até zero. Essa redução é praticamente instantânea quando um passageiro colide diretamente contra o painel ou o para-brisa do veículo.

b ( ) O Airbag atua reduzindo a aceleração centrípeta, também chamada de aceleração normal ou radial, é a aceleração originada pela variação da direção do vetor velocidade de um móvel, característico de movimentos curvilíneos ou circulares. Ela é perpendicular à velocidade e aponta para o centro da curvatura da trajetória.

c ( ) O Airbag atua reduzindo o Impulso, que é a grandeza Física que mede a variação da quantidade de movimento de um objeto. É causado pela ação de uma força atuando durante um intervalo de tempo.

d ( ) O Airbag atua prolongando o intervalo de tempo durante o qual a Quantidade de Movimento da pessoa é reduzido a zero. Essa redução é praticamente instantânea quando um passageiro colide diretamente contra o painel ou o para-brisa do veículo. Um intervalo de tempo maior reduz a força e diminui a desaceleração produzida.

9) *Normalmente pode-se observar na sinalização das rodovias que para um mesmo trecho, carros de passeio, ônibus e caminhões, possuem limites de velocidade diferentes, como por exemplo 110 km/h para carros de passeio, 90 km/h para ônibus e 80 km/h para caminhões. Isso acontece porque parar um carro é mais fácil do que parar um caminhão ou um ônibus, ambos estando com a mesma velocidade. Qual alternativa demonstra como a Física explica porque essa diferença de velocidade é plausível, uma vez que as condições da estrada são as mesmas para as diferentes categorias de veículos?*

a ( ) A diferença é devida ao conceito de Momentum Linear ou Quantidade de Movimento de um corpo. A quantidade de movimento de um carro a 110 km/h é menor que a de um caminhão a 80 km/h.

b ( ) A diferença é devida ao conceito de Potência de um corpo. A Potência de um carro a 110 km/h é menor que a de um caminhão a 80 km/h.

c ( ) A diferença é devida ao conceito de Atrito de um corpo. O atrito de um carro é maior do que o de um caminhão.

d ( ) A diferença é devida ao conceito de Rendimento Mecânico de um corpo. O Rendimento Mecânico de um carro a 110 km/h é menor que a de um caminhão a 80 km/h.

10) *No trânsito, uma situação normalmente vivenciada é quando veículos oficiais como os da polícia, bombeiros ou uma ambulância acionam suas sirenes para passar pelo trânsito de modo a atenderem suas demandas. Pode-se observar que esses veículos possuem as inscrições invertidas lateralmente em sua parte da frente, isso se deve ao fato de que quem está dirigindo um veículo na frente de uma viatura e olha pelo espelho retrovisor, poderá ler corretamente qual viatura é aquela, facilitando assim, a identificação do veículo oficial para o deixar passar. Qual fenômeno Físico acontece no espelho para que a imagem de um corpo seja vista de forma invertida?*

a ( ) Observa-se a imagem invertida devido a Refração. A luz, proveniente do meio 1, atravessa a superfície de separação entre os dois meios e passa a se propagar no meio 2, sendo a luz, em geral, desviada, assumindo uma direção bem diferente da direção de propagação no meio 1.

b ( ) Acontece devido ao fenômeno da Dispersão da luz, que acontece quando uma luz policromática, ao se refratar, decompõe-se nas cores componentes. Esse fenômeno se deve ao fato de que o índice de refração de qualquer meio material depende da cor da luz incidente.

c ( ) O espelho retrovisor é um exemplo de um Espelho Plano. Os raios que partem de um objeto, diante de um espelho plano, refletem-se no espelho e atingem nossos olhos. Assim, recebemos raios luminosos que descreveram uma trajetória angular e temos a impressão de que são provenientes de um objeto atrás do espelho, em linha reta, isto é, mentalmente prolongamos os raios refletidos, em sentido oposto, para trás do espelho.

d ( ) Acontece devido à sombra e a penumbra. Quando um corpo opaco é colocado entre uma fonte de luz e um anteparo é possível delimitar tais regiões. A sombra é a região do espaço que não recebe luz

direta da fonte. Penumbra é a região do espaço que recebe apenas parte da luz direta da fonte, sendo encontrada apenas quando o corpo opaco é posto sob influência de uma fonte extensa.