

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

IONE DOS SANTOS CANABARRO ARAUJO

**FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO: TECENDO  
CONEXÕES COM OS RECURSOS DA CULTURA DIGITAL**

Porto Alegre

2020

IONE DOS SANTOS CANABARRO ARAUJO

**FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO: TECENDO  
CONEXÕES COM OS RECURSOS DA CULTURA DIGITAL**

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 requisito parcial para obtenção de título de Doutora em Educação em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. José Vicente Lima Robaina

Porto Alegre

2020

### CIP - Catalogação na Publicação

ARAUJO, IONE DOS SANTOS CANABARRO  
FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO:  
TECENDO CONEXÕES COM OS RECURSOS DA CULTURA DIGITAL /  
IONE DOS SANTOS CANABARRO ARAUJO. -- 2020.  
205 f.  
Orientador: José Vicente Lima Robaina.

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, 2020.

1. Radiações.. 2. Cultura Digital.. 3. Partículas  
Elementares.. 4. Ensino Médio.. 5. . I. Robaina,  
José Vicente Lima, orient. II. Título.

IONE DOS SANTOS CANABARRO ARAUJO

**FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO: TECENDO  
CONEXÕES COM OS RECURSOS DA CULTURA DIGITAL**

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 requisito parcial para obtenção de título de Doutora em Educação em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. José Vicente Lima Robaina

Porto Alegre, 25 de março de 2020.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Edson Luiz Lindner

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Aline Grunewald Nichele

Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS)

---

Prof. Dr. Maxwell Roger da Purificação Siqueira

Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC)

---

Prof. Dr. Nelson Barrelo Junior

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP)

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. José Vicente Lima Robaina pela acolhida e orientação final desta pesquisa de doutorado;

ao professor Dr. Edson Luiz Lindner, por seus incentivos nos momentos difíceis;

aos membros da banca Aline Nichele, Edson Lindner, Maxwell Siqueira e Nelson Barrelo Junior;

à CAPES pelo apoio financeiro;

aos alunos, sujeitos de pesquisa deste trabalho. Muita gratidão pela colaboração e disposição em realizar as atividades solicitadas;

às minhas colegas do PPG Maiara Alves, Carla Vargas Bozzato e Luciana da Silva Catardo por compartilhar comigo os dilemas, angústias, alegrias e as palavras de ânimo no nosso grupo do *WhatsApp*;

aos meus colegas, professores de física, Talissa Rodrigues e Roberto Severo;

aos meus filhos Laís e Thales, os quais amo incondicionalmente;

ao meu grande amor, meu marido João Fernando;

aos meus pais Aldorindo e Carlita Canabarro *in memoriam*;

a Deus pelo dom da vida.

*Ensinar não é transmitir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua construção.*

Paulo Freire (1996)

## RESUMO

Este trabalho investigou uma Sequência Didática (SD) sobre as Radiações e as Partículas Elementares no Ensino Médio implementada em 2018. Trata-se de uma proposta desenvolvida em acordo com o consenso de alguns autores (Moreira, 2013; Terrazzan, 1992; Ostermann, Moreira, 2001; Siqueira, 2012, entre outros) de que o ensino de física, em nível secundário, precisa ser atualizado por meio de tópicos de Física Moderna e Contemporânea. A Sequência Didática foi fundamentada nos pressupostos de Vygotsky (1994) e na Cultura Digital, segundo Castells (2008), Levy (1999) e Kenski (2018), e traz como diferencial a mescla de recursos pedagógicos, tais como: pesquisa na escola, uso de rede social, criação de histórias em quadrinhos e experimentos com simuladores e material concreto. O objetivo geral do trabalho foi analisar as contribuições dos recursos da Cultura Digital para atualização curricular de física no Ensino Médio. O público-alvo foram alunos de Ensino Técnico Integrado ao Ensino Médio de uma escola pública localizada no litoral Norte do Rio Grande do Sul. Trata-se de pesquisa qualitativa, conforme Triviños (1987), na forma de estudo de caso, segundo Yin (2007), com desenvolvimento em duas etapas: a primeira foi exploratória e envolveu todos alunos do nível secundário; a segunda foi pesquisa de campo com uma turma do curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio. Os dados foram coletados por meio de questionários, relatórios, testes e postagens em grupo fechado no *Facebook*. Os dados da primeira etapa são apresentados em forma de diagramas ou valores percentuais e discutidos na sequência; na segunda etapa emprega-se Análise de Conteúdo, segundo Bardin (2011), como metodologia de análise. Os resultados mostraram que os sujeitos de pesquisa, integralmente, têm acesso à Internet e a maioria já utiliza recursos digitais como ferramenta pedagógica. Quanto às possibilidades dos recursos da Cultura Digital para atualização curricular no ensino de física, nível médio, emergiram três categorias *a posteriori*, sendo: (i) permitindo a participação ativa dos alunos na construção do seu conhecimento; (ii) possibilitando a utilização de recursos com mais estímulo visual; (iii) utilizando estruturas que permitem a interatividade e construção coletiva do conhecimento. A proposta de ensino desenvolvida na SD foi muito bem aceita pelos estudantes, sujeitos de pesquisa, e considerada inovadora, com potencial para estimular e facilitar a aprendizagem.

**Palavras-chave:** Radiações. Cultura Digital. Partículas Elementares. Ensino Médio.



## ABSTRACT

This study investigated a Didactic Sequence (DS) on Radiations and Elementary Particles in High School implemented in 2018. It is a proposal developed in agreement with the consensus of a few authors (Moreira (2017), Terrazzan (1992), Ostermann; Moreira (2001), Siqueira (2012), among others) that the teaching of physics, at secondary level, needs to be updated through topics of Modern and Contemporary Physics. The Didactic Sequence was based on the assumptions of Vygotsky (1994) and Digital Culture, according to Castells (2008), Levy (1999) and Kenski (2018) and it differs for the mix of pedagogical resources, such as: research at school, use of social media, creation of comic books and experiments with simulations and concrete material. The general objective of the study was to analyze the contributions of Digital Culture resources for updating physics curriculum in high school. The target audience were students from Integrated Technical Education to High School at a public school located on the north coast of Rio Grande do Sul. This is a qualitative research, according to Triviños (1987), in the form of a case study, according to Yin (2007), with its development in two stages: the first was exploratory and involved all secondary school students; the second was field research with a group from the Technical Course in Informatics Integrated to High School. Data were collected through questionnaires, reports, tests and closed group posts on *Facebook*. Data from the first stage are presented in the form of diagrams or percentage values and discussed below; in the second stage, Content Analysis, according to Bardin (2011), is used as an analysis methodology. Results showed that the research subjects, in their entirety, have access to the Internet and the majority already use digital resources as a pedagogical tool. Regarding the possibilities of Digital Culture resources for updating curricula in physics teaching, high school level, three categories emerged *a posteriori*, being: (i) allowing the active participation of students in the construction of their knowledge; (ii) enabling the use of resources with more visual stimulation; (iii) using structures that allow interactivity and collective construction of knowledge. The teaching proposal developed in DS was very well accepted by students, the research subjects, and considered innovative, with the potential to stimulate and facilitate learning.

**Keywords:** Radiations. Digital Culture. Elementary Particles. High School.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas da Análise de Conteúdo. ....	71
Figura 2- Caminho metodológico da pesquisa.....	73
Figura 3 - Organizador prévio da Sequência Didática. ....	77
Figura 4 - Print do questionário online usado na 1ª etapa da pesquisa....	83
Figura 5 - Diagrama da finalidade dos alunos usarem redes sociais.....	86
Figura 6 - Diagrama dos recursos pedagógicos usados pelos alunos.....	86
Figura 7- Desenho representativo de átomo de três sujeitos de pesquisa.... .....	91
Figura 8 - Print do grupo fechado no Facebook.....	92
Figura 9 - Print da postagem de atividade com simulador. ....	94
Figura 10 - Experimento nuvem na garrafa. ....	97
Figura 11 - Experimento do canhão magnético. ....	98
Figura 12 - Relatório parcial produzido pelo grupo 1. ....	100
Figura 13- Recorte do relatório parcial, grupo 2. ....	101
Figura 14 - Grupo 4 apresentando trabalho na 8ª MoExp. ....	102
Figura 15 - Grupo 2, apresentação de trabalho na 8ª MoExp.....	102
Figura 16- Grupo 1, apresentação de trabalho na 8ª MoExp.....	103
Figura 17- Uma página da HQ Radiações naturais na atmosfera. ....	104
Figura 18 - Print de uma imagem postada no grupo do Facebook. ....	109
Figura 19 - Print da postagem do vídeo sobre ondas eletromagnéticas. ....	110
Figura 20 - Print da interação entre professora/pesquisadora e alunos no grupo do Facebook.....	120
Figura 21 - Print dos alunos respondendo pergunta no grupo virtual. ....	121
Figura 22 - Texto de apoio postado no grupo do Facebook. ....	122
Figura 23 - Relatório parcial do grupo 2. ....	123

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1 - Média de acertos de Física do vestibular UFRGS em 10 anos....	55
.....	55
Tabela 2 - Taxa de rendimento do Ensino Médio no RS. ....	55
.....	55
Quadro 1 - Organização dos cursos ofertados na escola investigada.....	67
Quadro 2- Perfil dos sujeitos de pesquisa, 2ª etapa. ....	68
Quadro 3 - Instrumentos que compõem o corpus da pesquisa na 2ª etapa..	69
.....	69
Quadro 4- Unidades de registro – Temas Iniciais. ....	74
Quadro 5 - Categorias e subcategorias criadas a posteriori. ....	75
Quadro 6- Conhecimentos, competências e habilidades pretendidas com a	78
SD.....	78
Quadro 7- Plano da Sequência Didática.....	79
Quadro 8 - Pré-teste e a frequência de respostas obtidas. ....	89
Quadro 9 - Número de acertos no pré e pós-teste. ....	128

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 CAMINHO TEÓRICO.....	22
2.1 EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS.....	22
<b>2.1.1 Educação na perspectiva sociocultural .....</b>	<b>25</b>
<b>2.1.2 Construtivismo social de Vygotsky .....</b>	<b>27</b>
<b>2.1.3 Desenvolvimento humano e o papel do outro social.....</b>	<b>29</b>
<b>2.1.4 A formação dos conceitos .....</b>	<b>32</b>
<b>2.1.5 A mediação por signos.....</b>	<b>37</b>
2.2 EDUCAÇÃO E CULTURA DIGITAL .....	39
2.3 O ENSINO DE FÍSICA .....	51
2.4 INOVAÇÃO E ATUALIZAÇÃO DO CURRÍCULO DE FÍSICA .....	57
2.5 ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA.....	59
3 CAMINHO METODOLÓGICO .....	66
3.1 CONTEXTO E SUJEITOS DE PESQUISA .....	67
3.2 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	68
3.3 MÉTODO DE ANÁLISE DE DADOS .....	69
3.4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA RADIAÇÕES E PARTÍCULAS ELEMENTARES.....	76
4. ANÁLISE E RESULTADOS .....	83
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	130
REFERÊNCIAS .....	136
APÊNDICE A - Artigo 1 .....	146
APÊNDICE B - Artigo 2 .....	154
APÊNDICE C - Artigo 3 .....	172
APÊNDICE D - Artigo 4 .....	184
APÊNDICE E - Termo de consentimento livre e esclarecido.....	198
APÊNDICE F - Questionário sobre hábitos de uso da Internet no Ensino Médio.....	201
APÊNDICE G – Registro Reflexivo.....	205

## LISTA DE SIGLAS

APPS	Aplicativos
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CDL	Câmara de Dirigentes Lojistas
DARPA	Departamento de Defesa dos Estados Unidos
EM	Ensino Médio
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciências.
FACOS	Faculdade Cenecista de Osório
FMC	Física Moderna e Contemporânea
FPS	Funções Psicológicas Superiores
HQs	Histórias em quadrinhos
IFRS	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul
LCN	Licenciatura em Ciências da Natureza
LDBEN	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MoExp	Mostra de Ensino, Extensão e Pesquisa
MP	Modelo Padrão de Partículas
NUTED	Núcleo de Tecnologias Digital Aplicada à Educação
OA	Objeto de Aprendizagem
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
PhET	The Physics Education Technology
PLON	Physics Curriculum Development Project
PUCRS	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
RP	Relatórios Parciais
RR	Registros Reflexivos
RSI	Redes Sociais na Internet
ROSE	The Relevance of Science Education
SD	Sequência Didática
SNEF	Simpósio Nacional de Ensino de Física
SIMs	Simuladores

TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
TICs	Tecnologias de Informação e Comunicação
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal

## 1 INTRODUÇÃO

A nossa sociedade está em constante transformação, assim, novos arranjos e possibilidades são criados e recriados. Esse processo é natural e permitiu a evolução do homem na Terra. Todavia, a velocidade das transformações é cada vez maior, principalmente porque hoje são baseadas nos suportes tecnológicos dos sistemas de informação e comunicação que são aperfeiçoados constantemente. Contudo, parece haver uma dicotomia entre sociedade e escola, pois enquanto a sociedade se modifica de forma acelerada, a escola continua sendo tradicional e vagarosa no sentido de permitir mudanças (SIBILIA, 2012). Conforme Buckingham (2010), as crianças atuais estão imersas numa cultura de consumo onde são ativas e autônomas, entretanto, na escola uma grande quantidade de seu aprendizado é passivo e dirigido pelo professor.

Os estudantes do Ensino Médio parecem vivenciar essa questão de forma mais intensa, uma vez que os modos de viver dos jovens que frequentam essa modalidade de ensino chamaram atenção, pois pertencem a uma geração habituada ao mundo tecnológico e virtual, com alta velocidade de informação e à Internet. Ela não é somente racional, individual e literária, mas também tribal e simultânea (LEMOS, 2010).

As mochilas podem não conter livros ou cadernos, mas os *smartphones* estão lá ou, mais especificamente, nas mãos e aos olhares vidrados dos estudantes. A presença maciça dos dispositivos móveis nos ambientes escolares tem modificado a forma de comunicação entre os adolescentes, pois a escola não é mais o único ponto de encontro destinado à aprendizagem, aos diálogos e ao compartilhamento de ideias: pode acontecer em qualquer lugar através dos dispositivos móveis com acesso à Internet.

Assim, estes dispositivos não são meramente artefatos eletrônicos, mas ferramentas que possibilitam outras formas de comunicação e acesso à informação. Segundo Lemos (2009, p.30), “Com as novas mídias móveis digitais, ampliam-se as possibilidades de consumir, produzir e distribuir informação, fazendo com que está se exerça e ganhe força a partir da mobilidade física”.

Utilizar os recursos que são da cultura dos jovens, a Cultura Digital, como ferramentas pedagógicas para atualizar o ensino de física em nível médio pode ser um caminho promissor no sentido de recriar outras possibilidades de interação entre aluno-aluno, aluno-professor e aluno-recurso educacional digital.

Entretanto cabe o questionamento: para quê atualizar o ensino de física? Segundo Moreira (2017), estamos no século XXI, mas a física ensinada na escola não passa do século XIX, pois muitos professores continuam ocupando-se em ensinar sobre o princípio de funcionamento das alavancas e plano inclinado, e nada de Partículas Elementares e supercondutividade, ou seja, tópicos de Física Moderna e Contemporânea. Segundo o autor, conteúdos desatualizados, aprendizagem mecânica e a crescente perda de identidade dessa componente curricular Física no Ensino Médio geram desinteresse por parte dos alunos em aprender física.

Segundo Wilson (1992), ao discorrer sobre a inserção de tópicos de Física Moderna e Contemporânea na educação básica, o entusiasmo e excitação dos alunos em estudar temas científicos que aparecem em artigos, revistas ou na mídia atual já justifica a integração destes temas no currículo do ensino de física.

Como professora e pesquisadora concordo com Wilson (1992), e encontro nos trabalhos de Terrazzan (1992), Ostermann e Moreira (2001), Pinheiro (2011), Siqueira (2012), Moreira (2013), entre outros, argumentos favoráveis no sentido de que é necessário atualizar o ensino de física por meio de inserção de tópicos de Física Moderna e Contemporânea na educação básica.

Alunos apáticos e sem interesse em aprender temas de física são questões que, como docente, me inquietam e que contribuíram no delineamento desta pesquisa. Nesta perspectiva, é pertinente esclarecer que possuo licenciatura em Física pela Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), especialização em Educação Especial e Processos Inclusivos pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), mestrado em Educação em Ciências e Matemática (PUCRS), desenvolvi esta pesquisa de doutorado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde pela UFRGS e trabalho como professora de física no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), campus Rolante.



Todo esse processo de formação, que iniciou muito antes do ingresso na universidade, desde a escola, foi constituindo-me professora de física. Já no Ensino Fundamental, que na época em que cursei era "1º grau", tive uma professora<sup>1</sup> no 2º ano que sempre demonstrava uma preocupação latente com o aprendizado dos alunos. Ela usava recursos e formas diversificadas para ensinar até que todos alunos aprendessem. O que fez diferença, pois as crianças foram aprovadas integralmente e dominavam leitura, escrita e recursos matemáticos para resolução de problemas. Na época, eu não tinha em mente que seria professora, mas guardei nas memórias um exemplo de educadora que serve de inspiração. Isso me motiva a refletir sobre minha prática pedagógica e o que pode ser melhorado para que todos os alunos que estão sob minha responsabilidade realmente aprendam.

Então, motivada na aprendizagem efetiva dos alunos, esta pesquisa começou a ser delineada na vivência do espaço escolar, mais especificamente em 2014/2. Nesse período trabalhei no curso Técnico em Radiologia na Faculdade Cenecista de Osório (FACOS), na componente curricular Física das Radiações. Do contato com os alunos pude perceber que eles tinham vontade de aprender sobre radiações porque conviveriam com elas no seu cotidiano de trabalho. Por outro lado, mesmo já tendo o Ensino Médio concluído, em geral os alunos não tinham conhecimento sobre o tema pois não estudaram radiações na educação básica. Também tinham a concepção de que a física era muito complexa e difícil de entender.

Como professora eu tinha um grande desafio: ensinar radiações a alunos que achavam que não aprenderiam. Frequentemente, quando começava a introdução de um assunto, eles já reclamavam, alegando que seria difícil. Para mudar esse contexto e conseguir transpor as dificuldades usei recursos didáticos variados, como encenações com fantoches, desenhos, vídeos, animações e outros. Ao longo do semestre, os alunos foram se envolvendo nas atividades propostas e perdendo o medo de física. Por meio de algumas atividades realizadas em aula, tais como: listas de exercícios, resolução de problemas, provas e questionamentos dos

---

<sup>1</sup> Professora Denise, cujo restante do nome nunca eu soube. Ela atuava na Rede Estadual de Ensino no município de Ijuí, RS.

alunos, houve indícios de que a aprendizagem estava ocorrendo. Cabe destacar que todos foram aprovados na componente curricular.

Já no ano de 2015, atuei como professora substituta no IFRS, campus Porto Alegre. No segundo semestre, trabalhei no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza (LCN), na componente curricular Tópicos Avançados em Química com carga horária de 80 horas/aula. Este componente curricular é oferecido no último semestre do curso (9º) de forma compartilhada com dois docentes, neste caso uma professora de química e uma de física. Elaborando o plano de ensino com a professora de química e conforme a ementa do curso, pude perceber que o tema radiações estava presente e aprofundado, mas também o Modelo Padrão de Partículas e o modelo atômico atual, formado por Quarks, Léptons e Bósons<sup>2</sup>.

As aulas aconteceram naturalmente e com interação entre as professoras e os alunos. Entretanto, quando foi abordado o Modelo Padrão de Partículas e posteriormente o modelo atômico atual, gerou-se estranheza nos alunos. Alguns falavam que estavam abalados, porque, até o momento, sabiam que o modelo atômico atual era o modelo de Bohr e as partículas elementares seriam os prótons, os nêutrons e os elétrons. Porém, esse "abalo" não foi empecilho para que os alunos aprendessem, pelo contrário, serviu de estímulo para construírem novos conhecimentos. No final do semestre, por meio das avaliações e do depoimento dos estudantes, as professoras verificaram que ocorreu aprendizagem dos tópicos trabalhados em aulas e também a satisfação e o brilho nos olhos dos estudantes em aprender sobre temas anteriormente desconhecidos por eles.

Minha experiência docente<sup>3</sup> com as turmas mencionadas corrobora o posicionamento de alguns pesquisadores anteriormente citados, de que o ensino de física no Ensino Médio precisa ser atualizado com a inserção de tópicos de Física Moderna e Contemporânea.

Ciente disto, me aventurei a desbravar esse caminho e planejar uma Sequência Didática (SD) para o Ensino Médio que envolvesse tópicos de Física

---

<sup>2</sup> Não serão descritos todos os temas estudados na componente curricular Tópicos Avançados em Química pois este não é objeto de estudo deste trabalho.

<sup>3</sup> Sou docente há aproximadamente 20 anos e, na maior parte deste tempo no ambiente escolar, trabalhei com Mecânica, por isso não menciono outras experiências docentes, uma vez que não se relacionam com o tema abordado neste trabalho.

Moderna e Contemporânea e pudesse ser objeto de estudo neste trabalho de doutorado, ao mesmo tempo lançando olhares para o *locus* de aplicação deste estudo: os jovens imersos na Cultura Digital.

Nesta perspectiva emerge o problema de pesquisa: "De que forma os recursos tecnológicos da Cultura Digital podem contribuir para inovações pedagógicas e atualização curricular de física no Ensino Médio?"

O objetivo geral desta pesquisa foi analisar as contribuições dos recursos da Cultura Digital para atualização curricular de física no Ensino Médio. Estendendo-se com os seguintes objetivos específicos:

- Investigar os hábitos de uso da Internet por parte dos alunos e conhecer os recursos digitais utilizados no âmbito escolar;
- Verificar a possibilidade de inserção de tópicos de FMC no Ensino Técnico Integrado ao Ensino Médio;
- Investigar, a partir da implementação da Sequência Didática, as contribuições dos recursos tecnológicos para o ensino de FMC na educação básica;
- Promover e desenvolver projetos de incentivo à implantação de novas práticas educacionais e de modernização dos ambientes de ensino por meio de recursos da Cultura Digital.

A escolha do tema Radiações e Partículas Elementares justifica-se por ser um tema recomendado para atualização curricular de física no Ensino Médio (OSTERMANN; MOREIRA, 2001). Acrescenta-se a esta questão que nossos alunos atuais do Ensino Médio já cresceram em ambientes que empregam vários recursos tecnológicos, principalmente para comunicação, como os telefones celulares, computadores, tablets e com acesso à Internet. Conseqüentemente, empregar recursos tecnológicos nas práticas pedagógicas pode ser positivo e mais atraente para o aprendizado dos jovens. Além disso, Macêdo, Pedroso e Araújo (2014) verificaram, por meio de pesquisa nos trabalhos apresentados no XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), uma carência de trabalhos relacionados a física moderna, relatividade e mecânica quântica empregando as TICs como ferramenta pedagógica. Neste sentido, a proposta da SD envolvendo atualização curricular de física no Ensino Médio e recursos da Cultura Digital pode ser relevante, uma vez que analisar os impactos e potencialidades dos recursos da

Cultura Digital em situações reais de sala de aula poderá inspirar novas práticas pedagógicas. Pretende-se contribuir, também, com outros professores que buscam metodologias diferenciadas de ensino para superar as tradicionais aulas com quadro, giz e professor fazendo um monólogo nas aulas.

A pesquisa foi estruturada em duas etapas. Na primeira etapa o público-alvo foram todos alunos matriculados nos cursos Técnicos Integrados ao Ensino Médio de uma escola pública localizada no litoral Norte gaúcho. Nesta fase a amostra foi de aproximadamente 300 alunos.

Na segunda etapa o público-alvo foram os alunos do 3º ano do curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio. A escolha por esse público-alvo foi feita devido à pesquisadora trabalhar como docente contratada nesta instituição, ministrando aulas de física na turma selecionada para aplicar a segunda etapa da pesquisa. Cabe ressaltar que a pesquisadora procurou, intencionalmente, ser contratada na instituição de ensino para ter a oportunidade de atuar como docente em turmas de Ensino Médio e, assim, ter a oportunidade de aplicar a SD.

O capítulo 2 aborda o caminho teórico que inicia-se pela educação em Ciência, trazendo algumas reflexões sobre o interesse dos jovens em aprender ciências e a necessidade de o professor estar ciente que ensinar não é transmitir conhecimentos, mas sim um processo construtivo que envolve essencialmente a participação ativa dos estudantes. Neste viés são apresentadas algumas ideias do princípio educativo "educar pela pesquisa" proposto por Demo (2011), que por sua vez corrobora as orientações legais da Lei nº 9.394/96 - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN).

A Lei nº 9.394/96 menciona que o currículo do Ensino Médio deve contemplar a formação integral dos educandos inseridos no contexto sociocultural. Educação na perspectiva sociocultural tem Vygotsky como representante principal, assim são apresentados alguns pressupostos do autor trazendo construtivismo social, desenvolvimento humano e o papel do outro social, a formação dos conceitos e a mediação por signos.

Na sequência são abordadas algumas considerações sobre educação e Cultura Digital, a questão do ensino de Física na contemporaneidade e a necessidade da reestruturação curricular diante dos desafios encontrados no

Ensino Médio. Inovação e atualização do currículo de Física são apontadas por alguns pesquisadores da área do ensino de física (TERRAZAN, 1992; STANNARD, 1990; KALMUS, 1992; MOREIRA, 2017) como elemento necessário para atrair e despertar a vontade dos jovens de estudar física. Esta atualização consiste em inserir no currículo de Física do Ensino Médio tópicos de Física Moderna e Contemporânea, ou seja, conhecimentos que auxiliam os jovens a compreender a tecnologia e temas de física presentes nas notícias e acontecimentos reportados pela mídia. (VALADARES; MOREIRA, 1998).

O capítulo 3 é o caminho metodológico, onde consta o contexto e sujeitos de pesquisa, instrumentos de coleta de dados, método de análise de dados e a estrutura da Sequência Didática implementada e analisada nesta tese.

O capítulo 4 apresenta a análise e os resultados obtidos da pesquisa. O Capítulo 5 trata das considerações finais.

Nos apêndices constam quatro artigos, sendo: 1) Uso de Simuladores PhET no Ensino Técnico (apêndice A); 2) Tópicos de Física Contemporânea na perspectiva do Catálogo Mundial de Ideias (apêndice B); 3) Curso de extensão como estratégia para trabalhar tópicos de Física Moderna e Contemporânea com professores de Ciência (apêndice C); e 4) Modelo Padrão de Partículas e a reformulação conceitual do modelo atômico por meio de Unidade Didática voltada para professores de Ciências (apêndice D). Estes trabalhos foram desenvolvidos ao longo do período de doutorado e foram construções que auxiliaram na estruturação da SD e nos instrumentos de coleta de dados utilizados na tese.

## 2 CAMINHO TEÓRICO

### 2.1 EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Os sujeitos enquanto crianças são curiosos, espertos, buscam descobrir novidades e os porquês das coisas, atitudes que se relacionam com a cultura científica, pois formulam questões e buscam respostas para elas. Na adolescência, o tipo de questionamento muda, mas a curiosidade e a vontade de aprender não desaparecem. Tolentino Neto (2008), por meio do projeto *The Relevance of Science Education* (ROSE) no Brasil, afirma que os estudantes na faixa da adolescência apresentam interesse em aprender Ciências. Conforme a pesquisa, quando questionados sobre *o que quero aprender*, destacaram-se as indagações: Como funciona a bomba atômica? Como prestar primeiros socorros? Como os computadores funcionam? Como as diferentes drogas proibidas podem afetar o nosso corpo? Como os meteoritos, os cometas e os asteroides podem causar catástrofes na Terra?

Entretanto, para saber o que os jovens desejam aprender eles precisam ser ouvidos. O professor necessita estar ciente de que ensinar não é transmitir conhecimento, como afirma Freire:

Ensinar não é transmitir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua construção. Quando entro em uma sala de aula devo estar sendo um ser aberto a indagações, à curiosidade, às perguntas dos alunos, as suas inibições; um ser crítico e inquiridor, inquieto em face da tarefa que tenho – a de ensinar e não a de transferir conhecimento. (FREIRE, 1996, p. 21).

Nesta perspectiva o conhecimento vai sendo construído com participação ativa dos educandos. Del Pino e Frison (2011, p. 41) destacam que “o conhecimento não deve ser transmitido, mas construído ativamente pelos sujeitos, considerando que aquilo que o sujeito já sabe influencia na sua aprendizagem”.

Segundo Demo (2011), uma das formas de estimular os alunos a serem ativos é transformar as salas de aula, abandonar o formato de reprodução submissa de conhecimentos e/ou informações e criar um ambiente que valorize o conhecimento como sendo um processo construtivo. Neste formato de educação o professor adere à função de orientar os educandos em projetos de pesquisa, considerando os conhecimentos que os estudantes já construíram e, gradativamente, acrescentando novos conhecimentos, mas tem o cuidado de

contextualizá-los em situações históricas e culturais. O autor afirma que os estudantes não necessitam somente de informações, mas sobretudo de formação para que por si próprios transformem as informações em conhecimentos, assim como também adquiram habilidades para compreensão do mundo, de lugar na sociedade e de sujeitos cidadãos capazes de transformar situações que não concordam em outras favoráveis ao bem público.

Demo (1992, p. 38) destaca que “o processo educativo, por sua vez, migrará da ‘moral e cívica’, para a construção do cidadão competente e produtivo”. Este processo educativo, defendido pelo autor, tem a pesquisa como princípio científico e educativo. Para Demo (2011), a pesquisa pode ser um princípio educativo porque apresenta objetivos em comum com a educação, ou seja, algumas trajetórias que coincidem nos seguintes aspectos:

- posicionamento contra a ignorância;
- valorização do questionamento;
- dedicação ao processo reconstrutivo;
- confluência entre teoria e prática;
- oposição à condição do sujeito como objeto;
- oposição à procedimentos manipulativos;
- condenação à cópia de conhecimento. (DEMO, 2011, p.10-11).

Baseado neste princípio educativo, Demo (2011) ressalta que a metodologia de aulas expositivas é importante somente para complementar as pesquisas realizadas pelos alunos, resgatar alguns aspectos importantes do tema pesquisado, encaminhar aprofundamentos e revisões, entretanto não deveria ser a metodologia principal nas salas de aula.

Para operacionalizar a pesquisa, ou seja, para criar a questão desencadeadora/norteadora do trabalho de pesquisa, o autor sugere partir das perguntas dos alunos, as quais ele nomeia de questionamentos. Porém, faz a ressalva para que o questionamento seja reconstrutivo, no sentido de apresentar qualidade formal e política inseridas na pergunta. Segundo Demo (2011, p. 13): “Por ‘questionamento’, compreende-se a referência à formação do sujeito competente, no sentido de ser capaz de, tomando consciência crítica, formular e executar projeto próprio de vida no contexto histórico”.

Segundo o autor, o termo reconstrutivo remete à interpretação própria, construção pessoal feita considerando a subjetividade e a criatividade do aluno. No movimento de formular questionamento reconstrutivo e partir desta referência para

buscar respostas por meio de pesquisa, o aluno torna-se autor de sua aprendizagem e, por consequência, torna-se mais participativo nas atividades escolares. Um ambiente de ensino que incentiva esse tipo de processo pode implementar experiências educacionais inovadoras, uma vez que, além de construir conhecimentos, os alunos estão tendo oportunidade de exercer sua cidadania, pois lhe é permitido liberdade para questionar, sugerir caminhos e escolhas teóricas e metodológicas de pesquisa. Tendo, contudo, a segurança de contar com o auxílio do professor no que for preciso.

A pesquisa em sala de aula partindo do questionamento reconstrutivo tem um viés emancipatório, porque o objetivo não é o acúmulo de conhecimentos, mas a formação integral do educando, incluindo novos conhecimentos e sua formação para a cidadania. Segundo o autor

[...] é mister trabalhar especificamente o espaço educativo do aprender a aprender, cuja base é uma atitude de pesquisa diante da realidade, acompanhada da competência de nela intervir com base em conhecimento atualizado. Mero ensino, mera aula, meras provas decaem na vala da mediocridade, porque neles não aparece o ímpeto educativo emancipatório, nem no professor, nem no aluno. (DEMO, 1992, p. 25).

Assim, Demo (2011) formula quatro pressupostos que fundamentam sua proposição do educar pela pesquisa, sendo:

- 1º educação pela pesquisa é a educação característica da escola;
- 2º a pergunta do aluno, com qualidade formal e política, é a semente do processo de pesquisa;
- 3º pesquisa deve fazer parte da vida cotidiana escolar;
- 4º educação é o processo de formação de vidas no contexto histórico.

Considerando estes pressupostos, os quais são os alicerces do educar pela pesquisa, a educação escolar deveria utilizar a pesquisa como atitude cotidiana e os resultados das pesquisas fornecerem subsídios aos estudantes para elaborarem textos próprios, com autonomia crítica e criativa, e assim, as cópias e repetições, típicas das aulas expositivas, vão sendo substituídas pela construção de conhecimentos com sentido por parte dos educandos e com a construção de habilidades e competências para tornarem-se sujeitos cidadãos no ambiente onde estão inseridos (DEMO, 2011).



As orientações de Demo (2011) corroboram a Lei nº 9.394/96, LDBEN. O artigo nº 36 diz respeito ao currículo do Ensino Médio, dispondo que:

O currículo do ensino médio observará o disposto na Seção I deste Capítulo e as seguintes diretrizes:

I - destacará a educação tecnológica básica, a compreensão do significado da ciência, das letras e das artes; o processo histórico de transformação da sociedade e da cultura; a língua portuguesa como instrumento de comunicação, acesso ao conhecimento e exercício da cidadania;

II - adotará metodologias de ensino e de avaliação que estimulem a iniciativa dos estudantes; [...]. (BRASIL, 1996, p.33).

As diretrizes da lei mencionada acima orientam que o currículo do Ensino Médio contemple a formação integral dos educandos, indicando a necessidade de que o processo educacional inclua o contexto sociocultural e que seja estimulada a iniciativa dos alunos.

### **2.1.1 Educação na perspectiva sociocultural**

As indicações da LDBEN (BRASIL, 1996) para o Ensino Médio estão alicerçadas na construção do conhecimento fundamentado no sociointeracionismo, cujo principal representante é Vygotsky.

Lev S. Vygotsky nasceu em Orsha<sup>4</sup>, na Bielo-Rússia, em 5 de novembro de 1896 e faleceu em 11 de junho de 1934, aos 37 anos de idade, de tuberculose. Por grande parte de sua vida morou em Gomel, na mesma região da Bielo-Rússia. Sua família era judia e numerosa, ao todo oito irmãos, mas seus pais tinham uma situação econômica confortável e podiam oferecer oportunidades educacionais de qualidade aos filhos. Vygotsky cresceu num ambiente com estimulação intelectual e cedo interessou-se pelo estudo de várias áreas do conhecimento; apreciava também ler obras de literatura, poesia e teatro.

A maior parte de sua educação foi realizada em casa, por meio de tutores particulares. Apenas aos 15 anos iniciou o estudo formal em uma escola privada, permanecendo os dois últimos anos do curso secundário. Em 1913, ingressou na Universidade de Moscou, no curso de Direito, e formou-se em 1917. Juntamente com o curso de Direito, frequentou cursos de história e filosofia na Universidade

---

<sup>4</sup> A breve biografia de Vygotsky e suas concepções sobre a construção do conhecimento são apresentadas na sequência para contextualizar e tornar mais claro o pensar a educação na perspectiva sociocultural.

Popular de Shanyavskii; embora não tendo recebido o título acadêmico, também nesta universidade aprofundou seus estudos em psicologia, filosofia e literatura, o que foi de grande valor na sua vida profissional.

No período de 1917 a 1923, em Gomel, lecionou literatura e psicologia numa escola da cidade, mas também dirigia uma seção de teatro do centro de educação de adultos e proferia palestras sobre problemas da literatura e da Ciência. Nessa época criou a revista *Verask*, na qual publicou sua primeira pesquisa referente a questões da literatura. A publicação foi posteriormente reeditada com o título “Psicologia da Arte” (VYGOTSKY, 1994).

Em 1924, Vygotsky mudou para Moscou, neste local trabalhou no Instituto de Psicologia e, posteriormente, criou o Instituto de Estudos das Deficiências. Paralelamente, dirigiu um departamento de educação de crianças deficientes físicas e/ou com retardos mentais em Narcompros (Comitês Populares de Educação). No período de 1925 a 1934, organizou um grupo de cientistas jovens que tinham interesse e trabalhavam nas áreas da psicologia e no estudo das deficiências físicas e mentais. Simultaneamente, também estudou medicina devido ao seu interesse em trabalhar com problemas neurológicos como forma de compreender o cérebro humano (SOUZA; ANDRADA, 2013).

Ao longo de sua vida teve grande produção escrita, em torno de 200 trabalhos científicos sobre temas diversificados: neuropsicologia, críticas literárias, linguagem, psicologia e educação, entre outros. Entretanto, Vygotsky não pesquisava sozinho, ele teve alguns colaboradores: Alexander Romanovich Luria (1902-1977) e Alexei Nikolaievich Leontiev (1904-1979); e devido aos parceiros colaboradores sua obra foi significativamente disseminada dentro da Rússia e também no exterior.

No âmbito da educação, as obras de Vygotsky têm adquirido cada vez mais espaço pois trazem um sistema explicativo sobre diversos aspectos do desenvolvimento humano, como pensamento, linguagem, formação de conceitos, ensino e aprendizagem, e incluem reflexões do desenvolvimento intelectual de forma rica e profunda (OLIVEIRA, 1997).

As pesquisas realizadas no campo da educação, psicologia e educação em ciências estão utilizando as ideias de Vygotsky de forma ascendente, segundo

Gehlen e Delizoicov (2013). Os autores também destacam que, especificamente na área de educação em ciências, Vygotsky tem adquirido notoriedade, por isso cresce a quantidade de pesquisas que utilizam seus pressupostos como referencial teórico para diferentes linhas de investigação.

De forma mais ampla, os pressupostos de Vygotsky têm permeado diversas discussões na educação em ciências, como a elaboração e desenvolvimento de propostas curriculares [...], o papel da linguagem no processo de ensino-aprendizagem [...], a motivação relacionada aos processos interativos em sala de aula [...] e a inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. (GEHLEN; DELIZOICOV, 2013, p. 46).

Por este trabalho de doutorado estar enquadrado na linha de pesquisa sobre a inserção de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio, optou-se por seguir essa tendência e ter as ideias e pressupostos de Vygotsky como referencial teórico<sup>5</sup>. Além disso, a pesquisadora concorda com as afirmações de Ostermann *et al.*:

A perspectiva sociocultural na pesquisa em Educação em Ciências tem indicado um caminho promissor para a superação da predominância do caráter individual e cognitivista tanto no que se refere à aprendizagem do aluno quanto à formação de professores. (OSTERMANN *et al.*, 2009, p. 1998).

### 2.1.2 Construtivismo social de Vygotsky

Na visão vygotskyana, a construção do conhecimento é um processo dinâmico e interativo que perpassa toda a vida, e desde o nascimento o aprendizado está relacionado ao desenvolvimento, pois conforme o autor: “[...] aprendizagem e desenvolvimento estão inter-relacionadas desde o primeiro dia de vida da criança” (VYGOTSKY, 1994, p. 110).

No início deste processo existe um percurso de desenvolvimento parcialmente definido pela maturação do organismo individual, mas é o aprendizado que possibilita o despertar de processos internos de desenvolvimento que, se não fosse o convívio com certo ambiente cultural, não ocorreriam. Os fatores biológicos prevalecem sobre os sociais apenas nos primeiros anos de vida, porque

---

<sup>5</sup> Os pressupostos de Vygotsky aparecem com polissemia de denominações na literatura do Brasil, como sócio-histórica (Miranda, 2005), histórico-cultural (Fino, 2001) e sociocultural (Ostermann *et al.* 2009). Entretanto, Prestes (2010) esclarece que Vygotsky não formulou nomenclatura para seus pressupostos, isso ocorre de interpretações dos autores que a utilizam. Neste trabalho optou-se por usar a expressão sociocultural para se referir a abordagem vygotskyana.

gradativamente as interações sociais com as outras pessoas mais experientes são interiorizadas, gerando o redimensionamento do comportamento e do pensamento (VYGOTSKY, 1994).

Uma criança típica, sem necessidades educacionais especiais, por exemplo, na faixa etária de um ano de idade começa a pronunciar algumas palavras que lhe são ensinadas; mas se essa mesma criança vivesse num ambiente cercado de pessoas surdas, ela não desenvolveria a linguagem oral na faixa etária das outras crianças, mesmo não apresentando problemas auditivos e/ou afonia. A aprendizagem e emprego de palavras para comunicação da criança fica impedida de ocorrer na ausência da atividade no coletivo, pois é a aprendizagem que possibilita o despertar de processos internos do indivíduo, relacionando o desenvolvimento do sujeito ao ambiente sociocultural em que vive e a sua situação de organismo que não se desenvolve na sua plenitude sem o suporte de outras pessoas.

O desenvolvimento da linguagem e suas relações com o desenvolvimento do pensamento ocupa destaque na obra de Vygotsky (2008), pois para o autor a linguagem é o sistema simbólico inerente da espécie humana, mas não somente intermedia a comunicação como também desenvolve a forma do homem pensar.

Inicialmente, na criança, o pensamento e a linguagem possuem origens distintas e desenvolvem-se de modo independente. Existe uma trajetória do pensamento desvinculada da linguagem, e existe uma trajetória da linguagem independente do pensamento. Entretanto, em algum momento as trajetórias se cruzam, resultando que o pensamento torna-se verbal e a linguagem torna-se racional. Na construção deste processo, os indivíduos carregam, simultaneamente, as características biológicas da espécie humana e as construídas ao longo da trajetória histórica social.

A natureza do próprio desenvolvimento se transforma, do biológico para o sócio-histórico. O pensamento verbal não é mais uma forma de comportamento natural e inata, mas é determinado por um processo histórico-cultural e tem propriedades e leis específicas que não podem ser encontradas nas formas naturais de pensamento e fala. (VYGOTSKY, 2008, p. 63).

No desenvolvimento de uma criança, a trajetória do pensamento encontra-se com o da linguagem em torno dos dois anos de idade. Neste momento, começa uma nova forma de funcionamento psicológico, pois a fala torna-se intelectual, com

função simbólica, e o pensamento torna-se verbal, mediado por significados dados pela linguagem (OLIVEIRA, 1997). Assim, o ser humano passa a ter a possibilidade de um modo de funcionamento psicológico mais sofisticado, mediado pelo sistema simbólico da linguagem. Cabe destacar que a criança adquire esse impulso quando inserida num ambiente cultural, onde pessoas mais maduras, com linguagem estruturada, ensinam à criança os significados das palavras coletivamente usadas. A outra pessoa faz a mediação entre a criança e os conhecimentos linguísticos empregados socialmente.

### **2.1.3 Desenvolvimento humano e o papel do outro social**

O desenvolvimento e a aprendizagem, na óptica de Vygotsky, são inter-relacionados desde o início da vida humana, mas não apresentam caminhos coincidentes. O aprendizado é anterior ao desenvolvimento, antes a criança aprende um conhecimento novo, mas se desenvolve quando seu organismo consegue colocar em prática o que aprendeu.

[...] o aprendizado geralmente precede o desenvolvimento. A criança adquire certos hábitos e habilidades numa área específica, antes de aprender a aplicá-los conscientemente e deliberadamente. Nunca há um paralelismo completo entre o curso do aprendizado e o desenvolvimento das funções correspondentes. O aprendizado tem as suas próprias sequências e sua própria organização, segue um currículo e um horário, e não se pode esperar que as suas regras coincidam com as leis internas dos processos de desenvolvimento que desencadeia. Com base em nossos estudos, tentamos delinear as curvas do progresso do aprendizado e das funções psicológicas que participam dele; essas curvas não eram coincidentes, ao contrário, indicavam uma relação extremamente complexa. (VYGOTSKY, 2008, p.126).

Neste sentido, a criança aprende e adquire habilidades para empregar os conhecimentos “novos” muito antes de frequentar a escola. A fala, a nomeação de objetos, a separação de objetos por cor e/ou forma, as noções de quantidades são aprendidas antes da criança entrar na escola e adquirir os conhecimentos de forma mais sistemática e intencional. São aprendizados diferentes, conforme Vygotsky (1994, p. 110): “[...] o aprendizado tal como ocorre na idade pré-escolar difere nitidamente do aprendizado escolar, o qual está voltado para a assimilação de fundamento do conhecimento científico.”

Entretanto, o conhecimento informal é importante e precisa ser considerado na escola, pois é a partir dos conhecimentos que a criança já tem e domina que os novos conhecimentos sistemáticos escolares são construídos. Assim, quanto mais conhecimentos informais a criança adquirir antes e durante o período escolar mais "bagagem" terá para construir outros saberes escolares. Nesse viés, Vygotsky (1994) ressalta a importância da existência da mediação, da instrução de um adulto e/ou sujeito mais capaz, para proporcionar a interlocução dos saberes sociais construídos e utilizados socialmente ao universo infantil. Todavia, o autor salienta que a diferença entre aprendizagem pré-escolar e escolar vai além da sistematização.

[...] a diferença entre o aprendizado pré-escolar e o escolar está no fato de o primeiro ser um aprendizado não sistematizado e o último um aprendizado sistematizado. Porém, a sistematização não é o único fator; há também o fato de que o aprendizado escolar produz algo fundamentalmente novo no desenvolvimento da criança. Para elaborar as dimensões do aprendizado escolar, descreveremos um conceito novo e de excepcional importância, sem o qual esse assunto não pode ser resolvido: a *zona de desenvolvimento proximal*. (VYGOTSKY, 1994, p.110).

Geralmente, quando testamos uma criança queremos saber quais as habilidades que ela consegue apresentar fazendo uma atividade sozinha, até onde chega por sua conta. Para isso, lhe oferecemos algo para executar e ela precisa demonstrar que pode cumprir a tarefa sem ajuda. Vygotsky denomina essa capacidade de realizar tarefas de forma autônoma de nível de desenvolvimento real. Para ele, o nível de desenvolvimento real da criança refere-se a etapas já alcançadas e conquistadas pela criança, resultados de processos de desenvolvimento completados, nas palavras do autor:

O primeiro nível pode ser chamado de nível de desenvolvimento real, isto é, o nível de desenvolvimento das funções mentais da criança que se estabeleceram como resultado de certos ciclos de desenvolvimento já completados. (VYGOTSKY, 1994, p.111).

Por outro lado, algumas tarefas que a criança consegue realizar mediante instruções, imitação ou demonstração por parte de outras crianças ou adultos, ou seja, necessitando da ajuda de outros, o autor denomina de nível de desenvolvimento potencial e destaca que "aquilo que a criança consegue fazer com ajuda dos outros poderia ser, de alguma maneira, muito mais indicativo de seu desenvolvimento mental do que aquilo que consegue fazer sozinha" (VYGOTSKY, 1994, p.111).

Tendo como pressupostos os níveis de desenvolvimento, o real e o potencial, Vygotsky (1994) define **a zona de desenvolvimento proximal (ZDP)** que consiste na diferença entre o conhecimento real, já construído, e o conhecimento que uma pessoa é capaz de aprender com ajuda. A aprendizagem ocorre no intervalo entre conhecimento real e conhecimento potencial, sendo que quando o conhecimento potencial é alcançado, passa a ser conhecimento real e a ZDP redefinida a partir do que seria o novo potencial (VYGOTSKY, 1994). Assim, a ZDP é um processo dinâmico e reconfigurado toda vez que uma função embrionária se torna consolidada, ou melhor, o referencial de nível de conhecimento real vai mudando conforme a pessoa adquire habilidade para executar tarefas com autonomia.

Na perspectiva de Vygotsky, a relação entre desenvolvimento e aprendizagem, especificamente na **zona de desenvolvimento proximal**, a interferência de outras pessoas desempenha papel mais transformador, particularmente nos processos já iniciados. Um aluno, por exemplo, que entendeu as operações básicas da matemática (adição, subtração, multiplicação e divisão), mas ainda não consegue aplicar esses conhecimentos para solucionar problemas, mediante a intervenção do professor ou colegas mais experientes, pode ter acelerado esse processo, reduzindo assim o tempo para consolidação do conhecimento e habilidade para aplicá-lo em situações reais ou simuladas. Dessa forma, o trabalho do professor como mediador pode causar uma grande diferença na vida dos seus alunos, pois impulsiona a aprendizagem e conseqüentemente, o desenvolvimento.

Entretanto, a função do professor como mediador torna-se eficiente quando ele conhece o nível de desenvolvimento dos alunos e utiliza-os nos planejamentos e proposições de atividades pedagógicas partindo do nível de desenvolvimento real, mas ao mesmo tempo inserindo desafios que estimulam o desenvolvimento potencial. Essas atividades desenvolvidas junto com os pares, ou seja, colegas e/ou auxílio do professor, são valiosas porque aceleram o processo de aprendizagem.

Essa questão é muito importante para Vygotsky, pois para ele a aprendizagem adquirida no coletivo possibilita o despertar de processos internos do indivíduo. Segundo o autor:

O aprendizado desperta vários processos internos de desenvolvimento, que são capazes de operar somente quando a criança interage com pessoas em seu ambiente e quando em cooperação com seus companheiros. Uma vez internalizados, esses processos tornam-se parte das aquisições do desenvolvimento.

Desse ponto de vista, aprendizagem não é desenvolvimento; entretanto, o aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento mental e põe em movimento vários processos de desenvolvimento que, de outra forma, seriam impossíveis de acontecer. Assim, o aprendizado é um aspecto necessário e universal do processo de desenvolvimento das funções psicológicas culturalmente organizadas e especificamente humanas. (VYGOTSKY, 1994, p. 118).

Portanto, existe uma relação visceral entre desenvolvimento do sujeito e o meio sociocultural, a ponto do autor considerar que a pessoa não se desenvolveria, plenamente, sem o auxílio de outros sujeitos do seu contexto. Dessa forma, a possibilidade de alteração no desempenho de uma pessoa pela intervenção de outra é fundamental nos pressupostos de Vygotsky. Primeiramente porque representa um avanço no desenvolvimento de etapas posteriores, nas quais a interferência de outras pessoas tem papel significativo no resultado da ação individual. E também porque o autor atribui importância crucial na interação social no processo de construção das Funções Psicológicas Superiores (FPS), como memória, consciência, percepção, atenção, fala, pensamento, vontade, formação de conceitos e emoção.

O sistema psicológico humano é formado pelas FPS que realizam trocas e relações entre si, estabelecendo as conexões ou nexos. Os nexos sendo entendidos como a própria configuração de novos significados e sentidos (SOUZA; ANDRADA, 2013).

#### **2.1.4 A formação dos conceitos**

Na perspectiva de Vygotsky (1994) o ser humano possui dois tipos de funções mentais: as inferiores e as superiores. As funções mentais naturais, aquelas com as quais já nascemos e que estão ligadas às influências genéticas, são as chamadas funções inferiores, responsáveis pelas condutas impulsivas, ou seja, o comportamento restrito de reação a estímulos externos. As funções mentais superiores não são inatas, elas são construídas e evoluem por meio da interação social. O autor afirma que as funções mentais superiores são mediadas culturalmente.



O desenvolvimento de conceitos, para Vygotsky, está subordinado às operações mentais superiores. Mas o que é um conceito? Segundo o dicionário online de português Dicio<sup>6</sup>, na abordagem filosófica é “Imagem mental feita de um objeto (concreto ou abstrato) cujo conteúdo é de extrema importância para o pensamento; noção ou ideia abstrata.” Já na abordagem linguística, “Ideia abstrata compreendida nos vocábulos de uma língua, construída para caracterizar as qualidades de uma classe, de seres ou de entidades imateriais (abstratas)”.

Em ambos os casos, conceitos são construtos mentais. Para Vygotsky (2008) é uma atividade social e depois se transforma em uma aquisição individual. Mas esse processo é complexo e vai sendo construído paulatinamente durante as transformações pelas quais a criança passa desde seu nascimento, e se completa apenas na puberdade.

Nessa caminhada rumo a formação dos conceitos a linguagem tem um papel importante, primeiro porque é por meio dela que a criança estabelece o sistema de comunicação com o mundo, com o outro; segundo porque a palavra falada dirige a construção das interpretações na mente. Conforme Vygotsky (2008, p. 131), “[...] a relação entre o pensamento e a palavra é um processo vivo: o pensamento nasce através das palavras. Uma palavra desprovida de pensamento é uma coisa morta, e um pensamento não expresso por palavras permanece numa sombra.”

As primeiras palavras balbuciadas pelas crianças são expressas de forma natural ou primitiva, ou seja, correspondem ao pensamento pré-verbal e a fala é pré-intelectual. Na interação social a criança vai se desenvolvendo e aprendendo a pronunciar algumas palavras usadas no contexto social. Nas palavras do autor:

A formação de uma pluralidade não informada e não ordenada, a discriminação de um amontoado de objetos. Esse amontoado de objetos a ser discriminado pela criança, a ser unificado sem fundamento interno suficiente, sem semelhança interna suficiente e sem relação entre as partes que o constituem, pressupõe uma extensão difusa e não direcionada do significado da palavra (ou do signo que a substitui) a série de elementos externamente vinculados nas impressões da criança, mas internamente dispersos. (VYGOTSKY, 2008, p. 173).

---

<sup>6</sup> Dicionário disponível em: <https://www.dicio.com.br/conceito/>. Acesso em: 6 maio 2019.

A vinculação pela criança a uma série de elementos relacionados às impressões externas do seu ambiente é denominada por Vygotsky de imagem sincrética, típica do pensamento infantil que foca na totalidade, no conjunto, sem diferenciar os elementos. Essa fase o autor estabelece como sendo o primeiro estágio de desenvolvimento em que a criança começa a controlar o ambiente com a ajuda da fala. Por meio das palavras dotadas de significado a criança consegue estabelecer um sistema de comunicação com outras pessoas.

O significado da mesma palavra na criança e no adulto frequentemente se cruza no mesmo objeto concreto e isto é suficiente para que adultos e crianças se entendam. Entretanto, são bem diferentes os caminhos, mesmo onde o significado da palavra infantil coincide parcialmente com o significado da palavra adulta isto decorre psicologicamente de operações bem diversas e originais e é produto da mistura sincrética de imagens que está por trás da palavra da criança. (VYGOTSKY, 2008, p.176).

Nessa fase que é propiciada à criança a mediação simbólica entre ela e o seu ambiente externo. A imagem sincrética, ou seja, a formação desse amontoado de objetos, decorre em a criança agrupar objetos por tentativa e erro ou conforme sua percepção imediata. A criança atua por influência das características físicas, espaciais e temporais entre os objetos. A imagem sincrética se equivale ao conceito.

Num segundo estágio para o desenvolvimento do pensamento por conceitos está o que Vygotsky (2008) denomina de pensamento por complexos. O pensamento é mais coerente, os agrupamentos que a criança realiza partem das características que chamam atenção dela, que nessa fase já possui habilidade para fazer coleções de objetos que apresentam semelhança de cores, formas e/ou associar duas ou mais combinações. Por exemplo, associar objetos que sejam pontiagudos como prisma, paralelepípedos e cubos, todos na cor vermelha. O pensamento por complexos assemelha-se a nomes de família, onde existe algum traço em comum percebido pela criança na sua experiência cotidiana.

O terceiro estágio refere-se à formação dos conceitos propriamente ditos. Os quais são diferenciados pelo autor como conceitos espontâneos e conceitos científicos.

A construção dos conceitos espontâneos (ou cotidianos) ocorre gradativamente, mediante interação da criança com objetos reais e na vivência com outras pessoas durante os acontecimentos diários, são decorrentes das experiências empíricas mediadas pelo outro social. Esses conceitos são alicerçados

nos atributos comuns dos objetos. Já os conceitos científicos são construídos a partir de um processo de ensino sistematizado e mediado, típico do ambiente escolar.

Os conceitos científicos não são passíveis de serem criados e internalizados por meio das vivências pessoais, e isso os diferencia dos conceitos espontâneos. Segundo Vygotsky:

[...] sabemos que os conceitos se formam e se desenvolvem sob condições internas e externas totalmente diferentes, dependendo do fato de se originarem do aprendizado da sala de aula ou da experiência pessoal da criança. [...] Quando transmitimos à criança um conhecimento sistemático, ensinamos-lhes muitas coisas que ela não pode ver ou vivenciar diretamente. (VYGOTSKY, 2008, p. 108).

Mas os conceitos espontâneos são importantes e desempenham um papel de suporte para a formação dos conceitos científicos. As palavras de Vygotsky evidenciam:

Embora os conceitos científicos e espontâneos se desenvolvam em direções opostas, os dois estão intimamente relacionados. É preciso que o desenvolvimento de um conceito espontâneo tenha alcançado um certo nível para que a criança possa absorver um conceito científico correlato. (VYGOTSKY, 2008, p. 135).

Nesse sentido, é necessário que os professores, antes de ensinar algum conceito científico, verifiquem quais os conceitos espontâneos que as crianças já construíram sobre o tema a ser estudado. Vygotsky alerta que:

A experiência prática mostra que o ensino direto de conceito é impossível e infrutífero. Um professor que tenta fazer isso geralmente não obtém qualquer resultado, exceto o verbalismo vazio, uma repetição de palavras pela criança, semelhante à de um papagaio, que simula um conhecimento dos conceitos correspondentes, mas que na realidade oculta um vácuo. (VYGOTSKY, 2008, p.104).

Na visão do autor, ensinar sem considerar a realidade do educando, suas experiências pessoais e seus conhecimentos já consolidados, mesmo que sejam rudimentares ainda, não faz sentido, pois o resultado pode ser meras repetições de palavras vazias, sem sentido para a criança.

A formação dos conceitos científicos não é uma atividade simples, pelo contrário, é mais complexa, mas o caminho trilhado para chegar a eles parte dos conceitos espontâneos, conforme destaca Vygotsky (2008, p. 136): “[...] um conceito cotidiano abre o caminho para um conceito científico e seu desenvolvimento descendente”.

Assim, o desenvolvimento conceitual ocorre mediante mudanças de atividades, passando das tarefas apoiadas nas situações concretas para tarefas complexas que usam o pensamento abstrato e a generalização. Esse processo de formação conceitual vai sendo construído por meio da linguagem, da intervenção do outro, da mediação, ou seja, por meio de suporte das ferramentas mediadoras os conceitos científicos, gradualmente, vão sendo ampliados. Em decorrência, o desenvolvimento intelectual da criança e seu aprendizado evoluem, a capacidade de abstração começa a libertar o pensamento da criança de operar somente por meio de experiências concretas. Dessa forma, novas situações não tangíveis podem ser imaginadas e conceitos abstratos compreendidos. Entretanto, esse processo é lento, a maturação para operar majoritariamente com conceitos científicos ocorre na adolescência, conforme afirma Gandin (2013) apoiada nos pressupostos de Vygotsky.

[...] os conceitos científicos tornam-se o principal instrumento do pensamento no final da adolescência, onde o adolescente consegue explicar o conceito, o tema, a ideia principal de uma narrativa sem recorrer, sem detalhar o texto, sem contar toda a narrativa para explicar o que entendeu, ou seja, utiliza as estratégias metacognitivas e tem consciência da necessidade de buscar conhecimentos extratextuais por meio de inferência e de ativação do conhecimento prévio. (GANDIN, 2013, p. 15).

### 2.1.5 A mediação por signos

O conceito de mediação nos pressupostos de Vygotsky é imprescindível. Segundo Oliveira (1997), em termos genéricos a mediação na obra de Vygotsky consiste num processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação; a relação deixa de ser direta e passa a ser mediada por esse elemento.

Os elementos intermediários não significam necessariamente pessoas, mas também instrumentos construídos pelo homem e incorporados pela cultura como utilitários. A Internet é um exemplo disso: inicialmente foi desenvolvida por cientistas do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (em inglês: *Massachusetts Institute of Technology - MIT*), no início da década de 1960, para o Departamento de Defesa dos Estados Unidos na agência DARPA (em inglês: *Defense Advanced Research Projects Agency*) com o objetivo de permitir a comunicação e troca de informações entre computadores de forma relativamente autônoma e descentralizada. Caso houvesse ataques militares e uma parte do sistema de comunicação fosse destruído, pedaços da rede que não fossem afetados manter-se-iam em operação. Este projeto criado pelo *MIT* recebeu o nome de ARPANET (em inglês: *Advanced Research Projects Agency Network*) e foi o precursor de uma rede mundial, a Internet amplamente difundida e em utilização nos dias atuais (LINS, 2013).

Aproximadamente seis décadas se passaram desde o início do projeto ARPANET, e neste curto espaço cronológico grandes mudanças ocorreram na nossa sociedade devido à utilização da Internet, tais como: interligar pessoas de qualquer parte do mundo virtualmente, comprar e vender sem necessidade de um local físico, controlar estoques de empresas via celular, etc. É possível enumerar diversas atividades que podem ser feitas utilizando um computador ou *smartphone* conectado à Internet. Nesse viés, os elementos intermediários são instrumentos construídos para uma finalidade e empregados no coletivo durante um processo histórico para promover o desenvolvimento.

No campo psicológico, as estratégias empregadas como auxiliares para solucionar questões como lembrar, comparar, relatar, escolher e outras atividades da memória, são designadas por Vygotsky como signos. O signo age como instrumento da atividade psicológica, cuja finalidade é auxiliar o homem em tarefas

que exigem memória e atenção. A criação de marcas (riscos) em madeiras ou ossos para registrar quantidades de animais que saíam para as pastagens durante o dia, feitas por cuidadores de animais é um exemplo de signo. As marcas representavam a quantidade de cabeças de animais, mesmo ausentes no espaço e no tempo. A visualização das marcas resgatava a lembrança do número de animais; desta forma, os cuidadores não precisavam ocupar-se com a questão, tendo a memória liberada para outras tarefas. Neste sentido, as marcas são signos, pois são interpretadas como representação da realidade, possível de ser resgatada na memória num momento posterior. A memória mediada por signos é mais ampliada e desenvolvida que a memória não mediada. Todavia, os signos precisam ser construídos e estruturados no coletivo, compartilhados socialmente e contextualizados no momento histórico.

No decorrer do processo evolutivo humano construíram-se representações mentais, signos internos, que substituem objetos e eventos do mundo real. Empregando tais signos internos, a humanidade é capaz de realizar operações mentais sem manipular objetos concretos. Assim, atividades como: planejar, associar, estabelecer relações, associações e simulações, libertam a mente do tempo e espaço presente. As representações mentais da realidade exterior são os principais mediadores dos humanos com o mundo (OLIVEIRA, 1997).

Portanto, os elementos mediadores podem ser pessoas ou ferramentas construídas e incorporadas ao social pela cultura. A cultura sendo entendida neste trabalho como uma construção humana inscrita num momento histórico.

Se a cultura não é um dado, uma herança que se transmite imutável de geração em geração, é porque ela é uma produção histórica, isto é, uma construção que se inscreve na história e mais precisamente na história das relações dos grupos sociais entre si. (CUCHE, 1999, p.143).

A cultura, segundo Geertz (1989), caracteriza-se por um sistema integrado de ações conjuntas de uma comunidade, identificadas por sua ideologia, crenças, expressões, formas de ser e estar. Entretanto, esse sistema não é estático, vai sendo moldado e ao mesmo tempo molda as relações de um determinado grupo no seu contexto histórico. O autor defende o conceito de cultura como sendo uma teia tecida pelo próprio homem:

O conceito que eu defendo de cultura [...] é essencialmente semiótico. Acreditando, como Max Weber, que o homem é um animal amarrado a

teias de significados que ele mesmo teceu, assumo a cultura como sendo essas teias e a sua análise; portanto, não como uma ciência experimental em busca de leis, mas como uma ciência interpretativa, à procura do significado. (GEERTZ, 1989, p. 15).

A cultura, conforme Leontiev (1978), é que permite o desenvolvimento da raça humana, porque através e a partir dela que o ser humano dialoga, significa e ressignifica o mundo. Nesta visão, Baratto e Crespo (2013) afirmam que é o homem que cria formas e objetos, dando vida e significado a todos os objetos que o cercam, e também que a cultura é reflexo da ação humana na sociedade. Essa ação humana que propiciou a criação do computador, e por consequência da Cultura Digital.

## 2.2 EDUCAÇÃO E CULTURA DIGITAL

Segundo Santos, R. S. e Santos, E. O. (2012), o computador é o objeto cultural do nosso tempo. Essa ferramenta potencializa atividades mentais próprias das ações humanas e, ao mesmo tempo, potencializa a capacidade de criar e compartilhar em rede nossos sentidos e significados.

Entretanto, o computador, conforme Almeida e Silva (2011), é um recurso tecnológico tangível que necessita de outros recursos intangíveis, como o sistema operacional, por exemplo, para gerenciar recursos, processadores, dispositivos de entrada e saída e dados dos periféricos e da máquina em si. Assim, os recursos tecnológicos tangíveis e intangíveis se complementam e passam a fazer parte dos artefatos tecnológicos típicos da cultura digital. Segundo as autoras:

No momento em que distintos artefatos tecnológicos começaram a entrar nos espaços educativos trazidos pelas mãos dos alunos ou pelo seu modo de pensar e agir inerente a um representante da geração digital evidenciou-se que as TDIC não mais ficariam confinadas a um espaço e tempo delimitado. Tais tecnologias passaram a fazer parte da cultura, tomando lugar nas práticas sociais e ressignificando as relações educativas ainda que nem sempre estejam presentes fisicamente nas organizações educativas. Dentre os artefatos tecnológicos típicos da atual cultura digital, com os quais os alunos interagem mesmo fora dos espaços da escola, estão os jogos eletrônicos, que instigam a imersão numa estética visual da cultura digital; as ferramentas características da Web 2.0, como as mídias sociais apresentadas em diferentes interfaces; os dispositivos móveis, como celulares e computadores portáteis, que permitem o acesso aos ambientes virtuais em diferentes espaços e tempos, dentre outros. (ALMEIDA; SILVA, 2011, p. 3).

Esses artefatos tecnológicos não são meros objetos, são bem mais do que isso, no sentido que Vygotsky (1994) os nomeia de elementos intermediários, ou

seja, são instrumentos construídos para uma finalidade e empregados coletivamente para promover o desenvolvimento num momento histórico. Lévy (1999) afirma que as tecnologias digitais e das redes de comunicação interativa possibilitam a criação coletiva, aprendizagens cooperativas e colaboração em rede por meio do ciberespaço. Essas atividades, por sua vez, prolongam determinadas capacidades cognitivas como memória, percepção e imaginação. Cabe ressaltar que o termo ciberespaço é definido pelo autor como:

[...] o *espaço de comunicação aberto pela interconexão mundial dos computadores e das memórias dos computadores*. Essa definição inclui o conjunto dos sistemas de comunicação eletrônicos [...], na medida em que transmitem informações provenientes de fontes digitais ou destinadas à digitalização. Insisto na codificação digital, pois ela condiciona o carácter plástico, fluido, calculável com precisão e tratável em tempo real, hipertextual, interativo e, resumindo, virtual da informação que é, parece-me, a marca distintiva do ciberespaço. (LÉVY, 1999, p. 92-93).

Entretanto, a inserção do computador na sala de aula precisa ser uma ação planejada, visando transformar as informações, facilmente acessadas, em conhecimento. Nesse sentido, Eichler e colaboradores (2003) afirmam que algumas ações conceitualmente sofisticadas são necessárias, tais como: elaboração de cenários ou ambientes interativos que possibilitem a informação contextualizada no momento histórico, cultural e material; planejamento de atividades que possibilitem a exploração de informações para resolver problemas; produção de conceitos por meio dos conhecimentos resultantes da atividade individual e coletiva. Atividade que pode ser desenvolvida de forma presencial ou virtual. Este termo virtual entendido no sentido corrente proposto por Lévy (1999, p. 48): “É virtual toda entidade 'desterritorializada', capaz de gerar diversas manifestações concretas em diferentes momentos e locais determinados, sem contudo estar ela mesma presa a um lugar em particular”.

Para Valente (2000), o computador na escola é uma ferramenta que facilita a descrição, reflexão e a depuração de ideias, uma vez que acrescenta riqueza de detalhes nas informações por meio de imagens e sons; sendo assim uma ferramenta pedagógica importante para auxiliar o ensino de Ciências. Por exemplo: um dos temas estudados no 1º ano do Ensino Médio em Física, Energia e Conservação da Energia, necessita de imagens de usinas hidroelétricas, termoelétricas, quedas d'água (incluindo a localização), vídeos que mostram o funcionamento das turbinas, etc., recursos que facilitam ao professor contextualizar



a energia na sociedade e fazer relações com outras áreas do conhecimento. Lévy (1999) menciona a ubiquidade da informação:

Ubiquidade da informação, documentos interativos interconectados, telecomunicação recíproca e assíncrona em grupos e entre grupos: as características virtualizante e desterritorializante do ciberespaço fazem dele um vetor de um universo aberto. Simetricamente, a extensão de um novo espaço universal dilata o campo de ação dos processos de virtualização. (LÉVY, 1999, p. 49-50).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) (BRASIL, 2000) afirmam que o ensino de Ciências e Matemática e suas tecnologias, no Ensino Médio, visam o aprofundamento dos saberes de Física, Química, Biologia e Matemática, com procedimentos científicos relacionados e sua articulação com a tecnologia. Neste momento cabe esclarecer que a concepção que a professora/pesquisadora tem sobre tecnologia e conhecimento tecnológico está alicerçado nas seguintes definições:

[..] tecnologia é um conjunto de saberes inerentes ao desenvolvimento e concepção dos instrumentos (artefatos, sistemas, processos e ambientes) criados pelo homem através da história para satisfazer suas necessidades e requerimentos pessoais e coletivos. O conhecimento tecnológico é o conhecimento de como fazer, saber fazer e improvisar soluções, e não apenas um conhecimento generalizado embasado cientificamente. Para a tecnologia é preciso conhecer aquilo que é necessário para solucionar problemas práticos (saber fazer para quê), e assim, desenvolver artefatos que serão usados, mas sem deixar de lado todo o aspecto sócio-cultural em que o problema está inserido. (VERASZTO, *et al.*, 2008, p.78).

E com o desenvolvimento da tecnologia, o acesso aos sistemas de informação também ganhou agilidade e rapidez, trazendo muitas facilidades à vida cotidiana. Conforme Lemos (2009, p.30), “Com as novas mídias móveis digitais, ampliam-se as possibilidades de consumir, produzir e distribuir informação, fazendo com que está se exerça e ganhe força a partir da mobilidade física”.

Castells (1999) afirma que os sistemas de informação estão remodelando a base material da sociedade em ritmo acelerado. Conforme o autor:

No final do segundo milênio da Era Cristã, vários acontecimentos de importância histórica têm transformado o cenário social da vida humana. Uma revolução tecnológica concentrada nas tecnologias da informação está remodelando a base material da sociedade em ritmo acelerado. Economias por todo mundo passaram a manter interdependência global, apresentando uma nova forma de relações entre a economia, o Estado e a sociedade em um sistema de geometria variável. (CASTELLS, 1999, p. 21).

No que tange à educação, à medida que os *hardwares* e *softwares* se tornam mais funcionais e os dispositivos acessíveis economicamente, aumenta a aplicação das tecnologias de informação e comunicação (TICs) como ferramentas educacionais. Essa tendência pode ser observada nos trabalhos de Bolacha e Amador (2003); Machado, Placida e Santos (2004); Pires e Veit (2006); Diogo e Gobara (2008); Borges, Aranha e Sabino (2010); Oliveira, Amaral e Domingos (2011); Cavalcanti, Freitas e Lay (2012); Vasconcelos e Leão (2012); e Mello e Gobara (2014).

Esses autores desenvolveram práticas pedagógicas na área da Ciência apoiadas pelas TICs. Segundo os autores, seus projetos contribuíram para envolver os alunos nas tarefas sugeridas e, também, proporcionaram aprendizagens significativas. Desse modo mostram-se iniciativas pedagógicas inovadoras que podem ser ampliadas, uma vez que o acesso aos dispositivos móveis, principalmente os *smartphones*, vem crescendo. Nesta mesma tendência, cresce a quantidade de aplicativos (*Apps*) educacionais fáceis de serem instalados e utilizados.

A simplicidade e rapidez para utilização, a interface amigável, a facilidade para instalar os aplicativos que aos tablets dão múltiplas funcionalidades, são aspectos que contribuem para a sua rápida aceitação e disseminação mundial. Dadas essas características, pensar a utilização desses dispositivos no contexto educacional torna-se natural. Entretanto, a perspectiva educacional é propiciada por meio da instalação de aplicativos específicos, que conferem aos tablets a possibilidade de se desenvolver atividades no âmbito dos processos de ensino e de aprendizagem. (NICHELE; SCHLEMMER, 2014, p.4).

Esses recursos já estão incorporados na vida dos jovens. A pesquisa encomendada pela Câmara de Dirigentes Lojistas (CDL) da capital dos gaúchos ouviu 400 jovens, nascidos entre 1996 e 2001, os quais pertencem às classes A até a D. O estudo, chamado de “Likers – A Nova Geração de Consumidores”<sup>7</sup>, traçou o perfil da geração Z em Porto Alegre. O resultado da pesquisa revelou que os entrevistados se intitulam a geração conectada e que os jovens escolheram o celular como o objeto que melhor os representa. Segundo o mesmo estudo, 71% dos entrevistados acessam a *web* pelo celular.

---

<sup>7</sup> Disponível em: <http://wp.clicrbs.com.br/conecte/2014/12/02/geracao-z-de-porto-alegre-elege-o-celular-como-objeto-que-a-representa/> . Acesso em: 26 dez. 2014.

A pesquisa evidencia que os jovens têm contato direto com a Internet. A rede é acessada principalmente por meio de dispositivos móveis, Notebook, Tablets e Smartphones. Logo, aliar os dispositivos móveis para ensinar Ciências é tornar a escola mais próxima da realidade dos alunos. Afinal, os alunos do Ensino Médio atuais pertencem à geração Z, ou seja: nasceram na era da Internet.

A escola precisa urgentemente considerar a tecnologia de comunicação e informação, não faz sentido ignorar algo que é natural da vida moderna.

As tecnologias digitais são um fato inevitável da vida moderna. Os professores precisam usá-las de uma forma ou de outra — e o livro é uma tecnologia (ou um meio) tanto quanto a internet. Não podemos simplesmente abandonar a mídia e a tecnologia na educação e retornar a um tempo mais simples e natural. Os meios digitais, como a internet e os jogos de computador, realmente têm enorme potencial para o ensino, mas será difícil realizar esse potencial se persistirmos em considerá-los apenas como tecnologias, e não como formas de cultura e comunicação. (BUCKINGHAM, 2008, p. 4).

Neste contexto, Santos, R. S. e Santos, E. O. (2012) afirmam que em tempos de Cibercultura, o professor tem um conjunto de territórios a explorar, uma vez que pode criar e formular problemas, sistematizando suas experiências e saberes. Conforme as autoras:

Na educação, importantes transformações acontecem com a presença das tecnologias digitais em rede, em especial quando consideramos aspectos como a interatividade, a multivocalidade, a colaboração, que são, como vimos, potencializados com o digital em rede (SANTOS, R.S.; SANTOS, E. O., 2012, p.162).

Conforme Silva B. D. (2010), o emprego das TICs aliado ao acesso à Internet pode trazer outras possibilidades de se pensar e organizar os ambientes escolares, visando uma maior aproximação da escola e a realidade dos alunos. Nesse viés o autor menciona alguns arranjos que são disponibilizados por meio das TICs com acesso à *web*, sendo:

- construção de uma via colaborativa com outras instituições de ensino e/ou espaços informais de aprendizagem: por esse meio os alunos podem interagir com outros territórios educativos, independente de fatores geográficos e domínios institucionais;

- adaptação curricular: possibilidade do professor fazer alterações no seu plano de ensino conforme as características e necessidades dos alunos, ajustando os conteúdos e modo de apresentação;
- integração da Internet nas atividades escolares: possibilidade da adoção de tarefas executáveis não presencialmente na escola, flexível e adaptável aos horários dos alunos;
- disponibilidade dos alunos acessarem diferentes fontes de informações relacionadas aos conteúdos programados: atualização permanente dos conteúdos através do acesso à base de dados;
- alternativa de criação de metodologias singulares e variadas ao estilo dos alunos e aos contextos de aprendizagem.

Esse novo formato de se conceber o processo educativo rompe com o modelo de pedagogia uniformizante, conforme o autor, e abre oportunidade de se traçar outras práticas pedagógicas apoiadas nos recursos tecnológicos já utilizados pelos estudantes dentro ou fora do espaço escolar.

As TIC permitem valorizar o método, o processo, o itinerário, o como, dando aos professores a possibilidade de ensinar de “outro modo”, permitindo pensar num paradigma metodológico que rompa com o modelo de pedagogia uniformizante. Tal paradigma passa pela combinação dos ambientes presenciais com os ambientes a distância, dos ambientes fechados com os ambientes abertos, da ligação das escolas em rede, entre si, e com outras fontes produtoras de informação e do saber. Num sistema em que a tecnologia assegura a difusão da informação, ensinar de “outro modo” deve significar, necessariamente, ensinar a construir o saber, ensinar a pensar. (SILVA, B. D. 2010, p. 201).

Nessa mesma visão, Porto (2006, 45-47) explana observações sobre o potencial educativo de alguns recursos das TICs conectados à Internet, sendo:

- Rapidez: são disponibilizadas e processadas as informações com muita rapidez, isso é uma das características das novas tecnologias;
- Recepção individualizada: usuário dispõem de um amplo conjunto de informações/conhecimentos/linguagens em curto intervalo de tempo e com potencialidades incalculáveis, disponibilizando, a cada um que com elas se relacione, diferentes possibilidades e ritmos de ação;

- Interatividade e participação: relação interativa com os meios permite ao usuário assumir o papel de sujeito. Usando um simulador, por exemplo, o usuário tem possibilidade de escolher caminhos e experimentar trajetórias diferentes, nesse processo ele assume papel ativo;
- Hipertextualidade: O texto virtual permite associações, mixagens, e faz com que o usuário tenha diferentes opções de escolha, seja sujeito em busca da complexidade de informações/caminhos;
- Realidade virtual: o tempo virtual impõe-se ao espaço real, como a imagem impõe-se sobre o objeto e o virtual impõe-se ao atual, o indivíduo interage com a realidade das imagens, criando elementos próprios para entender a situação virtual, significá-la e interagir com ela.
- Digitalização: os meios/tecnologias têm diferentes linguagens que lhes permitem se relacionar com outras linguagens. Com especificidades próprias (imagens, narrativas, sons e movimentos), o meio chega ao receptor com fortes apelos de sedução, contribuindo para que o usuário crie códigos de entendimento e se envolva com as mensagens nele divulgadas.

Restringindo-se ao ensino de Ciências<sup>8</sup>, os simuladores (SIMs), por exemplo, são ferramentas que possibilitam o que Silva, B. D. (2010) menciona de metodologia singular e variada ao estilo dos alunos e ao mesmo tempo insere o potencial educativo de rapidez, recepção individualiza, interatividade e participação, hipertextualidade, realidade virtual e digitalização apresentados por Porto (2006).

Por meio dos simuladores é possível planejar atividades de experimento virtual de acordo com ritmo de aprendizagem de um grupo de estudantes ou até mesmo para uma única pessoa. Nesse aspecto, apresenta vantagens se comparado com os experimentos com materiais concretos, pois, tomando como exemplo uma turma de alunos do Ensino Médio organizada em grupos no laboratório de física, é difícil para o professor sozinho auxiliar e orientar os grupos que executam os experimentos propostos em intervalo de tempo bem distintos. Além disso, muitas escolas não dispõem de materiais necessários para a realização

---

<sup>8</sup> A restrição é devido à área de formação e atuação da professora/pesquisadora.

de experimentos. Sendo assim, SIMs são ferramentas importantes, e segundo Perkins *et al.* (2012), facilitam a aprendizagem dos alunos.

Macêdo, Pedroso e Araújo (2014) afirmam que os SIMs podem auxiliar os professores a explicar temas de física difíceis e/ou complexos, porque alguns fenômenos de física que naturalmente levariam um intervalo de tempo longo para acontecer têm seu tempo reduzido, o que permite aos estudantes visualizar os acontecimentos e observar as causas e os efeitos decorrentes. Segundo Lévy (1993), as simulações aumentam os poderes da imaginação e da intuição.

O conhecimento por simulação, menos absoluto que o conhecimento teórico, mais operatório, mais ligado às circunstâncias particulares do seu uso, junta-se assim, ao ritmo sociotécnico específico das redes informatizadas: o tempo real. A simulação por computador permite que uma pessoa explore modelos mais complexos e em maior número do que se estivesse reduzido aos recursos de sua imagística mental e de sua memória de curto prazo, mesmo se esforçadas por este auxiliar por demais estático que é o papel. A simulação, portanto, não remete a qualquer pretensa irrealidade do saber ou da relação com o mundo, mas antes um aumento dos poderes da imaginação e da intuição. [...] o conhecimento por simulação e a interconexão em tempo real valorizam o momento oportuno, a situação, as circunstâncias relativas, por oposição ao sentido molar da história ou à verdade fora do tempo e espaço, que talvez fossem apenas efeitos da escrita. (LÉVY, 1993, p. 125-126).

Os simuladores e vários outros recursos que englobam as TICs geralmente são disponibilizados gratuitamente, e estão ao alcance dos professores desde que haja computador com acesso à Internet. Nesse sentido, a metodologia singular mencionada por Silva, B. D. (2010) não parece ser condicionada por fatores econômicos, uma vez que cresce a quantidade de escolas com computador e acesso à Internet, conforme Cordeiro (2017). Este afirma que a cultura digital passa a fazer parte do cotidiano das escolas com a presença de equipamentos digitais, com maior intensidade após a chegada das tecnologias digitais móveis, enviadas por programas governamentais (Programa Um Computador por Aluno ou tablets na escola) assim como por meio de dispositivos digitais levados pelos próprios alunos e professores à escola.

Nesse mesmo viés Almeida e Silva (2011, p. 4) afirmam que “as tecnologias móveis já começam a se fazer presentes na educação, em parte com os computadores portáteis, telefones celulares ou outros dispositivos móveis, que propiciam conexão contínua e sem fio”.

Para Pretto (2011), no momento contemporâneo precisamos pensar em outras educações, pensar na ideia de uma escola 2.0, para fazer associação ao que foi denominado *web 2.0*<sup>9</sup>, pensar numa educação com múltiplas possibilidades trazidas pela complexidade, sem caminhos pré-estabelecidos, mas construídos na medida que se caminha. Pensar na possibilidade de construção coletiva de conhecimento em rede, entretanto tendo o cuidado de fazer articulações com o saber local e os construídos socialmente. Além disso, Cruz (2008) alerta que é necessário auxiliar os educandos a construir capacidade crítica e reflexiva para que eles possam transformar informações em conhecimento. Na Internet há uma avalanche de informações, mas sem processamento e análise crítica não passa de mera informação. Segundo o autor:

É importante destacar também a necessidade de se saber processar informação, mesmo porque ela, por si, não implica conhecimento, importa mais a capacidade reflexiva e crítica que o indivíduo é capaz de desenvolver ante o conteúdo que ela traz. Informação, sem uma mente que a analise, que a reflita, que a compreenda e que a use adequadamente, é inútil para o crescimento intelectual do sujeito. A capacidade reflexiva do aluno é elemento essencial para o discernimento do conhecimento, já que é ela que o torna capaz de interpretar, comparar, ponderar e integrar as informações. (CRUZ, 2008, p. 1025).

Propostas de ensino desenvolvidas para os alunos do Ensino Médio também precisam agregar recursos da cultura dos jovens, a cultura digital, juntamente com auxílio dos educadores para que os alunos construam a capacidade de ser críticos e reflexivos no mar de informações presente na Internet. Cabe ressaltar que a cultura digital faz parte da vida social atual, mas não de forma estanque, pois “[...] as redes interativas de computadores estão crescendo exponencialmente, criando novas formas e canais de comunicação, moldando a vida e, ao mesmo tempo, sendo moldadas por elas” (CASTELLS, 1999, p.22).

---

<sup>9</sup> A Web 2.0 é a segunda geração de serviços online e caracteriza-se por potencializar as formas de publicação, compartilhamento e organização de informações, além de ampliar os espaços para a interação entre os participantes do processo. A Web 2.0 refere-se não apenas a uma combinação de técnicas informáticas (serviços Web, linguagem Ajax, Web syndication, etc.), mas também a um determinado período tecnológico, a um conjunto de novas estratégias mercadológicas e a processos de comunicação mediados pelo computador (PRIMO, 2007).

Desta forma, o conceito de Cultura Digital ganha uma maior abrangência, e para ficar mais claro seguimos a definição proposta por Castells (2008)<sup>10</sup>. Nas palavras do autor:

Podemos ser mais específicos ao definir cultura digital e criatividade, seguindo os seguintes pontos:

1. Capacidade de comunicar ou misturar qualquer produto com base em uma linguagem digital comum;
2. Capacidade de comunicar do local para o global em tempo real e, vice-versa, para desfocar o processo de interação;
3. Existência de múltiplos modos de comunicação;
4. Interconexão de todas as redes de bancos de dados digitalizados ou realização do sonho de hipertexto de Nelson com o sistema de armazenamento e recuperação de dados, batizado como "Xanadú" em 1965;
5. Capacidade de reconfigurar todas as configurações criando um novo sentido nas diferentes multicamadas dos processos de comunicação;
6. Constituição gradual da mente coletiva através de redes através de um conjunto de cérebros sem quaisquer limites. Neste ponto, estou me referindo às conexões entre os cérebros em rede e a mente coletiva. (CASTELLS, 2008, n.p, tradução livre).

Para Kenski (2018), cultura digital é um termo novo, atual, emergente e temporal. O conceito integra diversas perspectivas relacionadas às inovações e aos avanços nos conhecimentos proporcionados pelo emprego das tecnologias digitais e as conexões em rede. A combinação desses recursos possibilita a realização de novos tipos de interação, compartilhamento, comunicação e ação na sociedade.

Para a autora, em termos históricos, cultura digital é termo recente que começou a adquirir notoriedade a partir da década de 90, quando computadores pessoais e as redes digitais viabilizaram a criação de novos ambientes socioculturais por meio do virtual.

No âmbito da educação, a Cultura Digital propicia novos arranjos, novas formas de construção de conhecimento em rede, de forma coletiva e integrada com a tecnologia e outras áreas do conhecimento. Os muros das escolas e delimitações territoriais são superados pela conectividade em rede. Segundo Boll e Kreutz:

Esses novos jeitos de aprender, nos dias de hoje, escapam ao modelo hierárquico, sequencial, linear e fechado em apenas um turno escolar. Compreendem a ideia de rede no ato de conhecer, alterando formas e jeitos de aprendizagem e interpretando-nos a pensar novas formas de escolarização e de fazer cultura. É possível pensar em Cultura Digital como um tipo de área do conhecimento, aquela que gestiona, intercrusa as

---

<sup>10</sup> Manuel Castells define cultura digital no dossiê publicado pela revista Telos. Disponível em: <https://telos.fundaciontelefonica.com/telos/articulocuaderno.asp?idarticulo=2&rev=77.htm>. Acesso em: 22 abr. 2018.



informações e conhecimentos produzidos pela humanidade (BOLL; KREUTZ, 2013, p.11).

Na perspectiva dos novos jeitos de aprender para além do modelo hierárquico, as Redes Sociais na Internet (RSI) despontam como uma ferramenta possível de ser utilizada na educação. A definição de RSI, segundo Recuero (2005), é um conjunto de dois elementos: atores, ou seja, nós (pessoas, instituições ou grupos) e suas conexões ou laços entre os nós.

A utilização das RSI como meio de comunicação e suporte para fazer amigos virtuais, compartilhar notícias, fotos, vídeos e comentários já é algo consolidado na nossa sociedade atual. Mas sua aplicabilidade não fica restringida ao entretenimento, uma vez que podem representar importantes recursos para o processo de ensino e aprendizagem, podem dar suporte formal e informal à educação presencial ou a distância (CAMPOS; BARCELOS, 2012).

Segundo Silva e Serafim (2016), as redes sociais estão cada vez mais inseridas no cotidiano das pessoas em geral. Entretanto, quando trata-se de adotá-las como ferramenta pedagógica, ainda geram polêmica, pois alguns professores e dirigentes educacionais alegam não serem apropriadas nos ambientes escolares, uma vez que podem gerar desatenção dos alunos nas aulas. As autoras afirmam que isso é um grande engano, pois em vez de proibir o uso das RSI, as escolas precisam educar os alunos para usá-las com critérios claros de segurança e responsabilidade.

Apesar das redes sociais não terem sido concebidas para fins educacionais, elas podem ser usadas e trazer inovações nas práticas pedagógicas, pois conforme Tomaél, Alcará e Chiara (2005), as redes sociais influenciam na difusão das inovações e na propagação da informação e do conhecimento que favorecem o desenvolvimento de inovações.

As redes sociais influenciam tanto a difusão de inovações quanto a propagação da informação e do conhecimento que oportuniza o desenvolvimento de inovações. A literatura nos permite inferir que as redes sociais são recursos importantes para a inovação, em virtude de manterem canais e fluxos de informação em que a confiança e o respeito entre atores os aproximam e os levam ao compartilhamento de informações que incide no conhecimento detido por eles, modificando-o ou ampliando-o. As interações, que movimentam as redes, são representadas por relações sociais, econômicas, de trabalho, etc., que, essencialmente, possibilitam o compartilhamento de informação e de conhecimento. Dependendo dos interesses que movimentam as interações na rede, esta pode ser

seccionada em grupos que geralmente são profícuos para a própria rede, isto por mobilizarem atores que estejam envolvidos com uma temática específica. Favorecem, igualmente, ligações entre atores com o poder de direcionar os fluxos de informação a indivíduos que partilham de interesses comuns, proporcionando maiores condições para a inovação. (TOMAÉL; ALCARÁ; CHIARA, 2005, p. 102).

Silva e Serafim (2016) mencionam que um dos pontos positivos de usar as RSI para fins educacionais é a participação ativa dos alunos na construção da sua aprendizagem, mas para isso ocorrer as aulas precisam ser trabalhadas de forma criativa, possibilitando expandir o que é aprendido em sala de aula por meio de atividades fora do espaço escolar.

Haro (2008) afirma que as RSI têm o valor inegável de aproximar o aprendizado informal do formal, uma vez que permite aos alunos se expressarem e estabelecer relações com outros pares, além de atenderem as demandas escolares. Já Silva, S. (2010) menciona a criação de ambiente de aprendizado colaborativo por meio da utilização das redes sociais na escola.

As redes sociais digitais ao serem utilizadas no contexto escolar, poderão criar ambientes de aprendizado criativo, colaborativo, de respeito a diversidade de opinião, fortalecendo a autonomia dos estudantes e propiciando a educação de qualidade. (SILVA, S., 2010, p. 40).

Todavia, o emprego das redes sociais digitais para fins educacionais precisa estar de acordo com a filosofia e os objetivos da escola, além disso, sempre supervisionada/acompanhada pelo professor da componente curricular que planejou o trabalho pedagógico, mas também pode agregar outros professores de forma interdisciplinar (SILVA; SERAFIM, 2016).

Tomadas essas precauções, as RSI no contexto escolar podem trazer benefícios às práticas pedagógicas. Haro (2008) cita algumas vantagens que uma rede social pode trazer no processo de ensino. Nas palavras do autor:

- Permite centralizar em um único local todas as atividades educacionais, professores e alunos de uma turma;
- Maior sentimento de comunidade educacional para alunos e professores devido ao efeito de proximidade que as redes sociais produzem;
- Melhoria do ambiente de trabalho, permitindo ao aluno criar seus próprios objetos de interesse, bem como os trabalhos solicitados na escola;
- Aumento da fluidez e simplicidade da comunicação entre professores e alunos;
- Aumenta a eficácia do uso prático das TIC, atuando como um meio de aglutinação de pessoas, recursos e atividades. Especialmente quando as TICs são usadas de maneira generalizada e massiva na escola;

- Facilita a coordenação e o trabalho de vários grupos de aprendizagem (turma, disciplina, grupo de estudantes de uma disciplina etc.), criando os grupos apropriados;
- Aprendizagem do comportamento social básico dos alunos: o que posso dizer, o que posso fazer, até onde posso chegar etc. (HARO, 2008, n.p, tradução livre).

Levando em consideração as recomendações de Silva e Serafim (2016) e refletindo sobre os benefícios de empregar RSI no âmbito escolar na perspectiva de Haro (2008), a SD implementada e analisada nesta pesquisa empregou a rede social *Facebook*, cuja escolha é justificada posteriormente.

### 2.3 O ENSINO DE FÍSICA

O sistema educacional brasileiro organiza o Ensino Médio em disciplinas ou Componentes Curriculares. Assim, a área das Ciências do Ensino Fundamental fica fragmentada nas disciplinas de química, física e biologia no Ensino Médio.

É um erro pensar que o ensino de física inicia na etapa final da educação básica. Muitos temas abordados nas aulas de Ciências e também estudados a partir das perguntas dos alunos, nas séries iniciais, já pertencem ao campo da física. Quando, por exemplo, uma criança do 2º ano, com aproximadamente 7 anos, pergunta a professora: Por que a água se transforma em fumaça na chaleira? Não estaria essa criança querendo saber as causas que levam a água a se transformar em "fumaça" ou em entender o fenômeno da ebulição e evaporação? Assim, o ensino de física não pode ser analisado de forma individualizada, sem considerar o ensino de Ciências nos anos iniciais e finais do Ensino Fundamental.

Vivemos em uma sociedade que é modificada constantemente pela tecnologia, entender como esta tecnologia funciona é compreender melhor o mundo e realizar escolhas conscientes. Dessa forma, o ensino de ciências contribui para formar cidadãos críticos e responsáveis. Segundo a UNESCO:

[...] a educação científica e tecnológica é também essencialmente importante no processo de promoção da cidadania e inclusão social, uma vez que propicia às pessoas oportunidades para discutir, questionar, compreender o mundo que as cerca, respeitar os pontos de vista alheios, resolver problemas, criar soluções e melhorar sua qualidade de vida. Além disso, a aprendizagem dos alunos na área científica é reconhecidamente importante, uma vez que está relacionada à qualidade de todas as aprendizagens, contribuindo para desenvolver competências e habilidades

que favorecem a construção do conhecimento em outras áreas. (UNESCO, 2005, p.4).

Além disso, o país precisa de profissionais nas áreas científicas, os quais possam contribuir para a produção de conhecimentos científicos aplicados no desenvolvimento da tecnologia, visando o crescimento industrial e econômico da nação. O ensino de ciência é fundamental para gerar e despertar a vontade dos estudantes em seguir seus estudos nas áreas científicas, e assim, o país dispor de profissionais qualificados (UNESCO, 2005).

Segundo Tolentino-Neto (2008), os adolescentes brasileiros apresentam interesse em aprender Ciências, entretanto, manifestam pouca propensão em seguir profissionalmente na área. Quais seriam os motivos do desinteresse dos jovens em investir na carreira científica?

Conforme Krasilchik (1987), tradicionalmente a Ciência tem sido ensinada como uma coleção de fatos, fenômenos, teorias e enunciados para decorar. Não há preocupação em os alunos discutirem as causas dos fenômenos, estabelecer relações causais e entender os processos que estão estudando. O ensino fica limitado à apresentação dos produtos da Ciência, sem dar a devida importância para os eventos e procedimentos que levam às descobertas científicas. Dessa forma, para muitos alunos, aprender Ciências é decorar fórmulas, nomes de cientistas, descrição de substâncias, e leis: “como resultado, o que poderia ser uma experiência intelectual estimulante passa a ser um processo doloroso que chega até a causar aversão” (KRASILCHIK, 1987, p. 52).

Seguindo nesta perspectiva, Viecheneski e Carletto (2013) enfatizam que a metodologia dos professores de ciências pode estimular a curiosidade e o espírito investigativo nos alunos, despertando o encantamento pela ciência, mas também pode ser ao contrário e inibir esses sentimentos: o gosto pela ciência, ou a aversão, provavelmente contribuirá nas escolhas profissionais futuras dos educandos. Carvalho *et al.* (2007) reforçam a importância de os primeiros contatos da criança com a ciência serem agradáveis.

[...] se fizer sentido para as crianças, elas gostarão de Ciências e a probabilidade de serem bons alunos nos anos posteriores será maior. Do contrário, se esse ensino exigir memorização de conceitos além da adequada a essa faixa etária e for descompromissado com a realidade do aluno, será muito difícil eliminar a aversão que eles terão pelas Ciências. (CARVALHO *et al.*, 2007, p. 6).

Por isso é importante investir na formação inicial e continuada dos professores para que eles tenham oportunidade de rever suas concepções, atualizar conhecimentos, refletir sobre suas práticas pedagógicas e utilizar recursos didáticos diferenciados, visando a elaboração de aulas de ciências estimulantes e que possam capturar o interesse dos alunos. Pois segundo Gouw, Mota e Bizzo (2016, p. 643): “O interesse pela ciência escolar é um dos caminhos trilhados para se chegar à ciência acadêmica”.

Entretanto, muitos professores ainda lecionam ciências majoritariamente centrados no livro didático e empregam a metodologia das aulas expositivas. Ramos e Rosa afirmam:

Muitos professores ainda preferem desenvolver suas aulas baseadas em estratégias que estejam mais ao seu alcance, e que lhes proporcionem maior grau de segurança. Portanto, procuram optar pelas tradicionais aulas expositivas e pelo constante uso dos livros didáticos, ao invés de utilizarem novos métodos de ensino, mais ousados, capazes de estimular o diálogo e a interação em sala de aula. (RAMOS; ROSA, 2008, p. 318).

No Ensino Médio o ensino da Física também enfrenta diversas dificuldades. Segundo Moreira (2017), o despreparo dos professores, condições precárias de trabalho, carga horária baixa da disciplina, crescente perda da identidade no currículo, conteúdos desatualizados e aprendizagem mecânica são alguns fatores desfavoráveis no ensino desta disciplina. Sendo assim, ocorre uma lacuna entre a física ensinada na escola e a física aplicada no desenvolvimento tecnológico. Seria claramente uma utopia a escola ensinar física de ponta, mas ensinar a física de séculos passados também não faz sentido. Segundo o autor, estamos no século XXI, mas a física ensinada não passa do século XIX, pois:

- Continua se ocupando das alavancas, do plano inclinado, do MRU, ... e nada de Quântica, de Partículas, de Plasmas, de Supercondutividade, ...;
- Treina para os testes, ensina respostas corretas sem questionamento;
- Está centrado no docente, não no aluno;
- Segue o modelo da narrativa;
- É comportamentalista;
- É tipo “bancário” (tenta depositar conhecimentos na cabeça do aluno);
- Se ocupa de conceitos fora de foco;
- Não incentiva a aprendizagem significativa;
- Não incorpora as TICs;
- Não utiliza situações que façam sentido para os alunos;
- Não busca uma aprendizagem significativa crítica;
- Não aborda a Física como uma ciência baseada em perguntas, modelos, metáforas, aproximações;
- Em geral, é baseada em um livro texto ou em uma apostila. (MOREIRA, 2017, p. 2).

Essa visão do ensino da Física apresentada por Moreira (2017) está na direção do que Nascimento (2010) pontua. Segundo este autor, a maioria dos professores de Física do Ensino Médio e superior concorda que o ensino da disciplina apresenta muitos problemas. Como resultado desse ensino deficiente, várias pessoas concluem o ensino secundário compreendendo muito pouco os fenômenos relacionados à física, assim, não conseguem se posicionar em relação a problemas que exijam conhecimentos da área.

Grimellini *et al.* (1993) afirmam que os alunos do Ensino Médio e superior apresentam dificuldades para entender princípios simples da Física, como o princípio da conservação da energia e da quantidade de movimento. Dessa forma, problemas que poderiam ser resolvidos facilmente por meio da aplicação das leis de conservação, tornam-se entraves. Como exemplo clássico: para resolver os problemas de colisões é necessário partir do princípio da Conservação da Quantidade de Movimento; entretanto, se não há entendimento desse conceito a identificação do tipo de colisão (perfeitamente elástica - a energia cinética se conserva; perfeitamente inelástica - não há conservação de energia cinética; e parcialmente elástica - a restituição da energia cinética é parcial) fica comprometida, assim como a resolução do problema. Essas observações corroboram os argumentos de Costa Junior *et al.* (2017, p.1): “Grande parte dos alunos de ensino médio enfrentam sérias dificuldades em Física, o que pode ser observado pelos elevados índices de repetência associados a essa disciplina”.

Essas dificuldades também ressoam nas provas de vestibular. Geralmente, na prova de Física, os candidatos apresentam a menor média de acertos. Na prova da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), por exemplo, nos últimos dez anos a maior média de acertos foi 9,4 em 2018, sendo que a nota varia de 0 a 25. A tabela 1 traz informações sobre a média de acertos na prova de vestibular referente a área de conhecimentos de Física.

Tabela 1- Média de acertos de Física do vestibular UFRGS em 10 anos.

ANO	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
MÉDIA DE ACERTOS	9,1	8,7	8,5	8,5	7,6	7,0	7,8	7,7	9,4	8,2

Fonte: UFRGS, 2019<sup>11</sup>

Considerando que a prova é composta por 25 questões de múltipla escolha o número de acertos é muito baixo, menos da metade - maior número de acertos 37,6% (2018) e menor 28% (2015). Esses dados estatísticos reforçam as afirmações de Moreira (2017) e Nascimento (2010) sobre as deficiências do ensino da Física. Porém, a Física não pode ser considerada uma vilã no sistema de ensino nacional visto que os problemas são causados por vários fatores. Também não convém conformidade com a situação, ainda mais quando os dados disponíveis trazem à tona uma realidade preocupante: uma alta taxa de reprovação e abandono escolar na rede pública de ensino. A tabela 2 traz dados a esse respeito.

Tabela 2- Taxa de rendimento do Ensino Médio no RS.

Dependência Administrativa	Taxa de Aprovação	Taxa de Reprovação	Taxa de Abandono
Estadual	73,0	18,9	8,1
Federal	84,8	12,4	8,1
Municipal	67,4	19,8	2,8
Particular	92,7	6,9	0,4
Total	75,6	17,3	7,1

Fonte: SEDUC/RS, 2015<sup>12</sup>

Os dados apresentados na tabela 2 mostram que a taxa de reprovação na rede pública de ensino é superior à rede privada. Se compararmos os dados da taxa de reprovação de cada dependência administrativa da rede pública em relação à rede privada tem-se os valores aproximados: rede estadual 2,7 vezes maior; rede federal 1,7 vezes maior; rede municipal 2,8 vezes maior. Entretanto, fazendo essa

<sup>11</sup>Disponível em <http://vestibular.ufrgs.br/cv2019/histogramas>. Acesso em: 4 jan. 2020.

<sup>12</sup>Disponível em: [http://servicos.educacao.rs.gov.br/dados/estatisticas\\_taxa\\_rend\\_ens\\_medio\\_2015.pdf](http://servicos.educacao.rs.gov.br/dados/estatisticas_taxa_rend_ens_medio_2015.pdf). Acesso em: 25 mar. 2018.

mesma comparação quanto à taxa de abandono escolar da rede pública em relação à rede privada tem-se, aproximadamente: rede estadual 20 vezes maior; rede federal 20 vezes maior; rede municipal 7 vezes maior. Essas informações mostram realidades preocupantes da educação pública: a elevada taxa de reprovação e a ainda mais elevada taxa de abandono escolar.

Visando compreender essa questão, Rumberger e Lima (2008) analisaram 203 trabalhos publicados durante 25 anos sobre as causas do abandono escolar. Os autores concluíram que notas abaixo da média (que provavelmente causam reprovações) no início da vida escolar são um forte indício de que haverá abandono escolar no futuro; desempenho acadêmico insatisfatório frequente resulta em reprovações; faltas, atitudes de malfeitor e uso de substâncias químicas ilícitas são prenúncios potentes de que ocorrerá desvinculação do aluno com a escola.

Silva Filho e Araújo (2017) afirmam que diversos fatores desencadeados acabam sendo decisivos no momento de o aluno decidir se continua estudando ou abandona a escola. Entre os fatores elencados pelos autores aparecem as sucessivas reprovações.

Fatores internos e externos, como drogas, tempo na escola, sucessivas reprovações, falta de incentivo da família e da escola, necessidade de trabalhar, excesso de conteúdo escolar, alcoolismo, localização da escola, vandalismo, falta de formação de valores e preparo para o mundo do trabalho, podem ser considerados decisivos no momento de ficar ou sair da escola, engrossando a fila do desemprego. (SILVA FILHO; ARAÚJO, 2017, p. 36).

Portanto, convém algumas reflexões sobre como melhorar o ensino e aprendizagem da Física para reduzir a taxa de reprovação e o abandono escolar. A reformulação e atualização do currículo da Física são apontados por alguns autores como estratégia e caminho possível para superar esses problemas enfrentados pelo Ensino Médio, visando mudar o cenário descrito por Rosa C. W. e Rosa A. B.:

Hoje, no início do século XXI, mais de cem anos de história se passaram desde a introdução da Física nas escolas no Brasil, mas sua abordagem continua fortemente identificada com aquela praticada a cem anos atrás: ensino voltado para a transmissão de informações através de aulas expositivas utilizando metodologias voltadas para a resolução de exercícios algébricos. Questões voltadas para o processo de formação dos indivíduos dentro de uma perspectiva mais histórica, social, ética, cultural, permanecem afastadas do cotidiano escolar, sendo encontradas apenas nos textos de periódicos relacionados ao ensino de Física, não apresentando um elo com o ambiente escolar. (ROSA C. W.; ROSA A. B., 2005, p. 6).



Nesse sentido, as práticas escolares de ensino de física precisam ser reavaliadas e pensadas em outras perspectivas. É preciso introduzir novos conteúdos de física capazes de darem suporte teórico para os alunos entenderem o mundo atual, conforme já afirmava Terrazzan (1992) há quase 30 anos atrás. Entretanto, é necessário cuidado para que isso não seja feito na velha modelagem de transmissão do conhecimento, mas sim com uma abordagem mais ampla, considerando o contexto sociocultural dos educandos.

## 2.4 INOVAÇÃO E ATUALIZAÇÃO DO CURRÍCULO DE FÍSICA

O Brasil enfrenta um período de crise em diversos setores, como na política, na economia e na indústria. Os reflexos desse cenário repercutem no mercado de trabalho, dessa forma, não é fácil conseguir uma colocação ou recolocação nos empregos formais, pois a oferta abundante de mão de obra torna o mercado mais competitivo e as empresas exigem pessoas bem qualificadas, bem informadas e que saibam operar satisfatoriamente a tecnologia. A escola precisa, de fato, contribuir para a formação de cidadãos informados e qualificados para buscar atualização e renovação, uma questão determinante nas colocações de trabalho. Por isso não é razoável que os currículos das disciplinas permaneçam estagnados, em especial o currículo da Física, visto que esta área de conhecimento evoluiu muito nos últimos anos. Conforme Carvalho e Vannuchi:

Outro fator que deveria muito fortemente influenciar o ensino de física é o grande desenvolvimento desta ciência nestas últimas décadas. Vivemos hoje num mundo altamente tecnológico - fibra ótica, códigos de barra, microcomputadores etc, etc, etc... - e o nosso ensino ainda está em Galileu, Newton, Ohm, não chegou ainda no século vinte. (CARVALHO; VANNUCHI, 1996, p. 8).

Diante disso, urge a necessidade de inovar e atualizar o currículo de Física no Ensino Médio. Conforme consta nos PCNs:

Para o Ensino Médio meramente propedêutico atual, disciplinas científicas, como a Física, têm omitido os desenvolvimentos realizados durante o século XX e tratam de maneira enciclopédica e excessivamente dedutiva os conteúdos tradicionais. Para uma educação com o sentido que se deseja imprimir, só uma permanente revisão do que será tratado nas disciplinas garantirá atualização com o avanço do conhecimento científico e, em parte, com sua incorporação tecnológica. Como cada ciência, que dá nome a cada disciplina, deve também tratar das dimensões tecnológicas a ela correlatas, isso exigirá uma atualização de conteúdos ainda mais ágil, pois as aplicações práticas têm um ritmo de transformação ainda maior que o da produção científica. (BRASIL, 2000, p. 8).

Um dos caminhos sugeridos por Siqueira (2006) como possível movimento para a atualização do currículo de Física no EM é a inserção de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no final da educação básica. Segundo o autor, tópicos de FMC podem atualizar o currículo das escolas, uma vez que a disciplina aborda conteúdos de Física recentes e suas aplicações nas pesquisas de ponta. Desse modo os conteúdos estudados podem contribuir para melhor compreensão dos jovens sobre a evolução da Ciência, o funcionamento de certos equipamentos eletrônicos, a justificativa de investimentos nas pesquisas colaborativas e os acontecimentos científicos divulgados pela mídia. Por consequência, tendendo a Física ensinada na escola a ter mais sentido para o aluno e talvez gerar interesse em estudar e pesquisar sobre temas relacionados.

Eijkelhof, Kortland e Loo (1984), por meio do *Physics Curriculum Development Project (PLON)*, inseriram no currículo da física as armas nucleares. O projeto foi direcionado a estudantes do nível secundário, na Holanda, tendo como objetivo integrar a ciência, a tecnologia e a sociedade. Os alunos (17 e 18 anos), por meio da avaliação do projeto, mostraram que o tema favorito era armas nucleares. Eles consideraram o tópico muito interessante e importante, e a maioria deles estava satisfeita de ter estudado sobre o tema.

As questões que envolvem nosso mundo atual e aparecem na mídia, tais como: armas nucleares, funcionamento do laser, sensores, radioterapia, entre outras, são questionamentos que permeiam o imaginário dos estudantes, então por que não trabalhar temas atuais nas salas de aulas? Segundo Valadares e Moreira:

É imprescindível que o estudante do ensino médio conheça os fundamentos da tecnologia atual, já que ela atua diretamente em sua vida e certamente definirá o seu futuro profissional. Daí a importância de se introduzir conceitos básicos de Física Moderna e, em especial, de se fazer uma ponte entre a física da sala de aula e a física do cotidiano. (VALADARES; MOREIRA, 1998, p. 359-360).

Terrazzan (1992) afirma que a crescente influência dos temas de Física Moderna e Contemporânea para o entendimento do mundo atual por si só define a necessidade de debatermos e estabelecermos metodologias para trabalhar tais assuntos na escola secundária. Entretanto, conforme consta nos PCNs:

Vale insistir que a atualização curricular não deve significar complementação de ementas, ao se acrescentarem tópicos a uma lista de assuntos. Ao contrário, é preciso superar a visão enciclopédica do currículo, que é um obstáculo à verdadeira atualização do ensino, porque estabelece uma ordem tão artificial quanto arbitrária, em que pré-requisitos fechados proíbem o aprendizado de aspectos modernos antes de se completar o aprendizado clássico e em que os aspectos “aplicados” ou tecnológicos só teriam lugar após a ciência “pura” ter sido extensivamente dominada. Tal visão dificulta tanto a organização dos conteúdos escolares quanto a formação dos professores. (BRASIL, 2000, p.49).

Para que ocorra, a atualização curricular de física precisa ser concebida de forma a superar o ensino sequencial, ou seja, os professores trabalharem todos os tópicos da física clássica e só então iniciar os tópicos de FMC. Nesta pesquisa de doutorado buscou-se transpor essa concepção organizando a SD Radiações e Partículas Elementares (ver organizador prévio, figura 3) partindo das ondas eletromagnéticas, abordando a forma como esse tipo de onda é gerada, o espectro eletromagnético e dentro do espectro quais as radiações são ionizantes e não ionizantes, as radiações emitidas por núcleos instáveis, a emissão de partículas alfa e beta e radiações gama. Para as emissões de partículas beta ocorre uma limitação em explicar esse fenômeno por meio dos conhecimentos da física clássica.

Segundo Avancini e Marinelli (2009), a emissão da partícula beta pode ser de dois tipos: beta menos ( $\beta^-$ ), que ocorre devido a transformação de um nêutron em um próton no núcleo, emitindo também um elétron e um antineutrino do elétron; e beta mais ( $\beta^+$ ), que decorre da transformação de um próton em um nêutron com emissão de pósitron e um neutrino do elétron. Não é possível explicar as partículas antineutrino, pósitron e neutrino do elétron com o aporte teórico da física clássica e foi justamente essa a ponte para a introdução da FMC trabalhada na SD Radiações e Partículas Elementares nesta pesquisa de doutorado.

## 2.5 ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA

A Física é um campo muito vasto e em constante evolução, uma ciência viva que se renova e se atualiza com o tempo. Seguindo uma linha cronológica, Ostermann e Ricci (2002) dividem a Física em:

- Clássica: até o final do século XIX.
- Moderna: final século XIX aos anos 40 do século XX.
- Contemporânea: a partir da década de 40 em diante.

Conforme as orientações dos PCNs, o Ensino de Física deveria contemplar as três linhas dentro de uma nova dimensão. A temática Energia, por exemplo, geralmente trabalhada no 1º ano do Ensino Médio, não pode ser restrita a energia cinética, energia potencial gravitacional e energia potencial elástica e suas transformações, mas sim uma forma mais ampla que envolva também questões históricas e o impacto que a energia causou e causa na sociedade. Assim, a revolução industrial, a biomassa, o carvão como fonte de energia, as questões de poluição ambiental, a busca por fontes renováveis de energia, as células fotovoltaicas e o efeito fotoelétrico podem ser trabalhados conjuntamente, envolvendo a Física clássica e moderna - uma proposta para trabalhar energia com essa abordagem pode ser encontrada em Araújo, Rodrigues e Cima (2014). A atualização<sup>13</sup> curricular da Física não somente significa acrescentar mais tópicos aos já existentes no currículo, mas sim inserir a dimensão intrínseca do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade, segundo as recomendações dos PCNs.

Não se trata, portanto, de elaborar novas listas de tópicos de conteúdo, mas sobretudo de dar ao ensino de Física novas dimensões. Isso significa promover um conhecimento contextualizado e integrado à vida de cada jovem. Apresentar uma Física que explique a queda dos corpos, o movimento da lua ou das estrelas no céu, o arco-íris e também os raios laser, as imagens da televisão e as formas de comunicação. Uma Física que explique os gastos da “conta de luz” ou o consumo diário de combustível e também as questões referentes ao uso das diferentes fontes de energia em escala social, incluída a energia nuclear, com seus riscos e benefícios. Uma Física que discuta a origem do universo e sua evolução. Que trate do refrigerador ou dos motores a combustão, das células fotoelétricas, das radiações presentes no dia-a-dia, mas também dos princípios gerais que permitem generalizar todas essas compreensões. Uma Física cujo significado o aluno possa perceber no momento em que aprende, e não em um momento posterior ao aprendizado. (BRASIL, 2000, p. 23).

Mas os professores estariam dispostos a inserir a FMC no EM? Mota (2000) realizou uma pesquisa envolvendo 16 professores de física de dois estados (Santa Catarina e Bahia) e uma das perguntas feita aos sujeitos de pesquisa foi a opinião deles referente a inserção da FMC nas escolas secundárias. Segundo a autora:

Ao serem levantadas as opiniões dos licenciados sobre a inserção da FMC no ensino médio, foi observada uma convergência para a proposta favorável à integração dessa física no ensino médio; 13 entrevistados se

---

<sup>13</sup> Para esclarecer a concepção de atualização da pesquisadora está pautada na definição do dicionário online de português Dicio: atualização é a ação de atualizar ou de se tornar moderno ou atual, tendo em conta o presente, o momento em que se vive. Adaptação às novas realidades, aos novos tempos, às novas necessidades. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/atualizacao/>. Acesso em: 13 abr. 2020.

posicionaram a favor e apenas 3 se posicionaram com reservas ou contrários à inserção de tópicos de FMC na escola média. (MOTA, 2000, p.59).

Na pesquisa de Ostermann e Moreira (2001), estudantes de licenciatura em Física realizaram estágio docente no Ensino Médio e ministraram aulas sobre os tópicos supercondutividade ou partículas elementares. Ao final do semestre a professora e pesquisadora entrevistou cada estagiário da licenciatura em Física; um dos questionamentos foi sobre a possibilidade de o futuro professor repetir a proposta de introduzir tópicos de FMC no Ensino Médio. Os autores afirmam que "Dos doze estagiários, dez afirmam, com convicção, sua intenção de incorporar, nas suas aulas futuras, tópicos atuais de Física" (OSTERMANN; MOREIRA, 2001, p. 143).

Na pesquisa de Rezende Junior e Cruz (2009) foram entrevistados 31 licenciandos em Física no último ano do curso, de três instituições de Ensino Superior públicas: duas no Estado de Santa Catarina (15 entrevistados) e uma em Minas Gerais (16 entrevistados). Por meio de um questionário semiestruturado foi apresentado o seguinte questionamento aos licenciandos: se eles sentiam-se preparados para trabalhar com temas referentes à FMC na Educação Básica ou se, independente de terem uma formação adequada para essa tarefa, estariam propensos a trabalhar e discutir, com seus atuais e/ou futuros alunos do EM, temas e tópicos relacionados à física do século XX. Após a análise das respostas os autores concluíram que:

Nos depoimentos referentes a esta questão, 67,7% dos entrevistados declararam-se preparados para tratar assuntos de FMC no EM; 13% se achavam parcialmente preparados, e 19,3% dos entrevistados declararam não possuírem uma formação adequada para tratarem de tais assuntos na escola básica. (REZENDE JUNIOR; CRUZ, p.309, 2009).

Nas três pesquisas mencionadas, em sua maioria os professores e/ou futuros docentes de Física apresentaram propensão a trabalhar a FMC na educação básica.

Contudo, a FMC é um campo vasto. Quais os tópicos mais indicados e interessantes da FMC para serem ensinados no EM? Algumas pesquisas dão indícios que podem auxiliar a responder essa questão.

Stannard (1990) indica que uma pesquisa feita no Reino Unido em 1985, com alunos universitários de Física, mostrou que a relatividade geral e restrita, partículas elementares, teoria quântica e astrofísica - a Física Moderna - foram os temas que mais influenciaram esses alunos a optar pelo curso de Física em nível superior.

Kalmus (1992) afirma que realizou uma pesquisa de opinião entre estudantes universitários de Física, também no Reino Unido, acerca dos motivos pelos quais eles escolheram a profissão: a pesquisa indicou que a física das partículas foi um dos tópicos que mais motivou os jovens a ingressar no curso superior de física. Para realizar essa pesquisa, um questionário foi enviado para todas as universidades inglesas que ofertavam curso de Física, e foi respondido por novos estudantes durante a primeira semana nas instituições. O questionário foi respondido por 2354 estudantes, uma estimativa de 80% de retorno, e indicou que relatividade, astronomia, partículas elementares e energia nuclear foram os tópicos que mais influenciaram os estudantes a cursar Física em cursos superiores.

No Brasil, Ostermann e Moreira (2000) realizaram uma pesquisa envolvendo 54 físicos, 22 pesquisadores em ensino de Física e 22 professores de Física do nível médio, com o objetivo de saber a opinião desses profissionais acerca dos tópicos de Física Contemporânea que deveriam ser ensinados no Ensino Médio visando atualização curricular. Para realização da pesquisa foi empregada uma metodologia de consulta chamada Delphi<sup>14</sup>. Na primeira etapa foi pedido que os especialistas propusessem tópicos de Física Contemporânea para serem ensinados no EM; na segunda etapa foi solicitado que os sujeitos se posicionassem em relação aos tópicos listados, se estavam de acordo ou não com os tópicos levantados na primeira parte da pesquisa; na terceira etapa os sujeitos tiveram oportunidade de revisar suas posições diante dos resultados tabelados na segunda etapa. O resultado da pesquisa apontou que os especialistas consultados sugerem atualização curricular através dos seguintes temas de FMC: efeito fotoelétrico, átomo de Bohr, leis de conservação, radioatividade, forças fundamentais, dualidade

---

<sup>14</sup> A técnica Delphi começou a ser usada, mais efetivamente, na década de 60, por pesquisadores da *Rand Corporation*, com o objetivo de aprimorar o uso da opinião de especialistas na previsão tecnológica. A metodologia estabelece três condições fundamentais: o anonimato dos sujeitos pesquisados; a representação estatística da distribuição dos resultados; e o *feedback* de respostas do grupo para reavaliação em rodadas posteriores (ROZADOS, 2015).

onda-partícula, fissão e fusão nuclear, origem do universo, raios X, laser, supercondutores, partículas elementares, relatividade restrita, Big Bang, estrutura molecular e fibras óticas (OSTERMANN; MOREIRA, 2000).

Em todas as pesquisas mencionadas acima o tema partículas elementares aparece entre os tópicos de FMC com potencial de ser abordado no EM para atualização do currículo.

A Física de Partículas Elementares é uma área do conhecimento que recebe montantes vultosos de investimento financeiro, conforme Rosenfeld (2013). Esse fator também serve de justificativa para abordar o tema entre alunos da escola secundária, pois se há interesse em investir, seguramente há motivos fortes que justificam tal empreendimento e também causam impactos sociais. As partículas elementares são vistas como ciência viva: um campo de conhecimento construído, pesquisado e aplicado para gerar novas tecnologias.

Segundo Wilson (1992), professor britânico que leciona tópicos de FMC no A-level<sup>15</sup>, o entusiasmo e excitação dos alunos em estudar, na escola, sobre temas que eles assistem nas notícias da televisão ou leem nas revistas e/ou artigos atuais, já justifica a inserção desses temas nos currículos atuais de Física. Além disso, os alunos podem ver e assistir os cientistas falando, através dos meios de comunicação, sobre suas pesquisas e novas conquistas científicas. Assim os estudantes vislumbram aplicações dos assuntos estudados e também a noção de que a Ciência não é pronta, acabada e definitiva, pelo contrário, é um conhecimento construído e reconstruído, em constante evolução.

Porém, no contexto da educação brasileira, será possível trabalhar Física de Partículas no Ensino Médio? Alguns pesquisadores desenvolveram propostas didáticas sobre a Física de Partículas específicas para o Ensino Médio e mostraram que sim, é possível trabalhar esse tema nessa modalidade de ensino. Ostermann e Moreira (2001) descrevem uma experiência de ensino-aprendizagem sobre

---

<sup>15</sup> O *General Certificate of Advanced Level*, mais conhecido como A-level, é um curso de 2 anos que prepara estudantes britânicos para os exames de seleção nas universidades inglesas. É ofertado por faculdades especializadas em sixth form, universidades ou de forma integrada em escolas. Podem ser comparados com os cursos pré-vestibulares do Brasil.

partículas elementares e supercondutividade. O trabalho foi desenvolvido em etapas:

1º Levantamento de tópicos de Física Contemporânea que deveriam ser ensinados no nível médio entre físicos, pesquisadores na área do ensino de Física e professores de Física do Ensino Médio;

2º Elaboração de material didático sobre os temas selecionados;

3º Preparação de alunos estagiários do último semestre de Física da UFRGS na disciplina de Prática de Ensino de Física, para que eles trabalhassem esses temas no estágio docente;

4º Avaliação da experiência por parte dos licenciandos;

5º Avaliação da experiência por parte dos alunos secundaristas.

Os autores afirmam que sob a óptica de formação em conhecimento específico de partículas elementares e supercondutividade, as aulas ofertadas aos licenciandos revelaram-se extremamente importantes para futuros professores de Física, e sem essa formação adicional os alunos teriam concluído a graduação com conhecimentos precários sobre o tema. Em relação aos alunos do Ensino Médio, a pesquisa mostrou: “É viável implementar tópicos de Física Moderna e Contemporânea em escolas de Nível Médio. Os alunos podem aprendê-lo, quer dizer, não encontramos obstáculos de natureza cognitiva” (OSTERMANN; MOREIRA, 2001, p.146).

Siqueira (2006) desenvolveu uma sequência didática em forma de curso em 2 escolas públicas da periferia da cidade de São Paulo. O curso foi aplicado em duas turmas, uma em cada escola, da terceira série do Ensino Médio. Os conteúdos abordados foram conceitos essenciais da Física de Partículas, como: partículas elementares, antipartículas, mensageiros das interações, chegando à descrição do Modelo Padrão para a estrutura da matéria. Na sequência foram usados textos, filmes, sites e práticas simples. Poucos recursos tecnológicos foram empregados, talvez devido ao período em que foi desenvolvida a SD (aplicado em 2004). Entretanto, segundo o autor, o curso motivou os alunos a estudarem temas da ciência atual e torná-los mais críticos.



Na pesquisa de Pinheiro (2011), a autora desenvolve e implanta uma Sequência Didática sobre as partículas elementares aplicada numa turma de 3º ano do EM. Primeiramente foi aplicado um pré-teste sobre partículas elementares e forças de interações nucleares. A sequência continua com a exibição do filme “O discreto Charme das partículas elementares” e a distribuição de um texto (Do átomo grego ao Modelo Padrão: os indivisíveis hoje<sup>16</sup>), solicitando que eles fizessem a leitura fora do horário de aula. Dentro das atividades propostas estava a construção de uma linha do tempo sobre partículas elementares e mapas conceituais (3 versões) e, para finalizar, um pós-teste. A autora relata que a maioria dos alunos gostou do assunto e das dinâmicas das aulas, e que avaliaram a proposta como positiva. Também os alunos indicaram que esse tipo de aula deveria ser mais usado no Ensino Médio.

---

<sup>16</sup> Disponível em: [https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v22\\_v6\\_pinheiro\\_costa\\_moreira.pdf](https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v22_v6_pinheiro_costa_moreira.pdf). Acesso em: 11 maio 2018.

### 3 CAMINHO METODOLÓGICO

A pesquisa desenvolvida neste trabalho é de cunho qualitativa. Segundo Triviños (1987), esse tipo de abordagem trabalha os dados buscando seu significado com base no seu contexto. A descrição qualitativa visa compreender não somente a aparência do fenômeno, mas também suas essências, origens, relações e mudanças, e de certa forma intuir efeitos.

Trata-se também de um estudo de caso, definido por Yin (2007) como sendo “[...] uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto de vida real” (p.32).

Para responder o problema de pesquisa proposto “de que forma os recursos tecnológicos da Cultura Digital podem contribuir para inovações pedagógicas e atualização curricular de Física no Ensino Médio?” e atender os objetivos pretendidos, a pesquisa foi realizada em duas etapas.

#### 1ª Etapa:

Inicialmente, a pesquisa foi de natureza exploratória. Segundo Gil (2008, p. 27), “As pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores”.

Foi realizada uma pesquisa de opinião por meio de um questionário eletrônico (*Google* formulários) que pretendeu envolver todos os alunos do Ensino Médio da escola selecionada para a pesquisa. A aplicação deste formulário teve como objetivo fazer um levantamento dos hábitos de uso da Internet entre os estudantes e saber quais os recursos tecnológicos já empregados por eles para estudar. Essas informações foram relevantes para saber qual a familiaridade dos estudantes com as redes sociais e as TICs, uma vez que a segunda etapa empregaria esses recursos.

#### 2ª Etapa:

A segunda parte da pesquisa caracteriza-se como descritiva, cujo objetivo é definido por Triviños (1987, p. 110): “O estudo descritivo pretende descrever 'com exatidão' os fatos e fenômenos de determinada realidade”. Trata-se de um estudo de campo, cujo procedimento é “[...] a pesquisa é desenvolvida por meio da

observação direta das atividades do grupo estudado e de entrevistas com informantes para captar suas explicações e interpretações do que ocorre no grupo” (GIL, 2002, p. 53).

Então, foram selecionados alunos de uma turma dessa escola de Ensino Médio e para esses sujeitos foi aplicada uma Sequência Didática (SD) sobre o tema radiações e partículas elementares. A SD foi inicialmente organizada para ser aplicada no período de um trimestre, que corresponde a três aulas semanais de 50 minutos cada, durante três meses: junho, julho e agosto. Entretanto, este período prolongou-se alguns dias por conta de um recesso escolar de dez dias no mês de julho e também eventos culturais. Nos dias de evento não houve aulas regulares, assim a SD foi concluída na primeira quinzena do mês de setembro.

### 3.1 CONTEXTO E SUJEITOS DE PESQUISA

A escola onde a pesquisa foi realizada é uma escola pública federal, localizada em uma cidade litorânea da região Norte do Rio Grande do Sul. Os alunos que frequentam a instituição são oriundos dessa cidade ou outras cidades praianas próximas. A escola não tem Ensino Médio regular, somente ensino técnico na modalidade integrada, ou seja, curso Técnico em Administração e Técnico em Informática integrados ao Ensino Médio: esses cursos são diurnos e as turmas são organizadas no turno da manhã e da tarde. No ano de 2018, a direção da escola organizava as turmas conforme consta no quadro 1.

Quadro 1 - Organização dos cursos ofertados na escola investigada.

<b>Curso Técnico em Administração Integrado ao Ensino Médio (número de turmas)</b>			
1º ano	2º ano	3º ano	4º ano
2	2	2	1
<b>Curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio</b>			
1º ano	2º ano	3º ano	4º ano
2	2	2	1

Fonte: elaborado pela autora, 2019.

Durante a aplicação da pesquisa havia aproximadamente 300 alunos matriculados e frequentando as aulas nas turmas apresentadas no quadro 1.

Na segunda parte da pesquisa foi aplicada a SD com alunos do curso Técnico em Informática integrado ao Ensino Médio, na componente curricular de física<sup>17</sup>. O quadro 2 apresenta o perfil dos estudantes que participaram dessa etapa.

Quadro 2- Perfil dos sujeitos de pesquisa, 2ª etapa.

Sujeitos	Características
Turma 31	Faixa etária de 16 a 18 anos
	Total de estudantes: 22
	Gênero: 7 femininos e 15 masculinos

Fonte: elaborado pela autora, 2019.

Os sujeitos de pesquisas foram convidados a participar desta pesquisa espontaneamente e tiveram a opção de desistir em qualquer momento. Os responsáveis pelos alunos assinaram termo de consentimento livre e esclarecido, conforme consta no apêndice E.

Cabe salientar que todos os sujeitos de pesquisa da 2ª etapa tinham acesso à Internet e conta em redes sociais. Em relação a escola, a instituição apresentava laboratórios bem equipados de física, química, matemática e informática, e os alunos tinham à disposição rede *wireless* para acesso à Internet dentro das salas de aula e no espaço externo de uso comum.

### 3.2 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Na 1ª etapa da pesquisa foi utilizado questionário *online* e na 2ª etapa os instrumentos utilizados constam no quadro 3, cada instrumento com seu código correspondente e uma descrição sintética da sua aplicação.

<sup>17</sup> Inicialmente duas turmas foram selecionadas para participar da 2ª etapa da pesquisa, a turma 31 e a turma 32. Entretanto, por orientação da banca de qualificação deste trabalho, os dados coletados na turma 32 não foram considerados. A justificativa para tal decisão é que durante a realização da pesquisa ocorreram vários incidentes graves de saúde dos alunos e/ou seus familiares, o que causou muitas ausências e dificultou o comprometimento na realização de tarefas propostas na SD. A turma havia se proposto a criar um *game*, um jogo educativo sobre as radiações e, findado o ano de 2018, não houve conclusão do protótipo do jogo nem previsão de realmente acontecer.

Quadro 3 - Instrumentos que compõem o corpus da pesquisa na 2ª etapa.

Instrumento	Código	Descrição
Pré-teste	T1	Aplicado no início da SD de forma presencial.
Relatório de experimentos	RE	Relatórios individuais escritos nos cadernos ou digitalizados.
Grupo fechado no <i>Facebook</i>	GF	Recolhido nas postagens registradas no grupo criado na rede social.
Registro reflexivo	RR	Questionário aplicado no final da SD via e-mail da turma. Trata-se de um questionário contendo perguntas abertas sobre a percepção dos sujeitos a respeito da SD e a avaliação da metodologia utilizada.
Relatórios parciais da criação das HQs	RP	Relatório mensal entregue por cada grupo. Esse material contém o percurso descritivo da criação das HQs.
Pós-teste	T2	Aplicado no final da SD de forma presencial.

Fonte: elaborado pela autora, 2019.

### 3.3 MÉTODO DE ANÁLISE DE DADOS

Esta pesquisa foi desenvolvida em duas etapas e com abordagens distintas, sendo a primeira quantitativa e a segunda qualitativa. Essas abordagens não são contraditórias, mas sim compatíveis e complementares. Segundo Ferraro:

Nessa perspectiva dialética, simplesmente não há quantidade sem qualidade, nem qualidade sem quantidade; a unidade entre essas duas dimensões do real está em sua inseparabilidade ou exigência recíproca, não em qualquer identidade imaginária entre ambas. Essa perspectiva dialética permite, antes de tudo, afastar duas concepções opostas e igualmente vulneráveis: de um lado, a daqueles(as) que veem incompatibilidade, dicotomia ou oposição excludente entre métodos quantitativos e métodos qualitativos; de outro, a daqueles(as) que veem unidade entre os dois tipos de métodos – uma unidade construída não sobre a diferença que os distingue, mas sobre uma identidade imaginária que desfigura uns e outros, na medida em que ignora ou apaga as diferenças. (FERRARO, 2012, p.144).

Na primeira etapa, o questionário aplicado a todos os alunos do Ensino Médio Integrado ao Ensino Técnico da escola selecionada, os dados coletados são apresentados em forma de porcentagem e/ou diagramas.

Na segunda etapa da pesquisa, os dados coletados durante a aplicação da SD foram obtidos através de instrumentos distintos, assim, optou-se por usar a Análise de Conteúdo como técnica de análise, que consiste em:

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 permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens. (BARDIN, 2011, p.42).

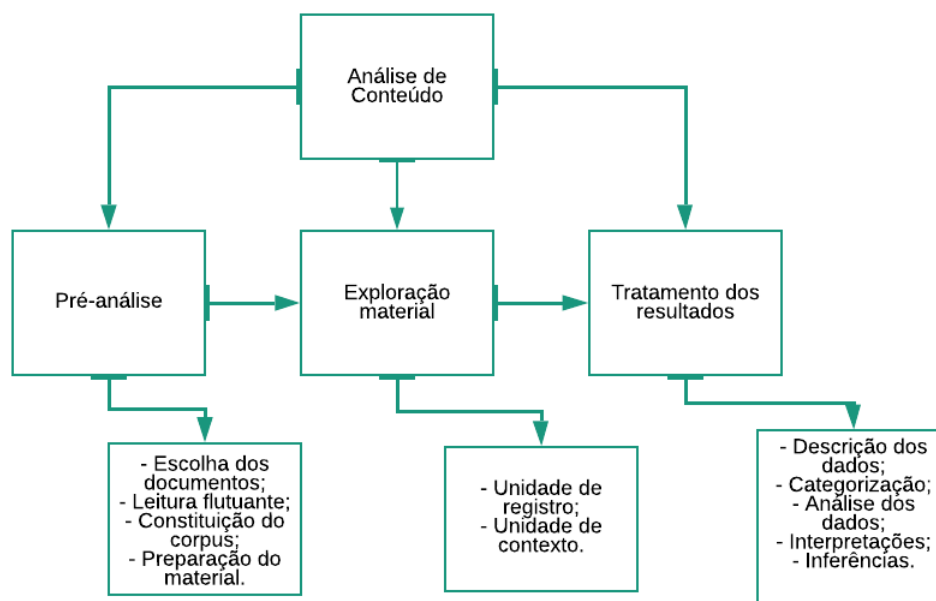
Uma característica da Análise de Conteúdo é a necessidade de relacionar as informações, pois conforme Franco:

Uma informação puramente descritiva não relacionada a outros atributos ou às características do emissor é de pequeno valor. Um dado sobre o conteúdo de uma mensagem deve, necessariamente, estar relacionado, no mínimo a outro lado. O liame entre esse tipo de relação deve ser representado por alguma teoria. Assim, toda análise de conteúdo implica em comparações contextuais. (FRANCO, 2008, p. 16).

Este tipo de análise foi considerado mais apropriado para ser empregado nesta pesquisa, uma vez que tem-se diferentes instrumentos de coleta de dados que precisaram ser analisados para responder à questão de investigação.

Para nortear esse trabalho de análise, as etapas do processo foram esquematizadas na figura 1, baseado em Bardin (2011) e Franco (2008).

Figura 1 - Etapas da Análise de Conteúdo.



Fonte: elaborado pela autora, 2018.

O processo da pré-análise inicia com a organização dos dados no intuito de constituir o *corpus* da pesquisa, sendo que “*corpus* é o conjunto dos documentos tidos em conta para serem submetidos aos procedimentos analíticos. A sua constituição implica, muitas vezes, escolhas, seleções e regras” (BARDIN, 2011, p. 96-97).

Algumas regras mencionadas pela autora na pré-análise e utilizadas neste trabalho são:

- *Regra da exaustividade ou saturação* — “uma vez definido o campo do *corpus* [...], é preciso terem-se em conta todos os elementos do *corpus*” (*Ibidem*, p.97). No caso desta pesquisa, o *corpus* constitui-se por meio de relatórios parciais; postagens no grupo fechado no *Facebook* com registros escritos e/ou fotografados; registro reflexivo no final da SD;
- *Regra da representatividade* — “A análise pode efetuar-se numa amostra desde que o material a isso se preste. A amostragem diz-se rigorosa se a amostra for uma parte representativa do universo inicial” (BARDIN, 2011, p. 97). Nesta pesquisa não recorreremos a uma amostragem pois era possível analisar o universo de forma integral;

- *Regra da homogeneidade* — “os documentos retidos devem ser homogêneos, quer dizer, devem obedecer a critérios precisos de escolha e não representar demasiada singularidade fora destes critérios de escolha” (*Ibidem*, p.98). Nesta pesquisa os documentos foram obtidos sob as mesmas condições e aplicados a todos os sujeitos de pesquisa;
- *Regra da pertinência* — “os documentos retidos devem ser adequados, enquanto fonte de informação, de modo a corresponderem ao objetivo que suscita a análise” (*Ibidem*, p.98). Essa regra relaciona-se estreitamente com a *regra da homogeneidade*. Assim, consideramos que os documentos selecionados como instrumentos de coleta de dados foram adequados ao objetivo e capazes de trazer clareza e resposta a questão de pesquisa que motivou este trabalho.

Após a fase da pré-análise, conforme figura 2, começa a segunda fase: a exploração do material com o objetivo de fazer a codificação. Conforme Bardin:

Tratar o material é codificá-lo. A decodificação corresponde a uma transformação – efetuada segundo regras precisas – dos dados brutos do texto, transformação esta que, por recorte, agregação e enumeração, permite atingir uma representação do conteúdo, ou da sua expressão, susceptível de esclarecer o analista acerca das características do texto, que podem servir de índices. (BARDIN, 2011, p. 103).

No processo de codificação são estabelecidas as unidades de contexto e unidade de registro. As unidades de contexto são frases que fazem sentido por si só, as quais podem ser agrupadas por semelhança. No processo de agrupamento é possível observar tendências e codificá-las em forma de unidade de registro.

Segundo Franco (2008), quando isolamos unidades de registro a partir da unidade de contexto, estamos a codificar, isto é, atribuindo categorias e isolando a informação para análise. Estas categorias podem estar pré-definidas ou emergirem da leitura e releitura minuciosa dos dados coletados, neste caso são chamadas de categorias *a posteriori*. A autora esclarece, também, que os agrupamentos em registros podem ser de tipos diferentes, tais como: a palavra, o tema, o personagem e o item.

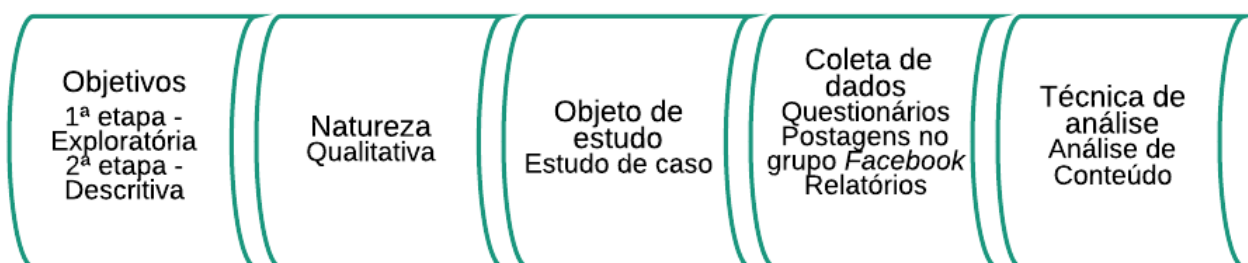
Neste trabalho optou-se pelo tema como unidade de registro, pois acreditou-se que seria mais apropriado para analisar os dados disponíveis e



responder ao problema de pesquisa proposto inicialmente. Pois conforme Bardin (2011, p. 106), “O tema é geralmente utilizado como unidade de registro para estudar motivações de opiniões, de atitudes, de valores, de crenças, de tendências, etc.”

Assim, pretendeu-se que os resultados das análises e interpretações feitas fossem subsídio para analisar as contribuições dos recursos da Cultura Digital para atualização do currículo de física no Ensino Médio. A figura 2 mostra um panorama do caminho metodológico para sintetizar esse percurso.

Figura 2- Caminho metodológico da pesquisa.



Fonte: elaborado pela autora, 2019.

E quanto ao processo de codificação, o trabalho foi feito a partir do *corpus* da pesquisa, iniciando com a leitura e releitura dos materiais separadamente. Na execução desse movimento e seguindo a regra da *exaustividade*, indicada por Bardin (2011) para fazer Análise de Conteúdo, algumas congruências e frequência de ocorrência foram percebidas. No segundo momento da análise, agrupamentos das unidades de contexto foram feitos indicando as tendências de ocorrência, as quais foram decodificadas no formato de unidade de registros. Dessa forma os temas iniciais foram emergindo no processo de categorização.

O quadro 7 apresenta os temas iniciais das unidades de registro. Junto ao tema inicial aparece o valor percentual da frequência de ocorrência desse tema, calculado da seguinte forma: os registros contidos no corpus da pesquisa representam a totalidade (100%), e a partir dessa referência foi calculado, por regra de três, a porcentagem que cada tema apareceu.

Quadro 4- Unidades de registro – Temas Iniciais.

Tema (frequência de ocorrência)	Descrição	Observações dos agrupamentos
T1 (15,5%)	Facilita a aprendizagem	Descrições sobre como os recursos visuais de imagens, vídeos, experimentos e simuladores tornaram a aprendizagem mais fácil.
T2 (8%)	Estimula a pesquisa	Comentários a respeito do interesse em pesquisar para saber mais sobre o tema estudado e também para desenvolver o trabalho proposto de criação de HQs.
T3 (8,5%)	Aumenta o interesse em aprender	Relatos relativos à contribuição das dinâmicas mais lúdicas e interativas em provocar nos alunos mais interesse em aprender.
T4 (3,5%)	Proporciona aprendizagem colaborativa	Afirmações sobre a cooperação e construção coletiva dos conhecimentos, principalmente em decorrência do objetivo comum de construir as HQs.
T5 (6,5%)	Facilita a interação e a inclusão	Relatos sobre como o grupo fechado do <i>Facebook</i> contribuiu para a interação entre colegas e professora, assim como a possibilidade de todos participarem com sugestões e postagens de materiais.
T6 (25%)	Inova as práticas escolares	Reflexões a respeito das atividades diversificadas que inovaram as aulas de física por serem diferentes das aulas tradicionais.
T7 (4%)	Auxilia na compreensão de temas mais complexos	Afirmações de que os estudantes conseguiram aprender temas mais complexos no decorrer da SD.
T8 (6%)	Dinamiza o processo de aprendizagem	Relatos referentes ao processo mais rápido de aprendizagem devido às múltiplas perspectivas de observação do tema estudado, por meio de texto, simulador e vídeos, por exemplo.
T9 (23%)	Oportuniza a participação ativa dos estudantes	Declarações sobre a participação ativa dos alunos no processo de criação das HQs e a valorização da criatividade.

Fonte: elaborado pela autora, 2018.

Ao analisar os temas iniciais, três ideias principais emergiram (as quais foram representadas pela criação de categorias e subcategorias *a posteriori*) e auxiliam a responder à pergunta que norteou este trabalho de doutorado: de que forma os recursos tecnológicos da Cultura Digital podem contribuir para inovações pedagógicas e atualização curricular de física no Ensino Médio?

A criação das categorias e subcategorias *a posteriori* justifica-se porque, até o momento da aplicação e análise dos dados desta pesquisa, a professora/pesquisadora não encontrou outras pesquisas que apresentassem

categorias de análise que pudessem ser utilizadas neste trabalho. Foram encontradas pesquisas sobre a inserção de tópicos de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio e também sobre o uso de TICs e redes sociais empregadas como ferramenta pedagógica na educação básica, entretanto, não foi encontrada pesquisa que agregasse esses dois aspectos. Portanto, optou-se pela criação das categorias e subcategorias seguindo o processo de análise proposto na Análise de Conteúdo segundo Bardin (2011).

As informações referentes aos agrupamentos feitos no processo de análise constam no quadro 5.

Quadro 5 - Categorias e subcategorias criadas a posteriori.

Categorias	Subcategorias	Temas iniciais
1. Permite a participação ativa dos alunos na construção do seu conhecimento	1.1 Papel ativo dos estudantes no processo de aprendizagem	1.1.1 Oportuniza a participação ativa dos estudantes
		1.1.2 Estimula a pesquisa
2. Possibilita a utilização de recursos com mais estímulo visual	2.1 Emprego de recursos mais atraentes para os jovens	2.1.1 Aumenta o interesse em aprender
		2.1.2 Facilita a aprendizagem
		2.1.3 Auxilia na compreensão de temas mais complexos
3. Utiliza estruturas que permitem a interatividade e construção coletiva do conhecimento	3.1 Conhecimento construído em rede	3.1.1 Proporciona aprendizagem colaborativa
		3.1.2 Facilita a interação e a inclusão
	3.2 Forma diferenciada	3.2.2 Inova as práticas escolares
		3.2.1 Dinamiza o processo de aprendizagem

Fonte: elaborado pela autora, 2018.

Na análise as categorias criadas foram: *permite a participação ativa dos alunos na construção do seu conhecimento*; *possibilita a utilização de recursos com mais estímulo visual*; e *utiliza estruturas que permitem a interatividade e construção*

*coletiva do conhecimento*. Essas categorias foram derivadas das subcategorias: *papel ativo dos estudantes no processo de aprendizagem; emprego de recursos mais atraentes para os jovens; conhecimento construído em rede; e forma diferenciada*. As subcategorias, por sua vez, foram criadas para representar o sentido dos temas registrados nas unidades de registro.

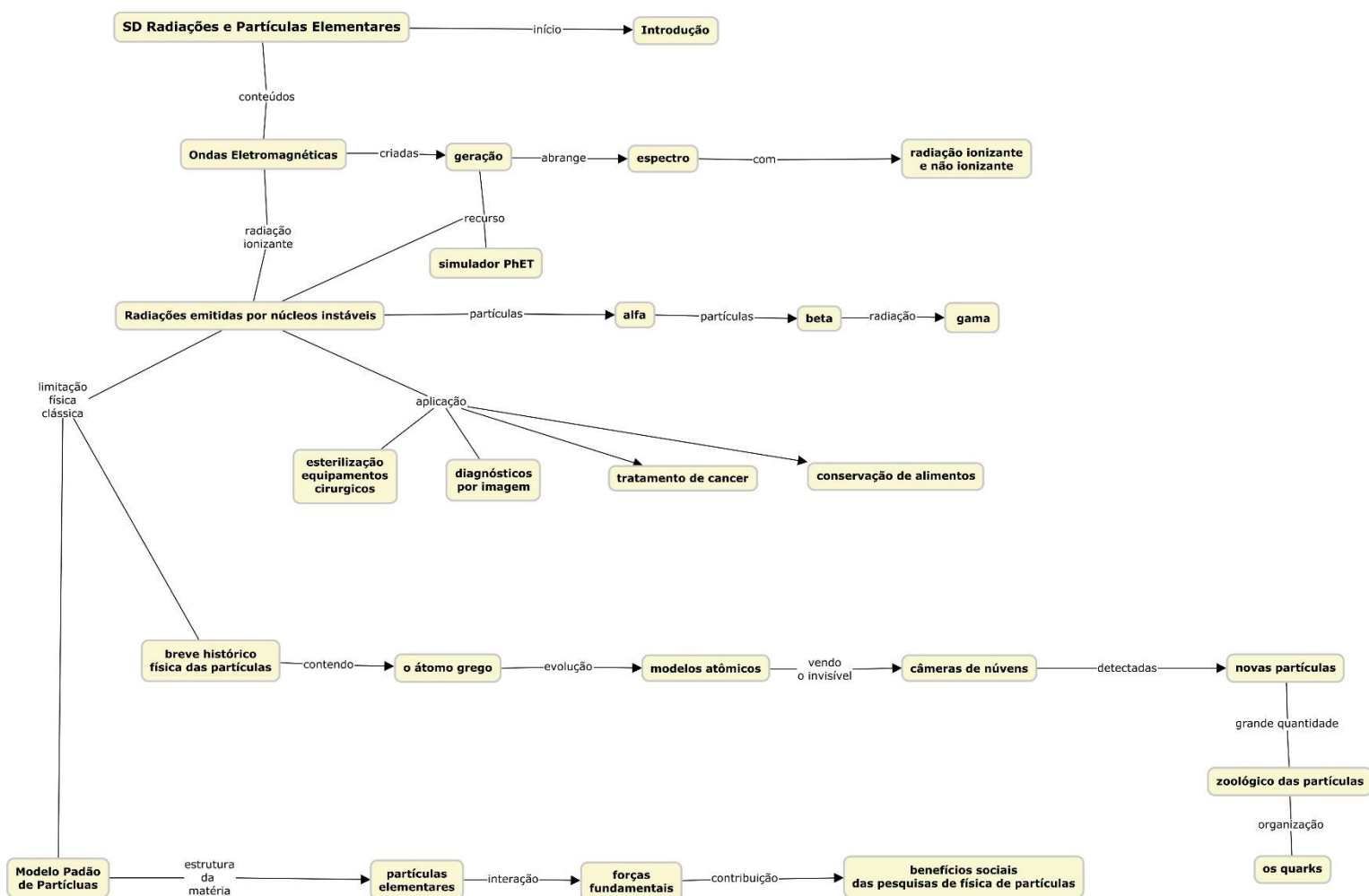
### 3.4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA RADIAÇÕES E PARTÍCULAS ELEMENTARES

Segundo Libâneo (1994), as sequências didáticas são o conjunto de temas inter-relacionados que compõem o plano de ensino para uma série. A sequência didática (SD) contém um tema central do programa detalhado em tópicos que não são simplesmente itens de subdivisão do assunto, conforme salienta o autor, mas sim conteúdos problematizados em função dos objetivos e do desenvolvimento metodológico. Portanto, uma unidade didática tem como características:

- formar um todo homogêneo de conteúdos em torno de uma ideia central;
- ter uma relação significativa entre os tópicos com a finalidade de facilitar o estudo dos alunos;
- ter um carácter de relevância social, no sentido de que os conteúdos se tornem “vivos” na experiência social concreta dos alunos. (LIBÂNEO, 1994, p. 234).

Especificamente para o planejamento desta SD, em primeiro momento foi construído um organizador prévio dos conteúdos que seriam trabalhados, conforme consta na figura 3.

Figura 3 - Organizador prévio da Sequência Didática.



Fonte: elaboração da autora, 2018.

Partindo do organizador prévio (figura 3) foram definidas as habilidades e as competências a serem construídas com os alunos ao longo do desenvolvimento deste trabalho. A construção destas habilidades e competências foi pautada na ementa da componente curricular de Física<sup>18</sup> e nas orientações que constam no PCN+ Ensino Médio, orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2002)<sup>19</sup>.

<sup>18</sup> Documento disponível em:

[https://osorio.ifrs.edu.br/site/midias/arquivos/20162420155561ppc\\_emi\\_info\\_atual\\_\(1\).pdf](https://osorio.ifrs.edu.br/site/midias/arquivos/20162420155561ppc_emi_info_atual_(1).pdf). Acesso em: 23 mar. 2018.

<sup>19</sup> A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) não foi utilizada como referência para construção do Quadro 6 - "Conhecimentos, competências e habilidades pretendidas com a SD", pois não havia sido adotada pela escola escolhida para a investigação desta pesquisa.

Quadro 6- Conhecimentos, competências e habilidades pretendidas com a SD.

<b>Conhecimento</b>	<b>Competências</b>	<b>Habilidades</b>
<p>Ondas eletromagnéticas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conceito, geração, espectro, radiação ionizante e não ionizante;</li> <li>- Radiações emitidas por núcleos instáveis, partículas alfa, beta e radiação gama;</li> <li>- Aplicação das radiações na medicina e indústria.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compreender a origem de uma onda eletromagnética;</li> <li>- Conhecer o espectro eletromagnético;</li> <li>- Entender o comportamento dual onda-partícula das partículas subatômicas;</li> <li>- Compreender a função das radiações na medicina e indústria.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar os diferentes tipos de radiações;</li> <li>- Reconhecer radiações ionizantes e não ionizantes;</li> <li>- Distinguir fótons e partículas emitidas por núcleos atômicos instáveis.</li> </ul>
<p>Breve histórico da Física de partículas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- O átomo grego, modelos atômicos, câmara de nuvens, novas partículas, zoológico das partículas e os quarks.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compreender a evolução histórica da física de partículas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconhecer que o conhecimento é uma construção social e gradual.</li> </ul>
<p>Modelo Padrão de Partículas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Partículas elementares, forças fundamentais da natureza e contribuições para explicar as radiações ionizantes, origem do universo, estrutura da matéria e benefícios sociais das pesquisas em Física de partículas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entender as partículas elementares da matéria;</li> <li>- Compreender a estrutura da matéria;</li> <li>- Conhecer as quatro formas pelas quais as partículas subatômicas interagem;</li> <li>- Compreender os altos investimentos em pesquisas de física de partículas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conceber a estrutura de prótons, nêutrons e outras partículas em função dos quarks;</li> <li>- Relacionar investimento com pesquisas de partículas e desenvolvimento tecnológico.</li> </ul>

Fonte: elaborado pela autora, 2018.

Os conteúdos previstos para a SD foram organizados pautados nos pressupostos de Vygotsky (1994 e 2008). Dessa forma, foram considerados os conceitos espontâneos dos alunos e a partir deles foram criadas situações que desafiassem e provocassem os estudantes a evoluir na reformulação dos conceitos espontâneos a ponto de aproximá-los dos conceitos científicos, pois conforme o autor:

A experiência prática mostra que o ensino direto de conceito é impossível e infrutífero. Um professor que tenta fazer isso geralmente não obtém qualquer resultado, exceto o verbalismo vazio, uma repetição de palavras pela criança, semelhante à de um papagaio, que simula um conhecimento dos conceitos correspondentes, mas que na realidade oculta um vácuo. (VYGOTSKY, 2008, p.104).

Por essa razão buscou-se saber quais eram os conceitos já construídos pelos alunos para depois propor atividades individuais e coletivas que tivessem potencial de favorecer a construção de um conceito científico correlato.

Cabe destacar que os temas relacionados à FMC abordados na SD são considerados difíceis, não triviais, até mesmo para estudantes de licenciatura de

Física. Esse fato foi evidenciado na pesquisa de Rezende Junior e Cruz (2009).

Segundo os autores:

[...] é comum que os estudantes de Física e professores associem fenômenos quânticos a coisas inatingíveis, longe da sensibilidade e do nosso dia-a-dia. E, diga-se de passagem, que os fenômenos quânticos são considerados inatingíveis tanto por se referirem a um mundo atômico e subatômico, como pela sua teoria, que é envolta em um grande “mistério” e encoberta pelo seu formalismo não trivial, (*Ibidem*, p.310).

Assim, para abordar os temas de FMC a professora/pesquisadora teceu, paulatinamente, conexões entre os conhecimentos espontâneos dos alunos e os fenômenos relacionados à Física Moderna, isso tudo mediado por tecnologias digitais.

A sucessão da SD envolvendo as atividades desenvolvidas, o número de horas/aula e o desenvolvimento metodológico, assim como os recursos utilizados (alguns dos quais com *link* logo abaixo para facilitar o acesso do leitor) constam no quadro 7.

Quadro 7- Plano da Sequência Didática.

Plano da Sequência Didática		
Componente curricular: Física III		
Tema Estruturador 5: Matéria e Radiação		
Ano: 3º ano curso Técnico em Informática integrado ao Ensino Médio		
Nº de aulas no ano: 120 horas/aula no trimestre: 40 horas/aula		
Professora: Ione dos Santos Canabarro Araújo		
Objetivos da componente curricular		
Contribuir efetivamente na formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, capaz de compreender e interpretar fatos, fenômenos e processos naturais. Capaz ainda de intervir e participar da realidade usando corretamente os conceitos científicos da Física tanto em sua vida cotidiana como em sua vida profissional <sup>20</sup> .		
Atividade	hora/aula	Desenvolvimento metodológico
Avaliação de conceitos prévios	1	Aplicação de pré-teste com questões objetivas e uma questão dissertativa.
Atividade de sensibilização	2	Uso de imagem para verificar conhecimento prévio seguido de pergunta para instigar o conhecimento potencial. Ação foi planejada conforme os pressupostos de Vygotsky (1994) e executada via <i>Facebook</i> . - Imagem onda mecânica bidimensional

<sup>20</sup> Extraído da ementa da componente curricular.

		<a href="https://pixabay.com/photos/drops-of-water-water-liquid-fresh-578897/">https://pixabay.com/photos/drops-of-water-water-liquid-fresh-578897/</a> - Imagem dualidade onda partícula da luz <a href="https://www.wired.com/2013/07/is-light-a-wave-or-a-particle/">https://www.wired.com/2013/07/is-light-a-wave-or-a-particle/</a>
Introdução a geração de ondas eletromagnéticas	2	Uso de vídeo e debate para os alunos socializarem seus conhecimentos já construídos sobre geração das ondas eletromagnéticas e esclarecimento de dúvidas. - Vídeo sobre eletromagnetismo e espectro eletromagnético <a href="https://www.youtube.com/watch?v=og2KaacxT_o&amp;feature=share">https://www.youtube.com/watch?v=og2KaacxT_o&amp;feature=share</a>
Ondas eletromagnéticas: conceito, características, propriedades, energia associada aos fótons, análise do espectro eletromagnético.	6	Aula interativa/dialogada - Vídeo das ondas eletromagnéticas e do campo magnético <a href="https://www.youtube.com/watch?v=YsLDejmD4OM&amp;feature=share">https://www.youtube.com/watch?v=YsLDejmD4OM&amp;feature=share</a> - Simulador ondas de rádio e campo eletromagnético <a href="https://phet.colorado.edu/en/simulation/radio-waves">https://phet.colorado.edu/en/simulation/radio-waves</a> - Simulador efeito fotoelétrico <a href="https://phet.colorado.edu/en/simulation/photoelectric">https://phet.colorado.edu/en/simulation/photoelectric</a> - Experimento de Oersted no laboratório de física - Texto de apoio sobre radiações e partículas de origem nuclear <a href="http://lief.if.ufrgs.br/~jader/radiacoes.pdf">http://lief.if.ufrgs.br/~jader/radiacoes.pdf</a> - Imagem do espectro eletromagnético <a href="https://br.pinterest.com/pin/839639924249989272/">https://br.pinterest.com/pin/839639924249989272/</a> - GIF propagação de onda eletromagnética <a href="https://ocw.mit.edu/courses/physics/8-022-physics-ii-electricity-and-magnetism-fall-2004/">https://ocw.mit.edu/courses/physics/8-022-physics-ii-electricity-and-magnetism-fall-2004/</a> - Lista de exercícios - Relatórios sobre experimentos com simuladores
Radiações ionizante e não ionizante e suas faixas de abrangência no espectro eletromagnético	2	Aula interativa/dialogada - Texto de apoio “O que é irradiação? E contaminação radioativa? Vamos esclarecer?” <a href="http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol8/Num2/v08n02a11.pdf">www.sbfisica.org.br/fne/Vol8/Num2/v08n02a11.pdf</a>
Radiações emitidas por núcleos instáveis, partículas alfa, beta e radiação gama.	3	Aula interativa/dialogada - Simulador decaimento alfa <a href="https://phet.colorado.edu/en/simulation/alpha-decay">https://phet.colorado.edu/en/simulation/alpha-decay</a> - Simulador decaimento beta <a href="https://phet.colorado.edu/en/simulation/beta-decay">https://phet.colorado.edu/en/simulation/beta-decay</a> - Texto reportagem “As pessoas que caçam objetos radioativos em Prédios, lojas e estacionamentos”



		<p><a href="https://www.bbc.com/portuguese/vert-fut-44829602?fbclid=IwAR0hIbn9oSLGW6XOrmgyBNZxZLjD7DhYovCmYVkyWXqQ3WhhZw5QNW5O7Og">https://www.bbc.com/portuguese/vert-fut-44829602?fbclid=IwAR0hIbn9oSLGW6XOrmgyBNZxZLjD7DhYovCmYVkyWXqQ3WhhZw5QNW5O7Og</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lista de exercícios</li> <li>- Relatórios sobre atividades com os simuladores</li> </ul>
Aplicação das radiações na medicina e indústria	2	<p>Aula interativa/dialogada</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Apostila educativa Energia Nuclear e suas aplicações <a href="http://www.cnen.gov.br/images/cnen/documentos/educativo/apostila-educativa-aplicacoes.pdf?fbclid=IwAR2BYGtZiQRzknk-7SCheFh4QPJIWRi48hTgk-IVDJmTs1aahLDjWJdsN3o">http://www.cnen.gov.br/images/cnen/documentos/educativo/apostila-educativa-aplicacoes.pdf?fbclid=IwAR2BYGtZiQRzknk-7SCheFh4QPJIWRi48hTgk-IVDJmTs1aahLDjWJdsN3o</a></li> <li>- Texto científico sobre alimentos irradiados <a href="https://www.blogs.unicamp.br/cienciaemsi/2016/06/15/alimentos-irradiados/?fbclid=IwAR3cWUt7CvKKrXzJjtN4cas66qC36Et8gZXs3oatPpvOMdbQH-Qm2S10N9Y">https://www.blogs.unicamp.br/cienciaemsi/2016/06/15/alimentos-irradiados/?fbclid=IwAR3cWUt7CvKKrXzJjtN4cas66qC36Et8gZXs3oatPpvOMdbQH-Qm2S10N9Y</a></li> </ul>
Limitações da Física Clássica em explicar a emissão de partículas beta mais e beta menos e a necessidade da Física Moderna e Contemporânea de suprir essa lacuna.	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aula interativa/dialogada</li> <li>- Comparação de imagens de frutas e condimentos irradiados e não irradiados</li> <li>- Debate sobre o uso do símbolo de alimentos irradiados no Brasil</li> </ul>
Breve histórico da Física de partículas: - O átomo grego, modelos atômicos, câmara de nuvens, novas partículas, zoológico das partículas e os quarks.	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aula interativa/dialogada</li> <li>- Construção de mapas mentais sobre evolução dos modelos atômicos ao longo da história (postados no grupo do <i>Facebook</i>)</li> <li>- Simulador - Experimento de Rutherford <a href="https://phet.colorado.edu/en/simulation/rutherford-scattering">https://phet.colorado.edu/en/simulation/rutherford-scattering</a></li> <li>- Uso de imagem - Câmara de nuvem de Wilson para acompanhamento de elétrons e partículas alfa. Fotografia. Britannica ImageQuest, Encyclopædia Britannica, 25 Mai 2016. <a href="http://quest.eb.com/search/300_2291589/1/300_2291589/cite">quest.eb.com/search/300_2291589/1/300_2291589/cite</a>.</li> <li>- Experimento em aula – nuvem na garrafa</li> <li>- Uso de imagem - Descoberta do pósitron, 1932. Fotografia. Britannica ImageQuest, Encyclopædia Britannica, 25 Mai 2016. <a href="http://quest.eb.com/search/132_1362708/1/132_1362708/cite">quest.eb.com/search/132_1362708/1/132_1362708/cite</a></li> <li>- Uso de imagem - Gamma ray se torna par elétron/pósitron. Fotografia. Britannica ImageQuest, Encyclopædia Britannica, 25 Mai</li> </ul>

		<p>2016.</p> <p><a href="http://quest.eb.com/search/132_1188636/1/132_1188636/cite">quest.eb.com/search/132_1188636/1/132_1188636/cite</a>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Experimento o canhão magnético no laboratório de física</li> <li>- Relatório sobre atividade com os simuladores</li> <li>- Resolução de questões</li> </ul>
<p>Modelo Padrão de Partículas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Partículas elementares, forças fundamentais da natureza.</li> </ul>	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aula interativa/dialogada</li> <li>- Texto de apoio “O discreto charme das Partículas Elementares” <a href="http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol6/Num1/charme.pdf">http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol6/Num1/charme.pdf</a></li> <li>- Vídeo Modelo Padrão da Física de Partículas <a href="https://www.youtube.com/watch?v=Nqi-bM90vfg">https://www.youtube.com/watch?v=Nqi-bM90vfg</a></li> <li>- Atividade de confecção das partículas elementares que compõem o Modelo Padrão de Partículas com papel cartaz</li> </ul>
Avaliação de construção de conceitos científicos	1	Aplicação de pós-teste
Avaliação da SD	1	Aplicação do registro reflexivo
Fechamento da unidade e confraternização	2	Atividade integradora no salão de convivência e lanche coletivo
Visita técnica guiada	4	Ida ao Museu de Ciências e Tecnologia (MCT) da PUC/RS

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

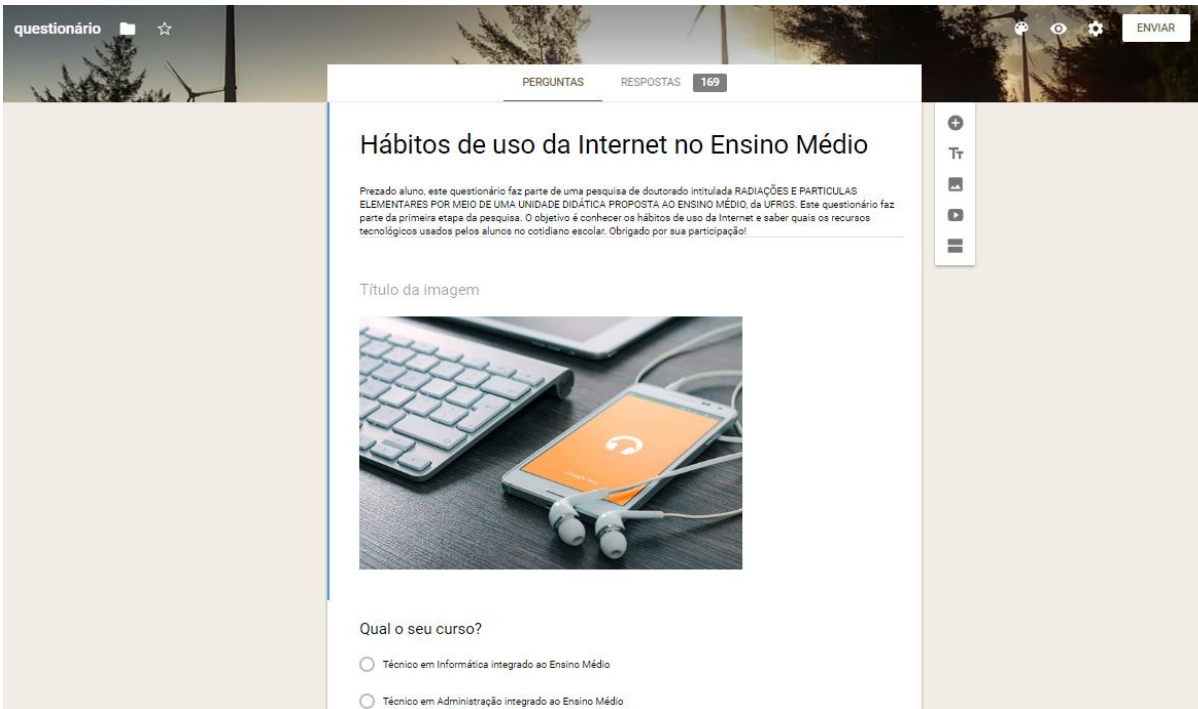
## 4. ANÁLISE E RESULTADOS

### 4.1 PRIMEIRA ETAPA DA PESQUISA

Os dados da 1ª etapa da pesquisa foram coletados por meio de um questionário eletrônico (*Google* formulários)<sup>21</sup> respondido por 169 pessoas, a figura 4 é um *print* da tela do computador com o formulário aberto.

O convite para responder ao questionário foi encaminhado a todos os alunos matriculados nos cursos Técnico em Administração e Técnico em Informática, ambos integrados ao Ensino Médio. Essa fase da pesquisa é o caminho percorrido para atender ao objetivo específico: investigar os hábitos de uso da Internet por parte dos alunos e conhecer os recursos digitais utilizados no âmbito escolar.

Figura 4 - *Print* do questionário online usado na 1ª etapa da pesquisa.



The image shows a screenshot of a Google Forms questionnaire. At the top, it says 'questionário' with a star icon and an 'ENVIAR' button. The main title is 'Hábitos de uso da Internet no Ensino Médio'. Below the title, there is a paragraph of text: 'Prezado aluno, este questionário faz parte de uma pesquisa de doutorado intitulada RADIAÇÕES E PARTICULAS ELEMENTARES POR MEIO DE UMA UNIDADE DIDÁTICA PROPOSTA AO ENSINO MÉDIO, da UFRGS. Este questionário faz parte da primeira etapa da pesquisa. O objetivo é conhecer os hábitos de uso da Internet e saber quais os recursos tecnológicos usados pelos alunos no cotidiano escolar. Obrigado por sua participação!'. Below this text is a placeholder for an image with the title 'Título da imagem'. The image shows a smartphone with a loading icon, a keyboard, and earphones. At the bottom, there is a question 'Qual o seu curso?' with two radio button options: 'Técnico em Informática integrado ao Ensino Médio' and 'Técnico em Administração integrado ao Ensino Médio'. The top of the form shows 'PERGUNTAS' and 'RESPOSTAS 169'.

Fonte: Acervo da autora, 2018.

A seguir são apresentadas as perguntas e os dados das respostas correspondentes.

<sup>21</sup> Formulário disponível em: <https://goo.gl/forms/WbYavOEtOc3twqk1>.

- Qual o seu curso?

Dos sujeitos que responderam ao formulário, 59,8% declararam estar estudando no curso Técnico em Administração e 40,2% no curso Técnico em Informática.

- Qual o ano que você cursa atualmente?

Para esta pergunta, 38,5% responderam estar cursando o 1º ano; 42,6% cursando o 2º ano; 11,2% cursando o 3º ano e 7,7% cursando o 4º ano.

- Qual a sua idade?

A faixa etária dos sujeitos que responderam ao questionário está entre 14 a 20 anos de idade, sendo que a maioria deles (62,7%) têm entre 15 e 16 anos. Isso está de acordo com a pergunta anterior, na qual a maior parte dos alunos declararam estar cursando o 2º ano do curso. Geralmente, na escola onde a pesquisa foi realizada, os estudantes ingressam com 15 anos no Ensino Médio.

- Qual o seu gênero?

Quando perguntados sobre seu gênero, 56,2% dos sujeitos declararam ser do gênero feminino; 42,6% do gênero masculino e 1,2% selecionaram a opção outro, ou seja, não se autodeclararam pertencentes a gêneros binários.

- Você tem acesso à Internet?

Todos os sujeitos afirmaram ter acesso à Internet.

- Quais dos dispositivos abaixo você utiliza para acessar a Internet? (Pode marcar mais de uma alternativa)

A grande maioria dos estudantes, 97,6%, afirma acessar a Internet usando *Smartphone*; 76,9% afirmam utilizar *Notebook* e 7,7% acessam a Internet por meio de *Tablet*. Conforme pode ser verificado, o somatório dos dispositivos empregados para acessar a Internet não soma 100% pois os sujeitos de pesquisa tiveram a opção de marcar mais de uma alternativa.

Esse resultado está de acordo com a pesquisa feita pela Câmara de Dirigentes Lojistas (CDL) em Porto Alegre, RS, mencionada anteriormente. Segundo essa pesquisa, 71% dos jovens acessam a Internet pelo telefone celular.

Na escola onde a pesquisa foi realizada, esse percentual é maior (97,6%), o que pode ser um indício de que os jovens estão tendo cada vez mais acesso aos aparelhos de telefonia. Outra questão é a disponibilidade de acesso gratuito à Internet nas dependências da escola.

- Em que locais você costuma se conectar à internet? (Pode marcar mais de uma alternativa)

96,4% dos estudantes declararam acessar a Internet de casa; 36,7% acessam da casa de amigos; 1,2% acessam em *Lanhouse*; 85,8% acessam na escola e 49,1% acessam de qualquer lugar. Como mencionado anteriormente, no ambiente da escola há disponibilidade de rede local sem fio (*wireless fidelity Wi-Fi*) que permite aos estudantes acesso à Internet nas dependências da instituição por meio dos seus *Smartphones*. Nessa pergunta, assim como na anterior, os sujeitos tiveram a opção de marcar mais de uma alternativa, o que justifica a não totalidade de 100%.

- Como você classifica a qualidade de sua rede de acesso à Internet?

52% respondeu "boa, tenho sempre sinal disponível"; 45% respondeu "razoável, às vezes fico sem sinal"; e 3% respondeu "ruim, frequentemente fico sem sinal".

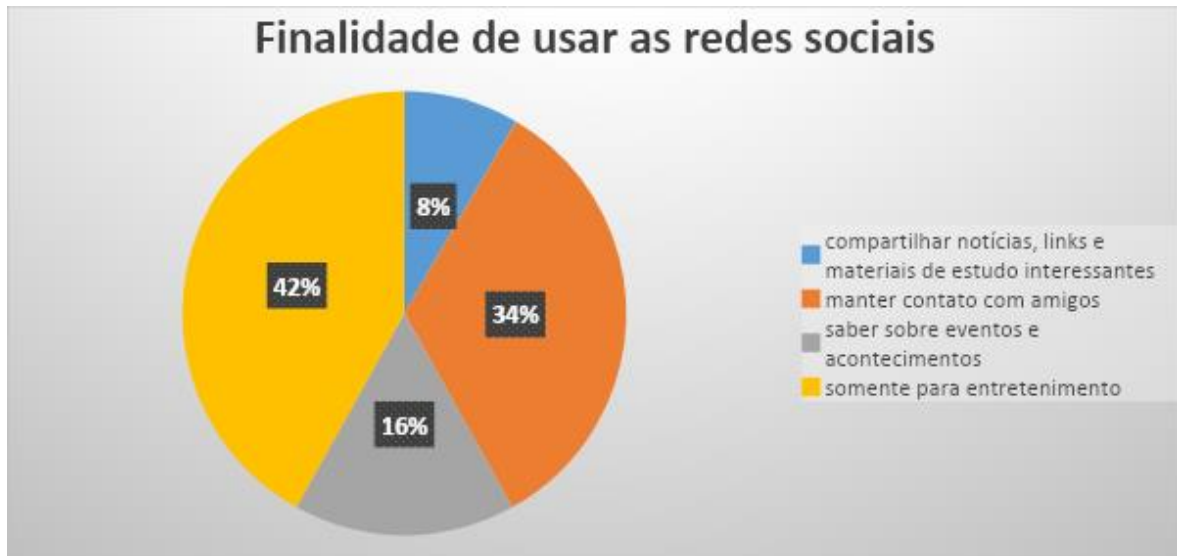
- Você possui conta em alguma rede social?

Entre os sujeitos de pesquisa, 90,5% responderam que possuem conta em mais de uma rede social, 8,3% responderam que possuem conta em apenas uma rede social e 1,2% declararam que não possuem conta em rede social.

- Qual a sua principal finalidade nas redes sociais?

Para essa pergunta um número considerável de estudantes (42%) respondeu que a finalidade de usar as redes sociais é somente para entretenimento; 34% respondeu usar para manter contato com amigos; 16% afirmaram usar a rede social com o objetivo de ter informações sobre eventos e acontecimentos; e somente 8% afirmaram utilizar para compartilhar notícias, *links* e materiais de estudo interessantes.

Figura 5 - Diagrama da finalidade dos alunos usarem redes sociais.



Fonte: elaborado pela autora, 2019.

- Você utiliza recursos digitais para estudar?

Por meio das respostas à essa pergunta pode-se verificar que uma pequena parcela (8%) dos estudantes não utilizam nenhum tipo de recurso digital para estudar. Os estudantes que mesclam recursos digitais e material impresso para estudar são 44%; os que utilizam videoaulas representam 25% e os que empregam recursos tecnológicos diversificado são 23%. O diagrama mostra essas informações.

Figura 6 - Diagrama dos recursos pedagógicos usados pelos alunos.



Fonte: elaborado pela autora, 2019.

Na primeira fase do trabalho, por meio da pesquisa exploratória, é possível inferir que os estudantes estão tendo acesso a dispositivos móveis, principalmente os *smartphones*, e por meio destes acessam a Internet. Todos os estudantes que responderam ao questionário afirmam ter acesso à Internet, e o acesso à rede ocorre tanto na escola como fora do ambiente escolar.

A maioria dos alunos entrevistados (98,8%) afirmam ter conta em redes sociais, porém poucos usam esse tipo de ferramenta para fins pedagógicos. Isso pode ser um indicativo interessante para que os professores pensem em propostas de ensino que envolvam as plataformas das redes sociais, uma vez que já foram realizadas pesquisas que sinalizam positivamente o uso desse recurso para fins educacionais, conforme pode ser verificado nas pesquisas de Tonetto (2013), Campos e Barcelos (2012), Haro (2008), Silva S. (2010), entre outros.

Os dados da pesquisa também trazem a informação de que a maioria dos estudantes já utiliza, por iniciativa própria, recursos digitais para estudar, tais como: vídeos, vídeoaula, simuladores e animações. Nesse sentido, se fossem empregados esses recursos na escola, acredita-se que não haveria objeções por parte dos estudantes, uma vez que já fazem parte de sua cultura. Segundo Porto (2006), as TICs aliadas com recursos da *web* apresentam potencial educativo significativo de rapidez, recepção individualiza, interatividade e participação, hipertextualidade, realidade virtual e digitalização, ou seja, realidade ou virtualização aos quais os alunos nascidos no mundo globalizado são acostumados.

Dessa forma, os dados coletados nessa fase da pesquisa foram úteis para diagnosticar quais recursos tecnológicos poderiam ser empregados como ferramenta de ensino na segunda etapa da pesquisa, a implantação da SD. O emprego de redes sociais, por exemplo, mostrou-se familiar aos alunos, pois a maioria dos estudantes da escola investigada já as utilizava. Os simuladores e os vídeos também apareceram como recursos digitais utilizados pelos estudantes, porém em menor escala.

#### 4.1 SEGUNDA ETAPA DA PESQUISA

A segunda parte da pesquisa foi realizada visando atender ao objetivo geral do trabalho: analisar as contribuições dos recursos da Cultura Digital para atualização curricular de Física no Ensino Médio; assim como responder aos demais objetivos específicos: verificar a possibilidade de inserção de tópicos de FMC no Ensino Técnico Integrado ao Ensino Médio; investigar, a partir da implantação da SD, as contribuições dos recursos tecnológicos para o ensino de FMC na educação básica; promover e desenvolver projetos de incentivo à implantação de novas práticas educacionais e de modernização dos ambientes de ensino por meio de recursos da Cultura Digital.

Nessa fase, a pesquisa foi iniciada com aplicação do pré-teste, o qual foi validado anteriormente no curso de extensão *As radiações que nos cercam: ondas ou partículas?* ofertado no IFRS, campus Porto Alegre, em 2018/1<sup>22</sup>. Cabe esclarecer que a validação foi no sentido da coerência no enunciado das questões e as respostas correspondentes: em nenhum momento foi feita comparação entre o número de acertos dos alunos do curso de extensão (professores de Ciências e/ou no último ano do curso) e os alunos do EM, pois se tratam de cursos e modalidades diferentes.

No dia de aplicação do pré-teste estavam presentes em aula 16 alunos que responderam as questões. É importante destacar que: os estudantes não foram informados previamente da atividade; as respostas corretas são aqui assinaladas em negrito, no pré-teste aplicado aos estudantes as questões e as respectivas opções de respostas são apresentadas no mesmo formato, sem qualquer destaque. O quadro 8 apresenta a frequência das respostas obtidas.

---

<sup>22</sup> A partir dos dados coletados no curso de extensão foi elaborado em artigo intitulado Curso de extensão como estratégia para trabalhar radiações e tópicos de Física Moderna e Contemporânea com professores de Ciências (consta no apêndice C). Esse trabalho foi apresentado no XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciências. Para maiores informações consultar: <http://abrapecnet.org.br/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R1382-1.pdf>.



Quadro 8 - Pré-teste e a frequência de respostas obtidas.

Questão	Frequência das respostas
<p>1. (UEL-PR) A faixa de radiação eletromagnética perceptível dos seres humanos está compreendida entre o intervalo de 400 nm a 700 nm.            Considere as afirmativas a seguir:            I – A cor é uma característica somente da luz absorvida pelos objetos.            II – Um corpo negro ideal absorve toda a luz incidente, não refletindo nenhuma onda eletromagnética.            III - A frequência de uma determinada cor (radiação eletromagnética) é sempre a mesma.            IV - A luz ultravioleta tem energia maior que a luz infravermelha.</p> <p>Assinale a alternativa CORRETA.</p>	
a) Somente as afirmativas I e II são corretas	1
b) Somente as afirmativas I e III são corretas	1
c) Somente as afirmativas II e IV são corretas	5
d) Somente as afirmativas I, III e IV são corretas	4
<b>e) Somente as afirmativas II, III e IV são corretas</b>	<b>7</b>
<p>2. (PUC-RS) De acordo com a quantização da energia de Planck, sabe-se que a energia de um fóton é <math>E = hf</math> onde <math>h</math> é a constante de Planck e <math>f</math> é a frequência da radiação. Considerando os fótons de radiação eletromagnética a seguir, numere os parênteses em ordem crescente de sua energia, sendo 1 o de menor energia e 5 o de maior energia.</p> <p>( ) luz azul            ( ) luz vermelha            ( ) raios gama            ( ) radiação ultravioleta            ( ) radiação infravermelha</p> <p>A correta numeração dos parênteses, de cima para baixo, é</p>	
a) 1 – 2 – 3 – 4 – 5	6
b) 2 – 1 – 4 – 3 – 5	1
<b>c) 3 – 2 – 5 – 4 – 1</b>	<b>9</b>
d) 4 – 3 – 5 – 2 – 1	0
e) 5 – 2 – 1 – 4 – 3	0
<p>3. (UFMG-MG) Utilizando um controlador, André aumenta a intensidade da luz emitida por uma lâmpada de cor vermelha, sem que esta cor se altere.            Com base nessas informações, é CORRETO afirmar que a intensidade da luz aumenta porque</p>	
a) a frequência da luz emitida pela lâmpada aumenta.	5
b) o comprimento de onda da luz emitida pela lâmpada aumenta.	2
c) a energia de cada fóton emitido pela lâmpada aumenta.	4
<b>d) o número de fótons emitidos pela lâmpada, a cada segundo, aumenta.</b>	<b>5</b>
<p>4. (ENEM/2012) A falta de conhecimento em relação ao que vem a ser um material radioativo e quais os efeitos, consequências e usos da irradiação pode gerar o medo e a tomada de decisões equivocadas, como a apresentada no exemplo a seguir. “Uma companhia aérea negou-se a transportar material médico por este portar um certificado de esterilização por irradiação.” Física na Escola, v.8, n.2. 2007 (adaptado). A decisão tomada pela companhia é equivocada, pois:</p>	
<b>a) o material é incapaz de acumular radiação, não se tornando radioativo por ter sido irradiado.</b>	<b>4</b>
b) A utilização de uma embalagem é suficiente para bloquear a radiação emitida pelo material.	2
c) a contaminação radioativa do material não se prolifera da mesma forma que as infecções por micro-organismos.	1
d) o material irradiado emite radiação de intensidade abaixo daquela que ofereceria risco à saúde.	5
e) o intervalo de tempo após a esterilização é suficiente para que o material não emita mais radiação.	4

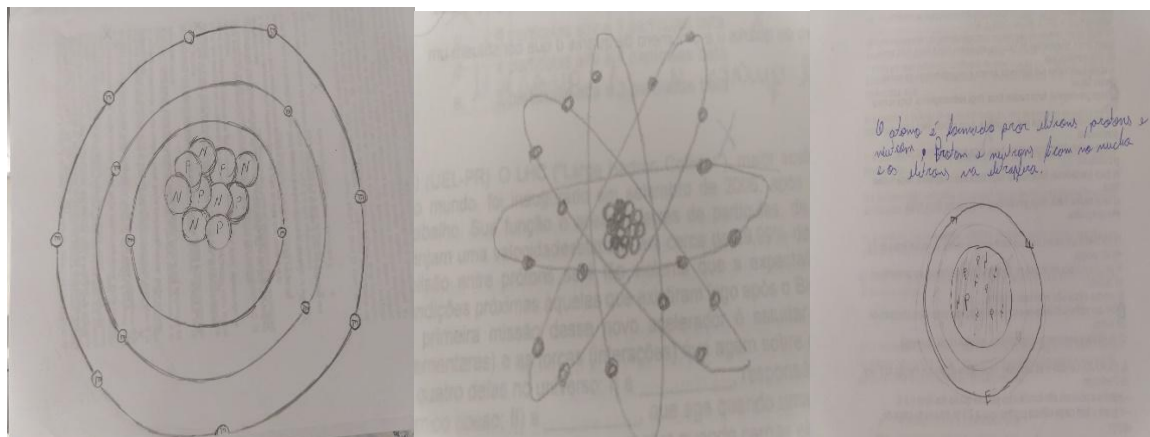
5. O radioisótopo $^{222}_{86}\text{Rn}$ , por uma série de desintegrações, transforma-se no isótopo $^{206}_{82}\text{Pb}$ . Determine o número de partículas alfa e o número de partículas beta envolvidas nessas transformações.	
a) 2 partículas alfa e 2 partículas beta	3
b) 2 partículas alfa e 4 partículas beta	9
c) 4 partículas alfa e 3 partículas beta	1
<b>d) 4 partículas alfa e 4 partículas beta</b>	3
e) 3 partículas alfa e 3 partículas beta	0
6. (UEL-PR) O LHC ("Large Hadron Collider"), maior acelerador de partículas do mundo, foi inaugurado em setembro de 2008, após 20 anos de intenso trabalho. Sua função é acelerar feixes de partículas, de tal forma que estes atinjam uma velocidade estimada em cerca de 99,99% da velocidade da luz. A colisão entre prótons será tão violenta que a expectativa é de se obterem condições próximas àquelas que existiram logo após o Big Bang. "A primeira missão desse novo acelerador é estudar partículas indivisíveis (elementares) e as forças (interações) que agem sobre elas. Quanto às forças, há quatro delas no universo: I) a _____, responsável por manter o núcleo atômico coeso; II) a _____, que age quando uma partícula se transforma em outra; III) a _____, que atua quando cargas elétricas estão envolvidas. A quarta força é a _____ (a primeira conhecida pelo ser humano)". (Adaptado: BEDIAGA, I. LHC: o colosso criador e esmagador de matéria. "Ciência Hoje". n. 247, v. 42. Abr. 2008. p. 40.) No texto, foram omitidas as expressões correspondentes às nomenclaturas das quatro forças fundamentais da natureza, em acordo com a teoria mais aceita no meio científico hoje. Assinale a alternativa que apresenta, correta e respectivamente, os nomes dessas forças.	
a) força gravitacional, força nuclear fraca, força eletromagnética, força nuclear forte.	3
b) força nuclear forte, força eletromagnética, força nuclear fraca, força gravitacional.	2
<b>c) força nuclear forte, força nuclear fraca, força eletromagnética, força gravitacional.</b>	7
d) força gravitacional, força nuclear forte, força eletromagnética, força nuclear fraca.	3
e) força nuclear fraca, força gravitacional, força nuclear forte, força eletromagnética.	1
7. (UFU-MG) Um átomo excitado emite energia, muitas vezes em forma de luz visível, porque:	
<b>a) um dos elétrons decai para níveis de energia mais baixos, aproximando-se do núcleo.</b>	6
b) um dos elétrons foi arrancado do átomo.	0
c) um dos elétrons desloca-se para níveis de energia mais altos, afastando-se do núcleo.	10
d) os elétrons permanecem estacionários em seus níveis de energia.	0
8. (UERJ-RJ) Considere as seguintes informações do Modelo Padrão da Física de Partículas: – prótons e nêutrons são constituídos por três quarks dos tipos u e d; – o quark u tem carga elétrica positiva igual a $\frac{2}{3}$ do módulo da carga do elétron; – um próton p é constituído por dois quarks u e um quark d, ou seja, $p = uud$ .  Determine o número de quarks u e o número de quarks d que constituem um nêutron n.	
Não sei	7
Não respondeu	5
uud	2
<b>udd</b>	2

Fonte: elaborado pela autora, 2019.

A questão número oito (Q8) foi uma pergunta dissertativa e as opções que aparecem no quadro são as respostas que emergiram, originalmente o espaço estava em branco para o estudante formular sua resposta. No verso da folha do pré-teste foi solicitado que os estudantes fizessem um desenho representativo de um

átomo. A figura 7 mostra o desenho de três sujeitos de pesquisa: A22, A15 e A21, respectivamente. Essas formas de representar o átomo foram recorrentes, por esse motivo optou-se por mostrá-las e não a totalidade dos desenhos.

Figura 7- Desenho representativo de átomo de três sujeitos de pesquisa.



Fonte: Acervo da autora, 2018.

Todos os estudantes representaram o átomo sendo formado por um núcleo contendo prótons e nêutrons e elétrons descrevendo órbitas elípticas ou circulares em torno do centro. Apesar de dois dos estudantes terem respondido corretamente à questão 8, ao representar o nêutron formado por um *quark up* e dois *quarks down* (udd), os estudantes não levaram isso em consideração, o que pode ser um indicativo de erro conceitual. Essa questão foi considerada e, quando trabalhou o Modelo Padrão de Partículas na SD, a professora/pesquisadora enfatizou que prótons e nêutrons não são partículas elementares, mas sim são formadas por partículas menores, os quarks.

Logo, o pré-teste serviu para estabelecer um parâmetro dos conceitos que os alunos já haviam construído, e a partir desses conhecimentos trabalhar na *zona de desenvolvimento proximal* proposta por Vygotsky (1994). Porém, a professora/pesquisadora teve ciência de que o resultado desse instrumento avaliativo não significaria que os alunos que acertaram as questões alternativas já houvessem construído o conhecimento referente à questão, contudo, foi uma alternativa viável para referenciar quais os temas planejados na SD deveriam ser mais aprofundados e demandariam mais tempo. Assim, esse instrumento de coleta de dados também ajudou a professora na organização da prática pedagógica.

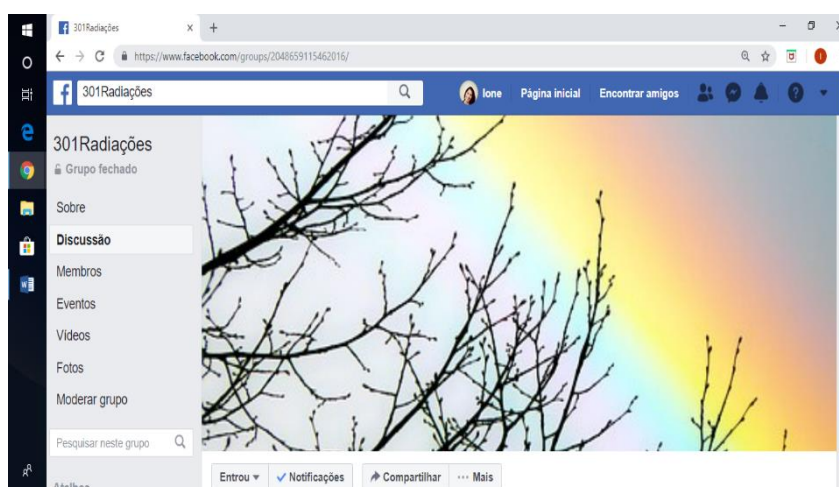
Os outros instrumentos que compuseram o *corpus* da pesquisa, nessa etapa, serviram como base para a criação das categorias e subcategorias descritas no subcapítulo 3.3, as quais serão discutidas na sequência.

*Categoria 1 - Permite a participação ativa dos alunos na construção do seu conhecimento*

O planejamento da SD foi feito de forma que os alunos tivessem, prioritariamente, momentos para atuar como protagonistas no processo de aprendizagem. Para tanto foram utilizados recursos diversificados, tais como: simuladores, vídeos, imagens, textos de apoio, experimentos, listas de exercícios, solicitação de trabalho no formato de HQ e também redes sociais, ou seja, recursos que fazem parte da cultura dos jovens, segundo Almeida e Silva (2011).

A criação do grupo fechado no *Facebook* foi um recurso utilizado para ampliar a participação dos alunos por meio do "espaço" virtual, onde os alunos foram convidados a participar ativamente, fazendo questionamentos, esclarecendo dúvidas, registrando suas descobertas e impressões em relação aos temas estudados. Todavia, a SD foi desenvolvida majoritariamente de forma presencial, o grupo virtual serviu como ferramenta de apoio e não como substituição de encontros presenciais. A figura 8 mostra a página criada pela professora/pesquisadora e gerenciada com auxílio do aluno representante da turma.

Figura 8 - *Print* do grupo fechado no Facebook.



Fonte: Facebook, 2018.

Os alunos aceitaram, integralmente, participar do grupo fechado no *Facebook* e gostaram da novidade. Iniciamos os trabalhos da SD após todos os integrantes da turma estarem participando desse grupo e depois de esclarecida a finalidade do "espaço": trocar ideias, informações, materiais e saberes sobre radiações. Neste momento não foi mencionado nada sobre partículas elementares, pois a professora/pesquisadora havia sondado a turma e o tema ainda não era familiar aos alunos. Foi estabelecido que não utilizassem o grupo para postagem de brincadeiras e que a opinião dos colegas deveria ser respeitada independente de concordância. Essas advertências foram feitas para o estabelecimento de regras de convivência, evitando assim, eventuais transtornos. A precaução foi inspirada no trabalho de Tonetto (2013), que utilizou o *Facebook* como ferramenta pedagógica nas aulas de Geografia e precisou negociar com os alunos, no decorrer da atividade, a utilização de expressões mais formais e não gírias e palavras ofensivas. E como alerta Recuero:

O conflito é igualmente frequente nas redes sociais na Internet. Em um fotolog coletivo, por exemplo, é muito comum que indivíduos mal-intencionados postem fotos pornográficas ou ofensivas. Embora as fotos ofensivas sejam rapidamente retiradas e seus usuários banidos do grupo, ainda assim os conflitos aparecem bastante. Nos comentários sobre as fotos, também é frequente que usuários manifestem-se de forma agressiva contra a comunidade e os moderadores que permitem esse tipo de imagem. Tais manifestações são, muitas vezes, apagadas desses comentários. (RECUERO, 2005, p.84).

Tomada essa precaução, durante toda aplicação da SD as interações por meio virtual entre os integrantes do grupo foram sempre respeitadas, não ocorrendo nenhum incidente em que a professora/pesquisadora tivesse que interferir.

Entretanto, como mencionado anteriormente, foram usados recursos diversificados para trabalhar o tema proposto na SD, o grupo no *Facebook* serviu de plataforma às postagens de links dos simuladores, vídeos, imagens, textos de apoio, alguns trabalhos solicitados como mapas mentais e também para que os alunos expressassem suas ideias e dúvidas, por exemplo.

#### Subcategoria 1. 1 *Papel ativo dos estudantes no processo de aprendizagem*

Segundo Demo (2011), a sala de aula deve ser transformada, passando de um lugar de reprodução submissa de conhecimentos para um ambiente que propicie o conhecimento concebido como um processo construtivo. Para isso, os estudantes

precisam ter atividades pedagógicas planejadas especificamente para que possam atuar ativamente. Nesta SD as atividades de pesquisa, os experimentos usando simuladores e/ou materiais concretos, a elaboração de relatórios e trabalhos solicitados visaram propiciar momentos nos quais os estudantes atuassem de forma ativa no processo construtivo de seus conhecimentos.

### Temas Iniciais 1.1.1 Oportuniza a participação ativas dos estudantes

Algumas das atividades utilizadas na SD que envolveram a participação ativa dos estudantes foram os experimentos virtuais: simulações realizadas por meio da ferramenta simuladora (SIMs) *The Physics Education Technology*<sup>23</sup> (PhET). Esses SIMs PhET são disponibilizados gratuitamente com versões para língua portuguesa e alguns em língua inglesa.

As atividades propostas usando os simuladores eram previamente postadas no grupo do *Facebook* através do *link* do simulador que seria utilizado. A figura 9 é um *print* que ilustra esse fato.

Figura 9 - *Print* da postagem de atividade com simulador.

The image shows a Facebook post from the group '301Radiações'. The post is from the page 'Radiações&Particulas' and is dated '12 de dezembro de 2017'. The text of the post reads: 'Ondas de rádio e campo eletromagnético. Simulador desenvolvido pela universidade do Colorado USA'. Below the text is a screenshot of the PhET simulation 'Radio Waves & Electromagnetic Fields'. The simulation interface shows a landscape with a transmitter antenna on a hill and a receiver antenna. A red wave is shown propagating from the transmitter. The simulation controls on the right include options for 'Transmitter Movement' (Manual, Oscillate), 'Frequency', 'Amplitude', 'Field Display Type' (Curve with vectors, Curve, Full field, None), 'Field Sense' (Force on electron, Electric field), and 'Field Displayed' (Radiated field, Static field, Electron positions). The post also includes a 'Curtir Página' button and a link to 'PHET.COLORADO.EDU'.

Fonte: PhET, 2018.

<sup>23</sup> PhET São simuladores (sims) desenvolvidos por uma equipe da Universidade do Colorado (USA). Disponíveis em: <https://phet.colorado.edu/pt>.

Após o acesso ao simulador, os alunos recebiam orientações gerais da professora, tais como: o fenômeno físico que o simulador aborda, os principais recursos disponíveis, o procedimento para iniciar a simulação e o valor das variáveis a serem usadas. As simulações ocorreram no laboratório de informática de forma individual. Cada aluno tinha à disposição um computador desktop e as orientações fornecidas pela professora eram acompanhadas por meio de projeção da tela, ou seja, o computador usado pela professora estava conectado a um Datashow que fazia a projeção. Dessa forma o acompanhamento das instruções pelos alunos era mais eficiente.

Nesta turma optou-se por seguir a metodologia de realizar simulações e não um roteiro escrito, pois assim os estudantes tinham maior liberdade para interagir com o objeto, o que despertava mais entusiasmo na realização da tarefa. Essa constatação se deu anteriormente à aplicação da SD pela professora/pesquisadora, que trabalhava com a turma desde o início do ano letivo de 2018.

Para registro da atividade, todos os alunos escreveram um relatório do experimento virtual em seu caderno, contando do que tratava a simulação, o que havia observado, o que aprendeu, a relação entre as variáveis, e os conhecimentos construídos por meio da interação com o objeto. Essa atividade fazia parte do sistema de avaliação do trimestre.

O emprego dos SIMs permitia a interação dos estudantes com o objeto de estudo. Eles não estavam recebendo informações passadas pela professora, mas sim fazendo escolhas de variáveis, observando o que acontecia em decorrência das alterações feitas, verificando relações causais, e neste processo construindo conhecimentos de forma ativa. Índícios dessa situação podem ser verificados, por exemplo, na declaração feita pelo sujeito A19 no relatório da atividade de simulação *Beta Decay* (Decaimento Beta), onde menciona: “*ao realizar os experimentos no simulador foi possível compreender mais claramente o funcionamento das partículas e entender os conceitos*” (A19).

A título de contextualização, o funcionamento das partículas mencionados no excerto do estudante refere-se a emissão de partículas beta mais ( $\beta^+$ ) ou beta menos ( $\beta^-$ ) por alguns elementos químicos instáveis. Para exemplificar, consideremos o carbono-10 ( $C^{10}$ ), cuja instabilidade é devido ao maior número de prótons (6) do que de nêutrons (4): como a tendência dos elementos químicos é

atingir a estabilidade, esse átomo de carbono decai emitindo uma partícula  $\beta^+$ , ou seja, transformando um próton em nêutron e emitindo um neutrino e um pósitron. O resultado final desse decaimento é o átomo de boro com 5 prótons ( $Z=5$ ) e 5 nêutrons, que é um elemento químico estável.

A compreensão do processo de decaimento radioativo é mais complexa para os alunos que estão estudando o tema pela primeira vez, como é o caso de estudantes do Ensino Médio. Porém, como pode ser observado na afirmação do sujeito de pesquisa A19, ao realizar os experimentos virtuais por meio de simulador, *“foi possível compreender mais claramente”* (A19). Fica claro na fala do estudante o papel que os simuladores desempenharam em auxiliá-lo a entender o processo de decaimento radioativo. Nesse sentido, o simulador foi um elemento intermediário, conforme Vygotsky (1994), que age como instrumento da atividade psicológica, auxiliando o homem em tarefas que exigem imaginação e abstração.

Nessa mesma direção, o aluno A16 escreveu no registro reflexivo (RR) seu posicionamento sobre a metodologia empregada na SD e ressaltou a contribuição dos SIMs. Em suas palavras: *“Pra mim a metodologia diferenciada, funcionou perfeitamente. Principalmente **os simuladores** que ajudaram muito no processo”* (A16).

O depoimento do estudante A16 concorda com Lévy (1993), pois segundo o autor, a **simulação** não remete a qualquer pretensa irrealidade do saber ou da relação com o mundo, mas antes aumenta os poderes da imaginação e da intuição, dessa forma, auxiliando na aprendizagem.

O conhecimento por simulação, menos absoluto que o conhecimento teórico, mais operatório, mais ligado às circunstâncias particulares do seu uso, junta-se assim, ao ritmo sociotécnico específico das redes informatizadas: o tempo real. A simulação por computador permite que uma pessoa explore modelos mais complexos e em maior número do que se estivesse reduzido aos recursos de sua imagística mental e de sua memória de curto prazos, mesmo se esforçadas por este auxiliar por demais estático que é o papel. A simulação, portanto, não remete a qualquer pretensa irrealidade do saber ou da relação com o mundo, mas antes um aumento dos poderes da imaginação e da intuição. [...] o conhecimento por simulação e a interconexão em tempo real valorizam o momento oportuno, a situação, as circunstâncias relativas, por oposição ao sentido molar da história ou à verdade fora do tempo e espaço, que talvez fossem apenas efeitos da escrita. (LÉVY, 1993, p. 125-126).

Após as atividades com simuladores, os temas eram retomados em sala de aula e aprofundados por meio da teoria e exercícios de aplicação. Isso acontecia de



forma mais tradicional, utilizando-se aula expositiva e listas de exercícios. Para evitar grande volume de informações neste trabalho, e também porque as listas de exercícios foram elaboradas especificamente para a turma na qual a SD foi aplicada, elas não estão em apêndice.

Alguns experimentos com material concreto também foram realizados, conforme a disponibilidade de objetos para montagem das práticas experimentais. Em todos os momentos nos quais foram utilizados experimentos os estudantes participavam ativamente. O experimento de Oersted<sup>24</sup>, por exemplo, foi executado no laboratório de física: primeiramente a professora fez uma demonstração e depois os estudantes tiveram oportunidade de interagir e manipular o aparato.

Já o experimento da nuvem na garrafa<sup>22</sup> foi realizado em sala de aula. A figura 10 mostra um aluno executando o experimento.

Figura 10 - Experimento nuvem na garrafa.



Fonte: Acervo da autora, 2018.

O objetivo de realizar esse experimento foi fazer uma analogia com a câmara de nuvem do físico escocês Charles Thomson Rees Wilson (1868 – 1959), ou simplesmente câmara de nuvem de Wilson. A câmara de nuvens criadas por

---

<sup>24</sup> Para realizar o experimento de Oersted foi utilizado um circuito simples composto de fio condutor, chave interruptora e uma pilha de 1,5V. Com o circuito aberto, coloca-se uma bússola com a agulha orientada conforme o campo magnético da Terra e paralela ao fio condutor. Mantendo esses materiais assim e ligando chave interruptora, uma corrente elétrica começa a circular no fio condutor. O movimento das cargas elétricas gera um campo magnético ao redor do fio, fazendo, inicialmente, a bússola se desorientar, se estabilizando de forma perpendicular ao fio. Com esse experimento é possível observar que o movimento das cargas elétricas gera um campo magnético e a relação entre eletricidade e magnetismo.

Charles Wilson foi o primeiro detector que permitiu observar os traços deixados por partículas subatômicas. Um grande passo em direção ao "desbravamento" do núcleo atômico, pois era uma maneira de ver o invisível (SÈGRE, 1987). Wilson e Compton dividiram o Prêmio Nobel de Física de 1927 pelo seu método de tornar visível as trajetórias de partículas através da condensação do vapor de água.

Outro experimento realizado foi o canhão magnético, o qual consiste em uma canaleta de alumínio com ímãs de Neodímio fixos (com aproximadamente 15cm de distância entre eles) e duas esferas de aço do mesmo lado de cada ímã, ou seja, um lado do ímã fica sem esferas e o outro lado com duas esferas de aço. Colidindo uma esfera no primeiro ímã, do lado livre, a última esfera se desprende e começa a se deslocar, na proximidade do ímã seguinte é atraída pelo campo magnético e aumenta a velocidade. Dessa forma, a esfera em deslocamento tem aumentos sucessivos de velocidade. Esse experimento, representado na figura 11, foi uma analogia com os aceleradores de partículas.

Figura 11 - Experimento do canhão magnético.



Fonte: Acervo da autora, 2018.

Em relação aos experimentos usando material concreto, os alunos trazem relatos de que gostaram das atividades. Esse fato pode ser observado por meio da afirmação no RR feito pelo aluno A6: *“Gostei da tarde dos simuladores, mas o melhor mesmo foram os experimentos, pois além da professora realizá-lo, a mesma deixava depois todos os alunos fazerem novamente”*.

### Temas Iniciais 1.1.2 *Estimula a pesquisa*

Visando estimular a pesquisa e a participação ativa dos alunos na construção de seus conhecimentos, foi proposto aos estudantes, paralelamente às aulas de física e as interações no grupo do *Facebook*, a produção de trabalho em grupo sobre o tema radiações e suas aplicações. O tipo de trabalho que seria produzido foi decidido por meio do diálogo entre a professora/pesquisadora e os alunos. Assim, após a troca de ideias, emergiu a proposta de uma construção de história em quadrinhos (HQ) digital.

A professora selecionou cinco enfoques distintos para a criação das HQs e os alunos organizaram grupos e escolheram seus respectivos temas:

- 1º grupo (5 integrantes): aplicação das radiações para conservação de alimentos;
- 2º grupo (5 integrantes): aplicação das radiações para diagnóstico e tratamento de doenças;
- 3º grupo (4 integrantes): radiações naturais na atmosfera;
- 4º grupo (4 integrantes): usinas nucleares e acidentes;
- 5º grupo (4 integrantes): radiações ionizantes e interação com a matéria.

Para realização dessa atividade os estudantes foram orientados e acompanhados pela professora. Para facilitar a organização do trabalho, no final de cada mês os grupos entregavam um relatório parcial contendo informações a respeito do planejamento, da pesquisa, da escolha do aplicativo empregado para criar as HQs e a evolução do processo. Por meio dos relatórios a professora podia fazer intervenções mais específicas, tais como: orientar sobre a necessidade de aprofundar o trabalho de pesquisa, sugerir a não repetição dos cenários das HQs, criação de metas, entre outros.

O grupo 2, o qual abordou aplicação das radiações para diagnóstico e tratamento de doenças, optou por realizar os relatórios em um caderno, como um diário de campo escrito à mão. Os demais grupos entregaram os relatórios, criados em meio digital, via e-mail para a professora/pesquisadora.

A figura 12 mostra um recorte do primeiro relatório produzido pelo grupo 1 e a figura 13, o relatório do grupo 2.

Figura 12 - Relatório parcial produzido pelo grupo 1.

#### **REUNIÃO DO DIA 06/07/2018**

O grupo decidiu usar a ferramenta Discord para que os integrantes possam se comunicar, e pesquisar um WebSite para desenvolver a história, quando não conseguirmos nos encontrar ou comunicar pessoalmente. E criou um grupo no aplicativo Whatsapp para marcar as reuniões e discutir outras coisas referentes ao trabalho em si.

#### **REUNIÃO DO DIA 07/07/2018**

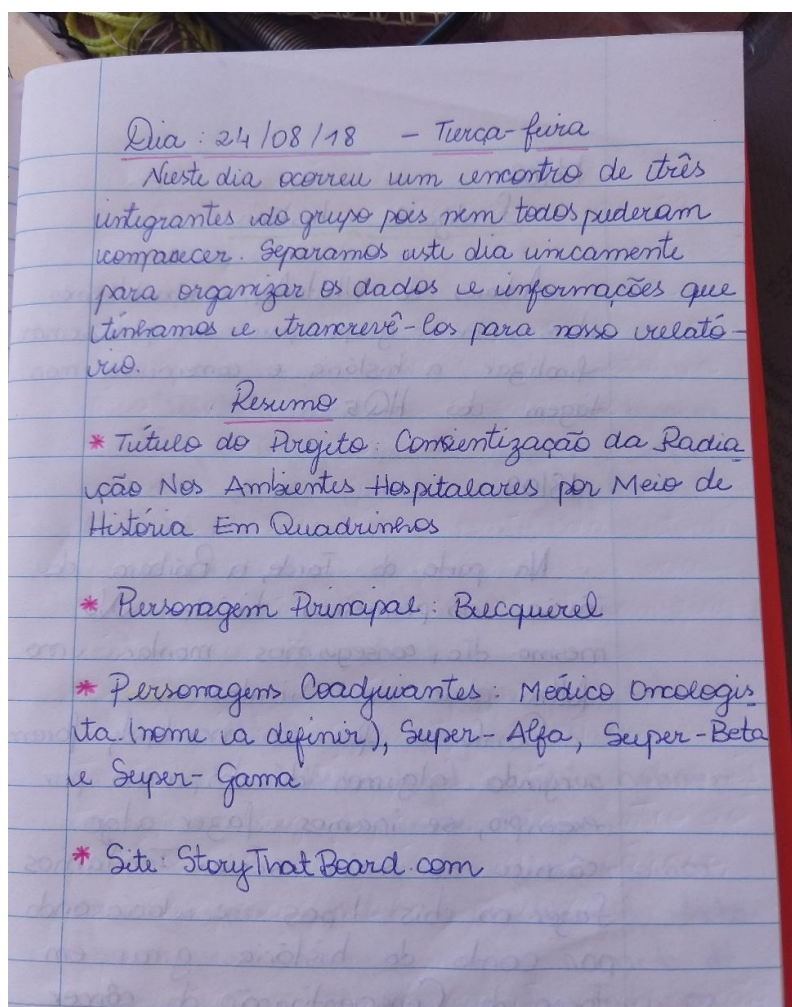
O grupo decidiu, de fato, a utilização do Pixton. O mesmo, neste dia, pesquisou uma quantidade considerável de informações a respeito de radiação na agricultura, o tema que, efetivamente, fora proposto. Embora não tenha havido muito aprofundamento, conseguiram chegar a um consenso de como deverá ser a história, bem como a mesma irá se desenvolver:

Em uma fazenda, o qual reside um fazendeiro não quer usar nas radiações, mas alguém irá convencê-lo. No decorrer da história, irá ser retratado o uso da radiação, que será onde haverá maior enfoque do conteúdo abordado nas aulas de Física III, bem como o uso e o não-uso da mesma.

O grupo decidiu também, que depois de realizarem a pesquisa a fundo, irão desenvolver um roteiro referente ao que irá ocorrer na história a fins de estruturá-la, para então, montar a História em Quadrinhos.

Fonte: Acervo da autora, 2018.

Figura 13- Recorte do relatório parcial, grupo 2.



Fonte: Acervo da autora, 2018.

Os relatórios parciais produzidos pelos grupos, a HQ finalizada e os relatórios dos experimentos realizados foram utilizados como instrumentos avaliativos do trimestre. Além desses instrumentos, os grupos também foram solicitados a submeter os trabalhos em mostras científicas da região. O objetivo dessa solicitação foi ter um parecer externo, pois os trabalhos enviados para apresentação em mostras passam pela avaliação de pessoas qualificadas, tendo assim, um outro olhar sobre a qualidade dos trabalhos produzidos.

Os grupos 1 (aplicação das radiações para conservação de alimentos), 2 (aplicação das radiações para diagnóstico e tratamento de doenças) e 4 (usinas nucleares e acidentes) submeteram os trabalhos à Mostra de Ensino, Extensão e

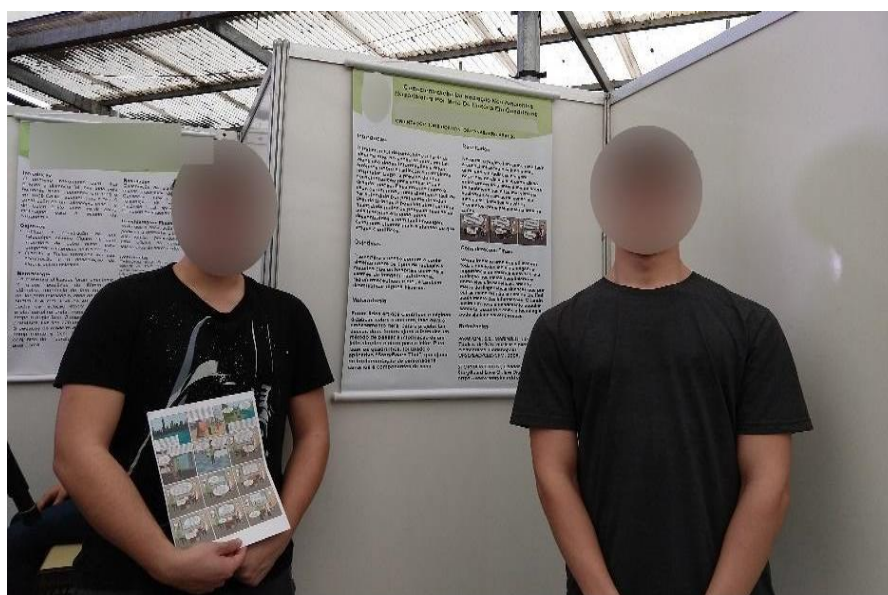
Pesquisa (8ª MoExp) promovida pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, campus Osório. Os três trabalhos foram selecionados e apresentados na mostra, que ocorreu nos dias 25 e 26 de setembro de 2018 na cidade de Osório, RS, conforme pode ser observado nas figuras a seguir.

Figura 14 - Grupo 4 apresentando trabalho na 8ª MoExp.



Fonte: Acervo da autora, 2018.

Figura 15 - Grupo 2, apresentação de trabalho na 8ª MoExp.



Fonte: Acervo da autora, 2018.

Figura 16- Grupo 1, apresentação de trabalho na 8ª MoExp.



Fonte: Acervo da autora, 2018.

O grupo 3 (radiações naturais na atmosfera) e o grupo 5 (radiações ionizantes e interação com a matéria) submeteram seus trabalhos à 7ª Mostra Técnica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, campus Feliz e foram aprovados. Entretanto, a apresentação desses trabalhos não foi possível pois a mostra ocorreu durante três dias (25 a 27 de outubro de 2018) e não havia recursos financeiros para hospedagem, alimentação e deslocamento.

Todavia, todos os grupos da turma concluíram o trabalho de criação das HQs. Esses trabalhos serão revisados e, posteriormente, será buscado patrocínio para impressão em forma de revista em quadrinhos. Após a impressão das revistas, pretende-se distribuí-las para alunos do Ensino Médio da região do litoral Norte do Rio Grande do Sul. A figura 17 é uma página da HQ criada pelo grupo 3.

Figura 17- Uma página da HQ Radiações naturais na atmosfera.



Fonte: GRUPO 3, 2018.

Em relação à proposta de criação de HQs e à apresentação em mostras de trabalhos regionais, os estudantes trazem relatos de que foram realizadas pesquisas e o quanto essa tarefa possibilitou aprofundar os conhecimentos sobre a temática estudada na SD e, ao mesmo tempo, envolver os estudantes na atividade proposta. Isso pode ser verificado nos relatórios parciais dos grupos (RP) e nos registros reflexivos individuais dos alunos (RR).

*Podemos concluir então que conseguimos obter sucesso na proposta oferecida no início do trabalho. Houve ampla participação de todos os integrantes no processo seja na criação dos roteiros, quadinhos e capas ou nas apresentações e pesquisas sobre radiação.*

*Não só isso, mas também **tivemos a oportunidade de aprofundar os conhecimentos vistos em aula com uma pesquisa** mais a fundo e específica da matéria de radiação, usando tanto materiais disponibilizados pela professora quanto a recursos online. (grupo 1).*

As palavras destacadas em negrito no relatório parcial do grupo 1 mostram elementos dos tópicos trabalhados em aula que os alunos aprofundaram por meio da pesquisa. Nesse viés, os estudantes não foram receptores de informações, mas sim agentes, autores da sua aprendizagem. Segundo Demo (2011), a pesquisa em



sala de aula pode proporcionar a mudança de comportamento de estudantes passivos para estudantes ativos no processo de aprendizagem.

O aluno A20 compartilha o posicionamento dos colegas integrantes do grupo 1. Ele menciona que foi interessante pesquisar sobre o assunto. Neste caso o assunto está contextualizado no trabalho desenvolvido (criação das HQs sobre radiações):

*Para mim foi **bastante interessante pesquisar sobre o assunto**, pois eu já tinha um leve interesse sobre o mesmo. Com o trabalho, possibilitou aprofundar mais esse interesse e ainda adquirir mais conhecimento. (A20).*

Esse mesmo aluno, ao responder à pergunta feita no RR sobre o que mais gostou na SD, menciona que foi a parte da pesquisa. Em suas palavras: “**A parte da pesquisa para a HQ**, e juntamente com esta pesquisa, saber mais sobre radiações, e entender que se usadas da maneira correta, podem ser muito úteis” (A20). Esse estudante parece estar se apropriando dos conhecimentos construídos sobre radiações e se posicionando de forma crítica, afirmando que as radiações podem ser muito úteis se usadas corretamente. Nesse sentido, a pesquisa foi importante para enriquecer seus conhecimentos e dar suporte para que ele exerça sua cidadania. Isso corrobora o que afirma Demo (1992) sobre a necessidade dos alunos serem formados para que por si próprios transformem as informações em conhecimentos.

O trabalho de pesquisa, para todos os grupos, foi realizado ao longo do processo de criação das HQs em horário extraclasse. Nesse sentido, as pesquisas não foram realizadas somente na fase inicial de elaboração das HQs, mas sim na medida em que os alunos viam a necessidade, e de forma autônoma buscavam mais informações. Essa questão está presente no relato do grupo 1.

*Foi também realizado **mais pesquisas sobre a radiação na agricultura** enquanto, simultaneamente, escrevemos o roteiro que servirá de base para construir a HQ. Além disso, procuramos outras ferramentas alternativas para a construção da mesma. (grupo 1).*

O grupo 3 apresentou posicionamento semelhante ao anterior, acrescentando que foi utilizado um conjunto de instruções para que a tarefa fosse executada, a qual foi chamada de *script*.

*Utilizamos o SCRIPT que **criamos** como base para elaborar o quadrinho e estamos sempre acrescentando novas ideias a ele, junto às pesquisas*

*sobre as radiações naturais, para entendermos do assunto e **trabalharmos** em cima do mesmo.*

*[...] o progresso realizado nessas etapas atuais foram principalmente o ato de criar um script e formar uma parte da página com ele, enquanto **realizamos** as pesquisas sobre o tema. (grupo 3).*

Os relatos em relação às atividades desenvolvidas, tanto no grupo 1 como no grupo 3, assim como nos depoimentos individuais, apresentam a ideia dos estudantes como sujeitos ativos e autônomos. As palavras destacadas no excerto do grupo 3 (*criamos*, *trabalhamos* e *realizamos*) são verbos que indicam que os estudantes estavam sendo ativos nas tarefas que realizaram. Isso corrobora a afirmação de Demo (2011) de que é preciso criar um ambiente que valorize o conhecimento como sendo um processo construtivo, assim os alunos serão mais ativos.

Em relação a autonomia dos estudantes, essa questão está de acordo com a afirmação de Buckingham (2010, p. 44): “Os alunos com Internet em casa têm a tendência, como usuários dessa tecnologia, de desenvolver um forte senso de autonomia e autoridade, e é exatamente isso que lhes é negado na escola.”

O autor menciona que o senso de autonomia e autoridade dos alunos é negado na escola. Para transpor esse problema, Silva Neta e Capuchinho (2017) afirmam que há necessidade de que os professores oportunizem técnicas que incentivam a participação dos estudantes, e por meio dessa atitude ativa, os discentes construam seus conhecimentos de forma individual e coletivamente.

*[...] percebemos a necessidade de oportunizar aos alunos técnicas que promovam a pesquisa, o diálogo, o debate, incentivem a produção do conhecimento, o trabalho em equipe, a participação e a interação entre eles. (SILVA NETA; CAPUCHINHO, 2017, p.151).*

O relato trazido pelo sujeito A6, registrado no RR, deixa transparecer essa ideia de atuação dos estudantes na atividade de construção das HQs e a aprendizagem decorrente. Segundo o estudante: “*O trabalho de HQ foi legal pois **criamos** uma história e através dela, **aprendemos** física, colocamos nossa criatividade em prática*” (A6). Os verbos destacados na fala sujeito de pesquisa A6 remetem a uma construção coletiva, atividade desenvolvida junto com os pares. Segundo Vygotsky (1994) a aprendizagem adquirida no coletivo possibilita o

despertar de processos internos dos sujeitos e dessa forma acelera o desenvolvimento das FPS. O autor afirma:

O aprendizado desperta vários processos internos de desenvolvimento, que são capazes de operar somente quando a criança interage com pessoas em seu ambiente e quando em cooperação com seus companheiros. Uma vez internalizados, esses processos tornam-se parte das aquisições do desenvolvimento.

Desse ponto de vista, aprendizagem não é desenvolvimento; entretanto, o aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento mental e põe em movimento vários processos de desenvolvimento que, de outra forma, seriam impossíveis de acontecer. Assim, o aprendizado é um aspecto necessário e universal do processo de desenvolvimento das funções psicológicas culturalmente organizadas e especificamente humanas. (VYGOTSKY, 1994, p. 118).

Nessa perspectiva, as pessoas aprendem e se desenvolvem mais rapidamente coletiva e também individualmente, pois através da internalização e da apropriação dos conhecimentos compartilhados no grupo o sujeito constrói conhecimentos e se desenvolve. Esse aspecto é de suma importância para Vygotsky (1994), o autor afirma que uma pessoa não se desenvolve plenamente sem o auxílio de outras pessoas do seu contexto.

A declaração do aluno A6 sobre a aprendizagem decorrente do trabalho desenvolvido em grupo não é um ponto de vista isolado, há recorrência dessa afirmação na fala do sujeito A8. Em suas palavras: “[...] fizemos a HQ tentando **ensinar** as pessoas um pouco mais sobre radiações, mas ao mesmo tempo estivemos **ensinando** para nós mesmos”.

A questão de colocar a criatividade em prática por meio da criação das HQs, presente no excerto de A6, também consta nas falas de outros sujeitos de pesquisa, como por exemplo no excerto de A18. Quando perguntado "como você avalia o trabalho que vocês desenvolveram em grupo?", referindo-se à criação das HQs, o aluno respondeu:

*Sem palavras. Pude descobrir vertentes do meu processo criativo que não conhecia, como auxiliar na criação de um roteiro, sugerir ferramentas, pesquisar a respeito do assunto, mas me referindo à questão artística especificamente: sugestão de cenários, “roupas”, balões de falas e também lembrar algumas peculiaridades das HQ’S (balões de fala, sequências, etc), e por fim, os fatores que antecedem o processo de criação da HQ (elaboração do roteiro, escolha da ferramenta, reuniões e etc.). (A18).*

Esse sujeito de pesquisa traz a questão da sua **participação ativa** na elaboração do trabalho solicitado, no sentido de não ser meramente um executor de tarefas, mas um sujeito com voz para propor ideias e sugerir escolhas, um sujeito exercendo sua cidadania. Segundo a UNESCO (2005), essa é uma contribuição do ensino de ciência: promover a cidadania e inclusão social.

[...] a educação científica e tecnológica é também essencialmente importante no processo de promoção da cidadania e inclusão social, uma vez que propicia às pessoas oportunidades para discutir, questionar, compreender o mundo que as cerca, respeitar os pontos de vista alheios, resolver problemas, criar soluções e melhorar sua qualidade de vida. (UNESCO, 2005, p. 4).

Além disso, os alunos também mencionam nos relatos o trabalho colaborativo entre os integrantes dos grupos formados para criar as HQs. Conforme A2: *“o meu grupo foi excelente, porque todos ajudaram em tudo, **cada um contribuindo com o que podia.**”*

Dentre as possibilidades de contribuição das TDICs - Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação para a educação, destacam-se a expansão das possibilidades de pesquisa, discussão coletiva, produção colaborativa, criada em parceria entre os membros. (SILVA NETA; CAPUCHINHO, 2017, p. 150).

Através dos depoimentos dos alunos pode-se observar que as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) foram ferramentas fundamentais para a comunicação, a troca de informações e a realização das tarefas de forma coletiva que culminaram na conclusão das HQs com sucesso.

#### *Categoria 2 — Possibilita a utilização de recursos com mais estímulo visual*

Segundo Castell (1999), uma revolução tecnológica concentrada nas tecnologias da informação remodela a sociedade de forma acelerada. Como resultado dessa revolução tecnológica ampliou-se o acesso fácil aos computadores e dispositivos móveis.

Lemos (2009) afirma que, por meio de novas mídias móveis digitais, ampliam-se as possibilidades de consumir, produzir e distribuir informação. Nesse sentido, as informações não precisam ser centradas em textos, números e tabelas, elas podem ser apresentadas em forma de imagens, infográficos, áudio e vídeos, por exemplo. Esses recursos com mais cores e movimentos, ou ambos, são mais atrativos.

Tentando explorar esses recursos com mais estímulo visual, procurou-se, nesta SD, usar imagens, vídeos, mapas mentais e simuladores para trabalhar o tema proposto.

Trabalhando nessa perspectiva, o início da aplicação da SD ocorreu através da postagem de uma foto que mostra uma onda mecânica se propagando, conforme imagem da figura 18. Os alunos foram questionados sobre como as ondas eletromagnéticas são formadas para provocar reflexão e despertar o interesse em saber. Eles foram orientados a não responder automaticamente usando conhecimentos do senso comum para cumprir a tarefa, mas sim após terem conhecimento para formular uma resposta fundamentada no conhecimento científico.

Figura 18 - *Print* de uma imagem postada no grupo do Facebook.

(1) 301Radiações

https://www.facebook.com/groups/2048659115462016/

301Radiações

Radiações&Particulas  
21 de novembro de 2017

Uma simples gota d'água caindo na superfície de um lago produz onda mecânica. Mas as ondas eletromagnéticas como são produzidas?

PIXABAY.COM  
**Free Image on Pixabay - Drops Of Water, Water, Nature**  
Download free pictures about Drops Of Water, Water, Nature from...

1 22 comentários Visualizado por todos

Fonte: FACEBOOK, 2018.

Em continuidade, foi proposto que eles assistissem à um vídeo produzido pela Nasa<sup>25</sup> sobre o espectro eletromagnético. O link do vídeo foi postado no grupo 301Radiações. A figura 19 mostra a postagem no grupo do *Facebook*.

Figura 19 - *Print* da postagem do vídeo sobre ondas eletromagnéticas.



Fonte: FACEBOOK, 2018.

Após os alunos assistirem ao vídeo sobre o espectro eletromagnético houve pausa para perguntas, tanto da pesquisadora, para saber o se os estudantes estavam entendendo, quanto dos alunos, para esclarecer dúvidas e manifestar suas impressões sobre as informações contidas no vídeo. Na sequência os alunos usaram o simulador PhET Ondas de Rádio e Campos Eletromagnéticos<sup>26</sup>, cujo *link* também consta no grupo do *Facebook*.

De acordo com o relato dos estudantes da turma onde a SD foi aplicada, esses recursos mais atrativos são boas ferramentas para manter a atenção dos

<sup>25</sup> Vídeo disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=og2KaacxT\\_o](https://www.youtube.com/watch?v=og2KaacxT_o).

<sup>26</sup> Simulador disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/radio-waves](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/radio-waves).

jovens no tema estudado. O sujeito A20 menciona: “*Simuladores, vídeos, experimentos e grupo no Facebook, são ótimas ferramentas para nos manter na matéria.*”

O aluno A2 compartilha desse posicionamento e acrescenta que o tema de estudo fica mais divertido de aprender, usando o *Facebook* para postar links de vídeos e simuladores. Nas palavras do estudante: “*Com estes recursos melhorou nossa comunicação deixando sempre os trabalhos em dia, e deixando a matéria mais divertida de aprender com alguns vídeos bem bacanas sobre os assuntos*”.

Os relatos desses estudantes estão de acordo com o posicionado por Almeida e Silva, que afirmam:

Entendemos que as TDIC na educação contribuem para a mudança das práticas educativas com a criação de uma nova ambiência em sala de aula e na escola que repercute em todas as instâncias e relações envolvidas nesse processo, entre as quais as mudanças na gestão de tempos e espaços, nas relações entre ensino e aprendizagem, nos materiais de apoio pedagógico, na organização e representação das informações por meio de múltiplas linguagens. (ALMEIDA; SILVA, 2011, p.4).

O espaço escolar organizado com materiais pedagógicos não centrados em textos foi considerado pelos estudantes agradável e capaz de capturar a atenção dos jovens, uma vez que requer outra forma de interpretação. Pois conforme afirma Lévy (1993), um modelo digital não é lido ou interpretado como texto clássico.

Um modelo digital não é lido ou interpretado como um texto clássico, ele geralmente é explorado de forma interativa. Contrariamente à maioria das descrições funcionais sobre o papel ou aos modelos reduzidos analógicos, o modelo informático é essencialmente plástico, dinâmico, dotado de uma certa autonomia de ação e reação. (LÉVY, 1993, p. 121).

#### Temas Iniciais 2.1.1 *Aumenta o interesse em aprender*

Os alunos que participaram desta pesquisa relataram que os recursos utilizados na SD, tais como vídeos, simuladores, imagens, experimentos e outros, tornaram as aulas diferentes. A palavra diferente está no sentido de não seguir o padrão tradicional de aulas expositivas.

Com isso, os estudantes sentiram-se mais interessados em aprender e prestar atenção nos conteúdos trabalhos em aula. O sujeito de pesquisa A14 afirma

que “*essas aulas diferentes sempre conseguem fazer o aluno prestar mais atenção no conteúdo.*”

Esse posicionamento está de acordo com o sujeito A2, que menciona que “*estamos numa geração de tecnologia, tudo, ou quase tudo que usa esses recursos, é melhor, talvez até prenda mais nossa atenção, e assim conseguimos aprender*”. Ele deixa transparecer que os recursos tecnológicos chamam mais atenção dos jovens e por consequência eles aprendem, uma vez que estão mais atentos. Essa questão trazida pelo sujeito A2 está de acordo com o posicionamento de Porto (2006), pois conforme a autora, os jovens são capturados pelas múltiplas linguagens e sentidos da tecnologia.

O sujeito A20 fala que os recursos com mais estímulos visuais são mais interessantes e quando usados como material didático motivam os estudantes a aprender. Ele afirma: “*Com o uso de slides, simuladores, imagens ilustrativas. A matéria acaba se torna mais interessante e ficamos mais motivados a aprendê-la.*”

Os recursos didáticos mais atrativos, além de serem considerados mais interessantes do ponto de vista dos jovens, aguçam a vontade deles em aprender, conforme afirma A11: “[...] *esses recursos tornam o conteúdo estudado mais atrativo, aguça o interesse do aluno em aprender*”.

Os recursos de vídeo e simuladores são capazes de simular situações reais com riqueza de detalhes e com a possibilidade de retroceder em cenas, se assim o usuário quiser, portanto são ferramentas que podem auxiliar os estudantes a compreender melhor os fenômenos físicos abordados e construir conceitos científicos. O sujeito A2 parece estar de acordo com essa ideia, ao afirmar que “*os vídeos são ótimos para aprendizagem, e os simuladores também, porque nos permite ver como tudo acontece*” (A2).

Segundo Porto (2006), informações que chegam sob diferentes apelos sensoriais (visuais, auditivos e emocionais) proporcionam aprendizagem além da razão, pois esses estímulos despertam a intuição, a emotividade, a criatividade e os relacionamentos. Nos livros didáticos e/ou materiais como apostilas, as informações são apresentadas de forma racional e linear. Com o suporte das TICs as informações agregam outros aspectos por meio de som, imagem, movimentos e interatividade entre aluno e objeto de aprendizagem, é possível outro formato de



apresentação da informação, mais apropriado para criar o apelo sensorial mencionado pela autora.

São outras maneiras de compreender, de perceber, de sentir e de aprender, em que a afetividade, as relações, a imaginação e os valores não podem deixar de ser considerados. São alternativas de aprendizagem que os auxiliam a interagir, a escolher e a participar nas estruturas sociais e educativas. (PORTO, 2006, p. 45).

Nesse sentido, os recursos tecnológicos com múltiplas linguagens de mídia foram considerados pelos alunos participantes desta pesquisa como elemento capaz de aumentar o interesse dos discentes em aprender.

### Temas Iniciais 2.1.2 *Facilita a aprendizagem*

Segundo os estudantes envolvidos neste trabalho de pesquisa, os recursos utilizados durante a execução da SD facilitaram sua aprendizagem. Entre esses recursos, a pesquisa e a construção das HQs aparecem como fatores facilitadores da aprendizagem. Essa questão emerge no relatório parcial elaborado pelo grupo 5.

*O trabalho está em desenvolvimento, e por isso ainda não existem resultados concretos, porém podemos notar a facilidade que o grupo encontrou para entender o tema após começarmos a produção do próprio. Assim podemos notar que a metodologia diferenciada ajuda a facilitar o aprendizado dos alunos, se tornando algo mais simples de entender e aprender. (grupo 5).*

Em concordância com as informações trazidas pelo grupo 5, o sujeito A9 se posiciona declarando: *“A princípio eu não entendia muito, mas enquanto fazíamos os quadrinhos as coisas começaram a se esclarecer e tudo ficou mais fácil de entender, as listas de exercícios também foram essenciais”*.

Entretanto, não foram somente as pesquisas e o trabalho solicitado da criação das HQs que facilitaram a aprendizagem dos estudantes sujeitos de pesquisa. O uso dos experimentos com material concreto e os simuladores também aparecem como ferramentas facilitadoras de aprendizagem. O aluno A19 declara: *“Eu gostei das simulações e dos experimentos. Foi mais fácil para mim entender o que acontecia em determinadas situações, por exemplo, no decaimento de partículas alfa e beta”*. Essa perspectiva é corroborada pela fala do sujeito A10, o qual afirma: *“gosto de ver exemplos visuais para melhor entender conceitos”*.

Nesse mesmo viés, ao responder "o que você achou dos recursos utilizados na SD (simuladores, vídeos, experimentos e grupo fechado no *Facebook*)" o aluno A19 respondeu:

*Eu penso que é uma ótima maneira de ensinar determinados conteúdos pois torna o aprendizado mais fácil, interativo e tira aquela monotonia de explicação e exercícios. Além de que algo que possa não ficar claro em uma explicação normal fique quando se é utilizado outro meio.*

Para responder a essa mesma questão, o sujeito A8 declara: "*Achei a didática leve e descomplicada além de que através dela tivemos contato com notícias, reportagens, artigos, vídeos e experiências online que sanaram nossas dúvidas a respeito do conteúdo.*"

Quando perguntados se esses recursos (os usados na SD) contribuíram para a sua aprendizagem, o aluno A4 declara: "*Sim, pois além de contribuir para **aumentar** o interesse na matéria isso também ajudou a **compreendê-la** de forma mais efetiva*"; e o aluno A6 faz uma comparação com as notas que ele teve na componente curricular de física nos anos anteriores: "*Em comparação aos outros anos, minhas notas em física foram com certeza muito melhores, acredito que tive mais facilidade para **entender** as matérias propostas.*" Cabe destacar que não há informação suficiente para afirmar que houve aprendizagem devido ao uso dos recursos utilizados na SD. Entretanto, esses relatos dos discentes A4 e A6 deixam transparecer que ocorreu motivação, por parte dos estudantes, para compreender temas abstratos e complexos, como é caso das Radiações e Partículas Elementares abordados na SD.

Conforme Silva S. (2010), ao agregar redes sociais digitais no ambiente educacional os alunos sentem-se mais motivados em aprender, essa motivação é um fator que facilita a aprendizagem. Entretanto, como pode ser percebido ao longo do desenvolvimento deste trabalho, a rede social digital *Facebook* foi um dos recursos utilizados na implantação da SD que serviu de plataforma para aglutinar outros recursos, assim como meio de comunicação entre os participantes do grupo no ambiente virtual. O *Facebook*, no contexto desta pesquisa, foi utilizado para fins educacionais com naturalidade, pois conforme Silva S. (2010), as redes sociais digitais fazem parte do cotidiano dos alunos. A autora menciona que "via de regra essas tecnologias já fazem parte de suas atividades diárias no contato com grupo de amigos, na troca de arquivos e no acesso a informações" (SILVA, S. 2010, p.40).

### Temas Iniciais 2.1.3 *Auxilia na compreensão de temas mais complexos*

Os tópicos de Física Moderna e Contemporânea abordados na SD não foram considerados difíceis de serem aprendidos, não houve relato que apontasse nessa direção. Surgiram apontamentos feitos no sentido contrário, ou seja, que o sujeito de pesquisa achou interessante estudar esse tema. Nas palavras de A10: *“Achei interessante entrar mais a fundo nos conceitos da física moderna que pouco se vê normalmente nas escolas”*.

Esse ponto de vista também parece ser compartilhado pelo aluno A11, que afirma: *“Gostei da Unidade sobre Radiações e Partículas, pois com ela conseguimos entender novos conceitos da física, assim podendo compreender conteúdos mais complexos”*.

No contexto da escola selecionada para investigação, os estudantes da turma 31 do curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio trazem registros que a SD, com ferramentas didáticas diversificadas, incluindo as TICs, auxiliou os estudantes a aprender temas mais complexos. Assim, tópicos de Física Moderna e Contemporânea puderam ser trabalhados sem restrições ou obstáculos para os estudantes construírem conceitos.

Conforme Macêdo, Pedroso e Araújo (2014), a maioria dos professores enfrenta dificuldades em explicar os fenômenos mais difíceis e abstratos da física. Esse problema pode ser amenizado com a utilização dos simuladores, uma vez que possibilitam aos alunos observar a evolução temporal de fenômenos em intervalo de tempo pequeno, assim como permitem a manipulação dos dados e o reinício do experimento virtual a qualquer momento. As observações da professora/pesquisadora e os relatórios de experimentos feitos pelos alunos estão de acordo com os autores: os SIMs, assim como os demais recursos utilizados na SD, auxiliaram os estudantes a aprender temas mais complexos.

Este entendimento corrobora o posicionamento de Lévy (1993, p. 125), de que *“a simulação por computador permite que uma pessoa explore modelos mais complexos e em maior número do que se estivesse reduzido aos recursos de sua imagística mental e de sua memória de curto prazo”*.

Além disso, Macêdo, Pedroso e Araújo (2014) observaram, por meio de pesquisa apresentada nos trabalhos do XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), que há carência de trabalhos relacionados a física moderna, relatividade e mecânica quântica empregando as TICs como ferramentas pedagógicas no Brasil. Nesse sentido, este trabalho traz uma contribuição à área do Ensino de Física, pois buscou-se trabalhar justamente na linha deficitária mencionada pelos autores.

### *Categoria 3 - Utiliza estruturas que permitem a interatividade e construção coletiva do conhecimento*

Segundo Kenski (2018), a cultura digital ganhou notoriedade a partir dos anos 90, e apesar de ser algo recente na história da sociedade, essa cultura é atual, emergente e temporal. Os recursos das tecnologias digitais e as conexões em rede proporcionam novos tipos de interação, sem a necessidade de presença física, ou seja: encontros, conversas, debates e trocas de ideias podem ser realizadas sem que grupos de pessoas estejam presentes num mesmo lugar e horário, pois as pessoas estão conectadas e não são meros receptores de informações, mas sim sujeitos que participam ativamente. Segundo Lévy (1999, p. 79): “O termo 'interatividade' em geral ressalta a participação ativa do beneficiário de uma transação de informação”.

Para Kenski (2018) a conectividade é possível porque os computadores e/ou dispositivos móveis associados às redes digitais viabilizaram a criação de novos ambientes socioculturais por meio do virtual. Mas como afirma Lévy (1999, p. 88): “O virtual não 'substitui' o 'real', ele multiplica as oportunidades para atualizá-lo”.

No contexto da educação, a Cultura Digital oportuniza que novas formas de organização das práticas escolares sejam realizadas com arranjos diferentes dos métodos tradicionais, dessa maneira concebe-se a construção de conhecimento em rede, de forma coletiva e integrada com a tecnologia e outras áreas do conhecimento. Os muros das escolas e delimitações territoriais não são mais barreiras, pois são superados pela conectividade em rede. Com essa concepção, novos jeitos de aprender tem-se mostrado possíveis, pois conforme Boll e Kreutz:

Esses novos jeitos de aprender, nos dias de hoje, escapam ao modelo hierárquico, sequencial, linear e fechado em apenas um turno escolar. Compreendem a ideia de rede no ato de conhecer, alterando formas e

jeitos de aprendizagem e interpretando-nos a pensar novas formas de escolarização e de fazer cultura. É possível pensar em Cultura Digital como um tipo de área do conhecimento, aquela que gestiona, intercruza as informações e conhecimentos produzidos pela humanidade. (BOLL; KREUTZ, 2013, p.11).

Segundo Campos e Barcelos (2012), as redes sociais que permitem a interatividade entre pessoas são meios já consolidados na nossa sociedade. Rotineiramente amizades virtuais são criadas e/ou desfeitas, há compartilhamento de notícias, fotos, vídeos e trocas de ideias, sugestões de produtos e serviços, etc. As pessoas interagem a qualquer hora do dia ou da noite usando as redes sociais ou aplicativos. As informações trocadas ou produzidas estão no que Lévy (1999) chama de ubiquidade, ou seja, estão ou existem concomitantemente em todos os lugares.

[...] documentos interativos interconectados, telecomunicação recíproca e assíncrona em grupos e entre grupos: as características virtualizante e desterritorializante do ciberespaço fazem dele um vetor de um universo aberto. Simetricamente, a extensão de um novo espaço universal dilata o campo de ação dos processos de virtualização. (LÉVY, 1999, p. 49-50).

A popularidade das redes sociais e aplicativos que conectam pessoas também representam importantes recursos para o processo de ensino e aprendizagem, uma vez que são manifestações da cultura popular no tempo presente e podem ser suporte formal e informal à educação presencial ou a distância (CAMPOS; BARCELOS, 2012).

### Temas Iniciais 3.1.1 *Proporciona aprendizagem colaborativa*

A leitura minuciosa dos dados coletados na primeira e na segunda fase desta pesquisa mostrou indícios de que os estudantes, sujeitos de pesquisa deste trabalho, já usavam alguns recursos digitais para estudar e/ou executar tarefas solicitadas pelos professores.

No recorte do registro parcial entregue pelo grupo 5, pode-se observar essa prática de compartilhamento de arquivos via *Google drive*. Conforme os estudantes: “*Criamos um arquivo no drive da Google para podermos escrever quando quiséssemos, então cada um foi adicionando um pouco na história que ainda não está finalizada*” (grupo 5).

O aluno A19, que não pertencia ao grupo mencionado anteriormente, também traz na sua fala a questão de compartilhamento de arquivo e a possibilidade

de colaboração entre os integrantes do grupo. Ele afirma: *“Escolhemos uma plataforma digital, fizemos e nos comunicamos digitalmente. Escrevemos um roteiro e depois colocamos todas as informações na HQ. Fomos aprendendo e fazendo a mesma. Acho que conseguimos compreender bem”* (A19).

Esse compartilhamento possibilita que todos os integrantes do grupo tenham acesso ao arquivo atualizado em tempo real. As alterações são salvas automaticamente, assim, o resultado do trabalho de um aluno pode acrescentar ao grupo como um todo por meio da colaboração e compartilhamento de saberes. O estudante A18 afirma ter achado essa forma de trabalho extremamente produtiva. Nas suas palavras: *“Achei extremamente produtiva, diversos saberes compartilhados. Conteúdo interessante o qual conseguimos ver aplicação mais perto do que imaginávamos”* (A18).

#### Temas Iniciais 3.1.2 *Facilita a interação*

Como mencionado anteriormente, a SD foi desenvolvida prioritariamente de forma presencial, entretanto, algumas atividades foram realizadas de forma assíncrona.

O grupo fechado no *Facebook* foi uma ferramenta que permitiu a interação virtual entre os alunos e professora/pesquisadora. Mas não foi a única, pois entre os estudantes foram usados outros aplicativos que possibilitaram a interação entre eles, como o *Discord*<sup>27</sup>, por exemplo. O relatório parcial do grupo 5 apresenta essa informação, conforme segue:

*Nós efetuamos as pesquisas e a criação de quadrinhos em conjunto utilizando uma plataforma de comunicação online chamada Discord, assim, poderíamos nos juntar a qualquer hora para realizar o trabalho. [...] Nos reunimos novamente por meio do programa já citado Discord que nos permite comunicação via internet entre outras funcionalidades. (grupo 5).*

O grupo 1 usou o mesmo aplicativo para comunicação e interação entre seus componentes, como pode ser verificado no recorte do registro parcial.

*O grupo decidiu usar a ferramenta Discord para que os integrantes possam se comunicar, e pesquisar um WebSite para desenvolver a história, quando não conseguirmos nos encontrar ou comunicar pessoalmente. E*

---

<sup>27</sup> Discord é um aplicativo que permite chamadas de vídeo entre dois ou mais usuários e compartilhamento de tela. Para maiores informações sobre o aplicativo consulte o site: <https://discordapp.com/>.

*criou um grupo no aplicativo WhatsApp para marcar as reuniões e discutir outras coisas referentes ao trabalho em si. (grupo 1).*

Outros aplicativos que permitem a interação entre os usuários foram utilizados por livre iniciativa dos estudantes. Não houve nenhuma indicação por parte da professora/pesquisadora sobre aplicativos que poderiam ser empregados para conversas e trocas de ideias entre os estudantes, pois isso parece ser algo natural e consolidado entre eles, conforme Backes (2015):

Em algumas universidades brasileiras encontramos estudantes que utilizam mídias sociais para criarem grupo de discussão sobre o conteúdo desenvolvido em seus cursos, ao mesmo tempo em que utilizam os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), aplicativos de comunicação instantânea, entre outras TD disponíveis para uso educativo ou não. Essa composição do hibridismo tecnológico digital é percebida nas universidades porque no cotidiano desses estudantes isso já acontece há mais tempo. (BACKES, 2015, p. 436).

A ferramenta do *Facebook Live*<sup>28</sup> e o aplicativo *WhatsApp*<sup>29</sup> foram citados como recursos de comunicação virtual pelos sujeitos de pesquisa deste trabalho, conforme pode ser notado:

*[...] um relatório/diário de campo, que irá se construindo gradativamente, através do avanço da construção do trabalho e estruturado e planejado com meios virtuais (inclusive durante o recesso do ano letivo, por meio de lives e grupo de WhatsApp), que visa retratar o processo de construção do trabalho proposto. (grupo 1).*

A interação virtual entre a professora/pesquisadora e alunos da turma foi feita usando basicamente o grupo criado no *Facebook*. Esse recurso facilitou o diálogo, os avisos e também serviu como repositório para os materiais disponibilizados. Os estudantes consideraram viável e interessante o recurso ser empregado como suporte pedagógico, pois possibilitou sua participação. Segundo o sujeito de pesquisa A14, temos: “o grupo no facebook foi bem interessante para uma participação de forma coletiva da turma em diversos assuntos”. Segundo o sujeito de pesquisa A16, os jovens estão acostumados a usar redes sociais, e utilizá-las para fins pedagógicos pode ser viável. Ele declara: “o fato de ligar uma rede social a escola é sempre viável, já que os jovens atualmente vivem lendo sobre

<sup>28</sup> *Facebook Live* é um recurso de transmissão de vídeos ao vivo que permite ao emissor interagir com os espectadores em tempo real. Para maiores informações acesse: <https://pt-br.facebook.com/facebookmedia/solutions/facebook-live>.

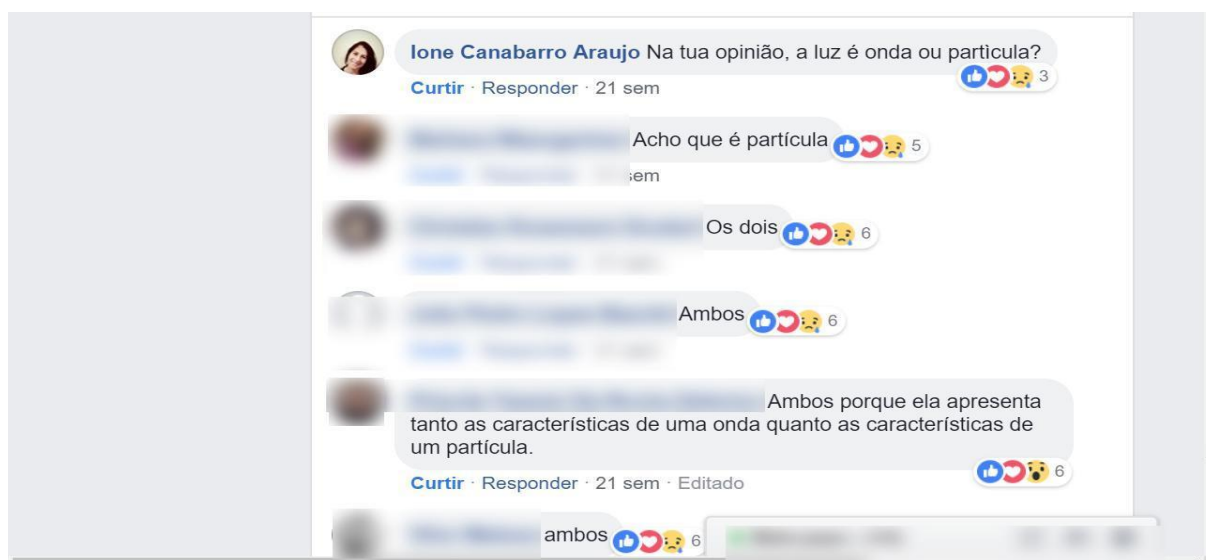
<sup>29</sup> *WhatsApp* é um aplicativo para celular que também pode ser acessado via *notebook* (*WhatsApp Web*). Por meio desse aplicativo é possível criar grupos e enviar mensagens de texto, áudio e/ou vídeo para todos os integrantes do grupo simultaneamente. Mais informações consulte: <https://www.whatsapp.com/>.

*os assuntos que aparecem por lá*”. Essa afirmação do estudante está de acordo com Santos, Schwanke e Machado (2017): “As tecnologias digitais se fazem presentes em nossas vidas e o uso das mesmas pode vir a contribuir significativamente no contexto educacional, de modo a facilitar e qualificar o processo de ensino e aprendizagem” (p.131).

Já o aluno A6 menciona que facilitou o diálogo entre alunos e professora, nas suas palavras: “O grupo criado no facebook, foi algo que **facilitou o diálogo entre alunos e professora**”. Essa afirmação concorda com Silva e Serafim (2016 p. 94), ao destacarem que “o uso das redes sociais tem contribuído para uma melhor relação entre professores e alunos facilitando assim o processo de ensino e aprendizagem”.

A facilidade de diálogo trazida por A6 pode estar relacionada ao fato de que, semanalmente, eram disponibilizados textos, imagens, *links* de reportagens e curiosidades sobre os temas estudados e *links* dos simuladores PhET. Além disso, algumas perguntas foram elaboradas e postadas no grupo pela professora/pesquisadora. Esta atividade teve a finalidade de instigar a curiosidade e vontade dos alunos aprenderem, além de estar dialogando e interagindo com os estudantes, conforme pode ser observado na figura 20.

Figura 20 - *Print* da interação entre professora/pesquisadora e alunos no grupo do Facebook.



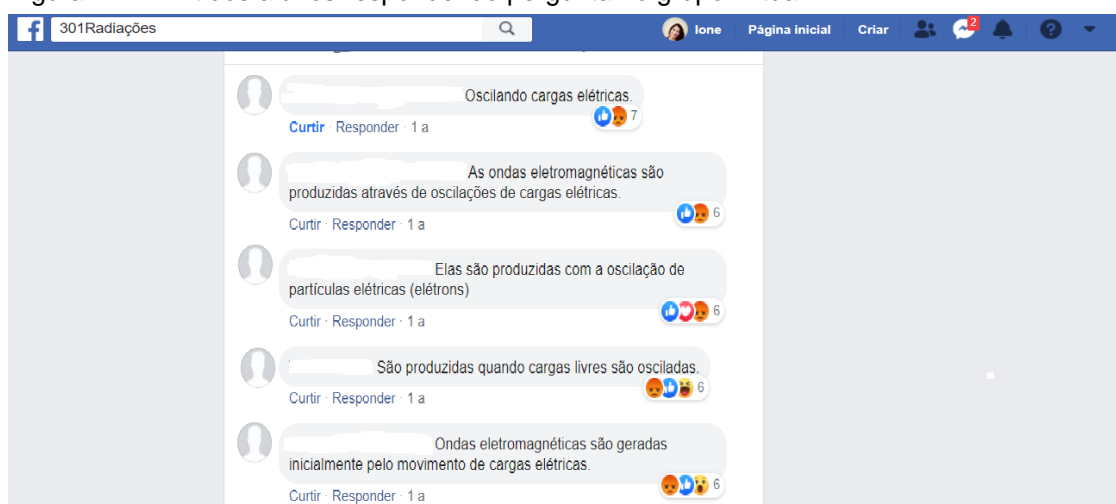
Fonte: FACEBOOK, 2018.

A primeira pessoa que respondeu à pergunta feita pela professora: “*Na tua opinião, a luz é onda ou partícula?*” declarou que “*Acho que é partícula*”. Entretanto,



após as respostas dos outros colegas ela mudou a sua e declarou ser ambos, onda e partícula. Outro exemplo de interação realizado no grupo do *Facebook*: os estudantes observaram, por meio de uma imagem, a formação de onda mecânica bidimensional na superfície da água. Junto à essa postagem havia a pergunta, "Mas as ondas eletromagnéticas, como são produzidas?". A figura 21 mostra algumas respostas dos alunos.

Figura 21 - *Print* dos alunos respondendo pergunta no grupo virtual.



Fonte: FACEBOOK, 2018.

Através das respostas trazidas, os alunos demonstraram ter compreendido a natureza e o processo de formação das ondas eletromagnéticas. Segundo Young e Freedman (2009): “[...] as fontes fundamentais de todos os tipos de ondas eletromagnéticas são cargas elétricas aceleradas” (p. 2), os autores completam a definição afirmando: “a luz é uma onda eletromagnética [...]. Ela é emitida por cargas elétricas aceleradas que absorvem uma energia adicional mediante aquecimento ou por meio de descargas elétricas” (p.26).

O sujeito de pesquisa A19 comentou sobre a facilidade de ter acesso aos arquivos disponibilizados. Ele declara: “o *Facebook* foi bem útil para compartilhar os sites e conteúdo abordados com todo mundo. Podendo tirar dúvidas e tendo facilidade em ter acesso aos arquivos”.

Os arquivos referidos pelo sujeito A19 são os textos de apoio, impressos e distribuídos em aula e disponibilizados no grupo do *Facebook*, conforme pode ser observado na figura 22.

Figura 22 - Texto de apoio postado no grupo do Facebook.

The image shows a screenshot of a Facebook group page named '301Radiações'. The post is from 'Ione Canabarro Araujo' dated July 30th. The post content includes a colorful illustration of a nuclear reactor with glowing particles and the text: 'O que é irradiação? E contaminação radioativa? Vamos esclarecer?'. Below the illustration is a text block with a blue header: 'Quando há um acidente com material radioativo ou mesmo de apertador do noticiário expressões do seguinte tipo: "a área está extremamente radioativa", ou "a região está com altos níveis de radiação" e outras expressões que nem o público nem o locutor e, provavelmente, nem o redator do texto têm a mínima noção do que significam, pois elas, de fato, são desprovidas de significado; são expressões totalmente vagas. O que realmente ocorre quando há um acidente com material radioativo? Será que quem recebeu radiação possui a espelha-la por onde passar? É claro que não! Não há como sentir qualquer tipo de dade com o quadrado da distância, ou seja, se estivermos a uma certa distância destas fontes, por exemplo a um metro, e nos afastarmos o dobro desta distância, dois metros, a intensidade da energia que chega até nós diminuirá quatro vezes, e não pela metade, como poderíamos esperar intuitivamente. Se nos afastarmos o triplo da distância, a intensidade diminuirá nove vezes; se nos afastarmos o quádruplo da distância, a intensidade diminuirá 16 vezes.'

Below the text is a link: 'Radiações&Partículas 19 de dezembro de 2017' and a button 'Curtir Página'. The link text is: 'O que é irradiação? E contaminação radioativa? Vamos esclarecer? www.sbfisica.org.br/fne/Vol8/Num2/v08n02a11.pdf'.

Fonte: FACEBOOK, 2018.

Conforme os relatos dos alunos, as redes sociais e os aplicativos de mensagens instantâneas, como *WhatsApp*, por exemplo, empregados como utilitários no processo de ensino facilitaram a interação entre os estudantes. Segundo o relatório parcial do grupo 2, eles criaram um grupo neste aplicativo pois seria um meio de comunicação eficaz e versátil, e afirmam que usaram a tecnologia a favor deles. Essa constatação é contrária à observação de Ramos (2012), quando o pesquisador acompanhou alunos do Ensino Médio em aulas de Sociologia. Segundo o autor:

Teve uma vez que em uma das aulas de observação, um aluno do 2º ano vespertino atendeu o celular durante uma avaliação de Sociologia, a professora pediu para ele desligar o celular, pois não era hora de atender e ele retrucou com ela e não desligou. [...] Houve conversas com alguns alunos em que eles me relataram que a prática de mandar mensagens durante provas com as respostas das questões é um exercício comum entre eles na sala de aula. Além do mais, durante as observações em sala de aula do estágio, verifiquei que os alunos quando estão de blusas com toucas, colocam o fone de ouvido e ficam ouvindo músicas sem prestar atenção na aula. Como podemos constatar, as tecnologias que os alunos trazem para sala de aula muitas vezes não estão sendo usadas corretamente em favor da educação. (RAMOS, 2012, p. 2).

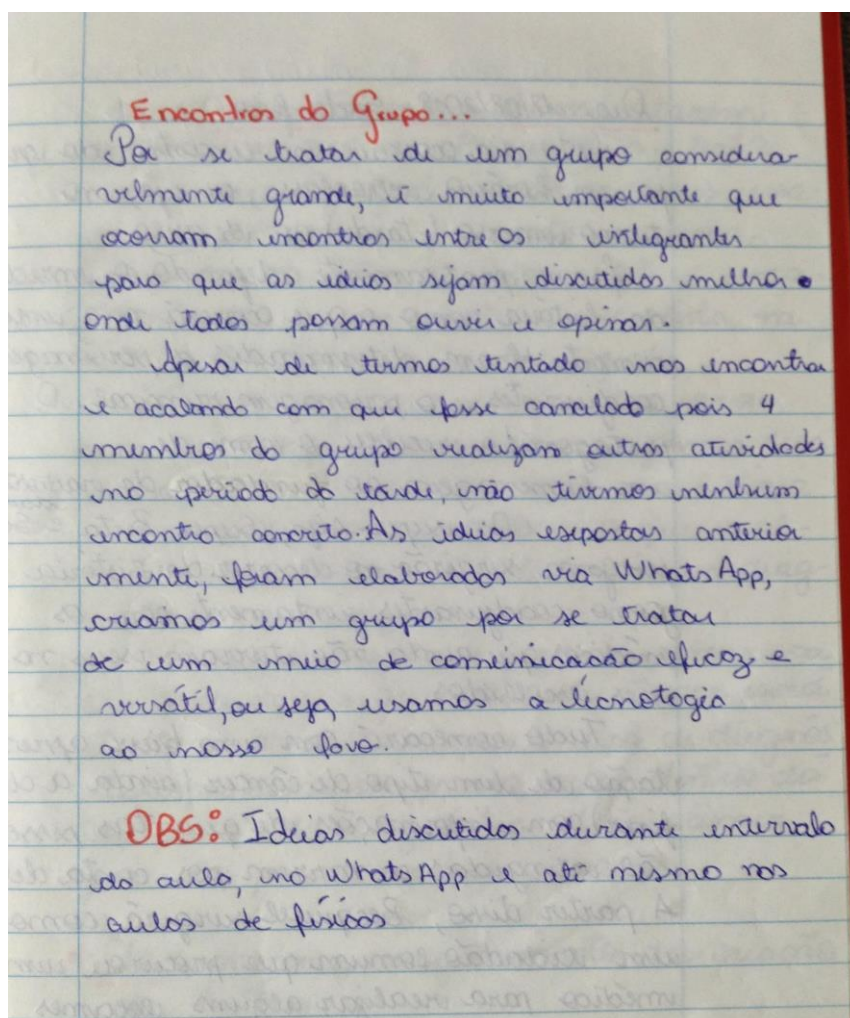
Entretanto, quando usados sob a supervisão dos professores, os recursos tecnológicos empregados na educação podem trazer benefícios.

[...] as tecnologias na educação podem auxiliar na tarefa de desenvolver um educando mais empreendedor e inovador. Quando utilizadas em atividades de sala de aula, estimulam o desenvolvimento de competências cognitivas e socioemocionais, valorizando o trabalho em equipe e

desenvolvendo habilidades de comunicação, interação, reflexão, pensamento crítico, dentre outras. (SANTOS; SCHWANKE; MACHADO, 2017, p.133).

Na escola onde a pesquisa foi realizada, a professora/pesquisadora não observou uso de recursos tecnológicos em situações desfavoráveis à aprendizagem, mas sim o oposto disso, as ferramentas tecnológicas foram usadas para auxiliar os educandos no processo de aprendizagem. Isso foi observado pela docente durante a realização da SD, assim como consta nos registros feitos pelos educandos no corpus da pesquisa, como por exemplo no relatório parcial do grupo 2, cujo recorte consta na figura 23.

Figura 23 - Relatório parcial do grupo 2.



Fonte: Acervo da autora, 2018.

### Tema Iniciais 3.2.1 *Inova nas práticas escolares*

A utilização de recursos pedagógicos diversificados foi muito bem recebida pelos estudantes que foram sujeitos de pesquisa deste trabalho. Por meio dos relatos individuais e dos relatórios parciais pode-se perceber que a mudança na metodologia de ensino agradou os alunos e trouxe inovação para a prática das aulas de física.

Para que isso fosse possível, primeiramente a professora/pesquisadora precisou refletir sobre seu papel como educadora e assumi-lo como sendo uma mediadora da aprendizagem, no sentido proposto por Levy (1999).

O professor torna-se o ponto de referência para orientar seus alunos no processo individualizado de aquisição de conhecimentos e, ao mesmo tempo, oferece oportunidades para o desenvolvimento do processo de construção coletiva do saber através da aprendizagem corporativa. Sua competência deve deslocar-se, no sentido de incentivar a aprendizagem e o pensamento, sua atividade será centrada no acompanhamento e na gestão da aprendizagem. (LEVY, 1999, p.79).

Esse posicionamento é corroborado por Cruz (2008), quando o autor traz reflexões sobre o papel dos docentes envolvidos no processo de ensino e aprendizagem na sociedade da informação.

A forma tradicional de conhecimento presente nas escolas centrava-se na figura do professor, sendo este tratado como o “dono do saber”. Hoje, percebemos mudanças nesse cenário. Na era da informação, o espaço de saber do docente foi dando lugar ao de mediador e problematizador do aprender: ele passou a ser visto como aquele que desafia os alunos, mostrando-lhes, entre as várias possibilidades de aprendizagem, caminhos que poderão ser percorridos. (CRUZ, 2008, p.1027).

A postura adotada pela professora/pesquisadora foi percebida pelos educandos como sendo fora do tradicional, conforme o sujeito A6 fala: *“O trabalho foi bom porque conseguimos misturar a parte da criatividade com física, além de que nos tirou de um certo padrão de aula de física, o que para mim é bastante importante estar sempre inovando”*.

Já o aluno A15 declarou ser interessante a forma como foi trabalhado o tema, ele afirma: *“O modo como trabalhamos esses conteúdos foram muito interessantes, desde a criação de um grupo no facebook até as experiências que a professora trouxe para sala de aula”*. A declaração trazida pelo aluno está de acordo com Ramos (2012):

Se a tecnologia que os alunos trazem para sala de aula serve como forma de distração em relação ao conteúdo aplicado, há necessidade de rever tais atitudes, para que os estudantes possam aprender a pesquisar e analisar informações adquiridas com os aparelhos que trazem para a aula e assim o ensino se tornará mais interessante a eles, pois os meios tecnológicos mudam a rotina dos mesmos. (RAMOS, 2012, p.15).

Para o autor, as práticas pedagógicas que usam meios tecnológicos mudam a rotina dos estudantes, pois saem do modelo padrão das aulas expositivas, e isso é interessante na visão dos educandos. Neste trabalho apareceram vários excertos que concordam com Ramos (2012), como por exemplo, ao responder à questão do registro reflexivo "Conte o que você achou dos recursos utilizados na Unidade Didática (simuladores, vídeos, experimentos e grupo fechado no *Facebook*)" um aluno respondeu:

*Achei inovador e "algo que deu certo", pois tornou um assunto que, todavia, acaba sendo temido por alguns colegas e, diga-se de passagem, "chato", algo legal, descontraído e interessante. De fato, inesquecível. Pois, diante da era da informação, e estudantes de um curso de Informática, foi algo que pudemos unir ambas áreas, apesar da dificuldade. Sinceramente, este era um dos conteúdos o qual eu mais temia do terceiro ano.*

*[...] contribuiu pois fugiu daquela metodologia tradicional de ensino, (embora necessária e eficaz, na maioria das vezes) com a criação de trabalhos que ultrapassaram os corredores e as salas de aula da escola e a utilização de ferramentas que eu sequer imaginava que existia (risos) a fins de criar uma HQ, com a leitura de textos (e questionamentos feitos pela professora) e abertura de espaço para que os(as) colegas também o fizessem. (A18).*

Para essa pergunta outro sujeito de pesquisa respondeu que achou muito legal pois aprendeu de maneira diferente. Em suas palavras: "*E este tema (radiações em HQ) foi muito legal, assim pudemos aprender a matéria de uma maneira diferente, e não com aulas teóricas*" (A2).

Cabe esclarecer que foi trabalhado a teoria do tema abordado na SD, mas pode-se observar pela fala dos estudantes que não foi sentido como algo difícil e exaustivo, pelo contrário, mais descontraído e interessante.

O ponto de vista de considerar interessante as aulas que não são sempre iguais encontra concordância na fala do sujeito de pesquisa A20 quando ele menciona: "*Achei bem interessante, foi algo bem dinâmico que nos manteve interessados no assunto de radiações, e não cansasse de ficar somente na sala de aula*".

As metodologias inovadoras, no sentido de trazer para as práticas pedagógicas a aplicabilidade de recursos além dos rotineiros quadro, giz ou canetão, foram bem avaliadas pelos estudantes sujeitos de pesquisa deste trabalho porque contribuíram para a sua aprendizagem. Segundo A21: *“Na minha opinião esses recursos contribuem para o aprendizado de todos as matérias pois é uma forma diferente da que estamos acostumados de só tema dado no quadro ou slides. Os recursos utilizados na aula de física foram ótimos para o aprendizado”*.

Esse posicionamento também encontra concordância nas palavras do aluno A16 ao declarar: *“eu me diverti em fazer as atividades, creio que quando você faz uma pesquisa ou até mesmo propõe uma atividade diferente você acaba estimulando o seu aluno a aprender, pois nem tudo precisa ser só fórmulas”*.

A questão trazida pelo estudante A16 de que *“nem tudo precisa ser só fórmulas”* se refere às aulas de física tradicionais, com várias fórmulas apresentadas pelos professores para serem decoradas. Moreira (2017) critica essa metodologia, alegando ser uma forma ultrapassada de ensino de física, proveniente do século XIX, quando o professor treinava os alunos para testes e ensinava respostas certas sem questionamento.

A inovação de práticas pedagógicas no ensino de física por meio de recursos digitais pode potencializar a configuração de outro espaço de aprendizagem, mais amigável aos jovens inseridos na sociedade da informação.

As práticas pedagógicas, enquanto ação de educadores e estudantes, podem potencializar a configuração de espaços digitais virtuais de convivência, no contexto do hibridismo tecnológico digital, quando: educadores permitem aos estudantes manifestarem suas perturbações e estudantes se autorizam a problematizar aspectos que emergem do fluxo de interações durante o processo de informação; educadores e estudantes representam os conhecimentos metaforicamente, por meio de desenhos; estudantes utilizam TD que não foram propostas pelo educador, mas que fazem parte do cotidiano, invertendo a lógica que estamos habituados no contexto educativo. (BACKES, 2015, p. 453).

### Temas Iniciais 3.2.2 *Dinamiza o processo de aprendizagem*

Conforme Santos, R. S. e Santos, E. O. (2012), importantes transformações acontecem no âmbito da educação quando tecnologias digitais em rede são exploradas como suportes pedagógicos. Os autores afirmam:

Na educação, importantes transformações acontecem com a presença das tecnologias digitais em rede, em especial quando consideramos aspectos como a interatividade, a multivocalidade, a colaboração, que são, como vimos, potencializados com o digital em rede. (SANTOS, R. S.; SANTOS, E. O., 2012, p.162).

Neste trabalho de pesquisa alguns alunos trazem relatos de que sua aprendizagem ocorreu de forma mais rápida, ou seja, o processo de aprendizagem foi mais dinâmico. Essa questão foi algo inesperado pela professora/pesquisadora, pois inicialmente quando a SD foi planejada essa hipótese não havia sido considerada.

O assunto emergiu quando alguns sujeitos de pesquisa responderam à pergunta que consta no registro reflexivo: "Como você considera que foi sua aprendizagem no decorrer da unidade?". O aluno A4 declara: "*Eu acredito que minha aprendizagem foi de certa forma normal, porém ocorreu de uma forma muito mais dinâmica que os métodos convencionais*". Nesse mesmo viés, o sujeito A8 respondeu à pergunta afirmando que sua aprendizagem "*foi boa, rápida e concisa*".

Ainda no registro reflexivo, ao responder à questão: "Conte o que você achou da Unidade Didática Radiações e Partículas", o aluno A10 afirma: "*Acredito que ela obteve seu objetivo, que foi de ensinar os alunos a matéria, porém fez isso de uma forma muito mais dinâmica*".

Esses sujeitos, cujos excertos são trazidos neste tema, estão se referindo a SD como um todo, mas esse posicionamento também apareceu quando o sujeito A7 estava contando o que achou dos recursos utilizados: "*além de ser mais atuais, é muito mais prático aprender assim, é inteiramente mais rápido e fácil*".

Essa questão trazida pelos estudantes também apareceu no trabalho de pesquisa de Santos, Schwanke e Machado (2017). Conforme os autores:

Como muitos sujeitos afirmaram em nossa pesquisa, a prática pedagógica pode se tornar mais efetiva, dinâmica e produtiva quando aliada às

tecnologias, que já fazem parte do cotidiano dos alunos, e, portanto, aproxima-os da escola e do processo de ensino e de aprendizagem. (SANTOS; SCHWANKE; MACHADO, 2017, p. 144).

Para concluir a SD foi aplicado o pós-teste, o qual consistiu nas mesmas questões do pré-teste e teve como objetivo coletar dados que pudessem apontar um comparativo no número de acertos.

Para esclarecer, os estudantes não foram avisados que haveria pós-teste, assim como no pré-teste. No dia de aplicação do pós-teste estavam presentes todos os alunos da turma. O quadro 9 apresenta o resultado dos testes realizados.

Quadro 9 - Número de acertos no pré e pós-teste.

Resultado do pré-teste (16 alunos participaram)								
Questão	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8
Nº de acertos	7	9	5	3	3	7	6	2
Porcentagem de acertos	44%	56%	31%	19%	19%	44%	38%	12,5%
Resultado do pós-teste (22 alunos participaram)								
Questão	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8
Nº de acertos	11	15	12	14	8	18	9	8
Porcentagem de acertos	50%	68%	55%	64%	41%	82%	41%	36%

Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Ao comparar as questões pode-se verificar que houve aumento no número de acertos no pós-teste em relação ao pré-teste, o que pode ser um indício de que houve aprendizagem dos temas trabalhados na SD. No entanto, a professora/pesquisadora tinha como hipótese uma quantidade maior de acertos, principalmente em relação à questão nº 8, a qual pergunta o número de *quarks u* e o número de *quarks d* que constituem um nêutron. Essa hipótese foi baseada na ênfase dada ao tema, nas constantes retomadas que a professora/pesquisadora fez quando o tópico Modelo Padrão de Partículas foi trabalhado na SD e na confecção do MP usando papel cartaz.

Todavia, esse assunto foi novo para os estudantes, eles não tiveram contato prévio com o Modelo Padrão de Partículas que contém as partículas consideradas elementares atualmente. Talvez esse fator tenha causado o número de acertos baixo e seja um indicativo de que os estudantes precisam de mais tempo para construir os conceitos científicos sobre a estrutura da matéria atual.



Por outro lado, a questão nº 6 que aborda as quatro forças fundamentais da natureza teve alto índice de acertos no pós-teste (82%). Não foi possível investigar em detalhe a causa desse fenômeno, mas acompanhando a turma durante o ano na realização de algumas atividades propostas, como por exemplo o experimento de Oersted, foi possível observar que os conceitos de campo, forças e interações eram espontâneos dos estudantes e que foram evoluindo ao longo do trimestre, tendendo aos conceitos científicos.

Para finalizar esta parte do trabalho, cabe uma reflexão sobre o papel da escola no momento contemporâneo, e para esse movimento algumas pistas que podem nortear a caminhada.

[...] num ambiente que é cada vez mais dominado pela proliferação da mídia eletrônica e das demandas e dos imperativos da cultura de consumo, a escola precisa, com urgência, assumir um papel mais proativo. A tecnologia talvez possa dar sua contribuição, embora não o faça espontaneamente. Em suma, precisamos parar de pensar nessas questões em simples termos tecnológicos, e começar a ter ideias novas sobre aprendizagem, comunicação e cultura. (BUCKINGHAM, 2010, p. 55).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para responder à questão de pesquisa norteadora “de que forma os recursos tecnológicos da Cultura Digital podem contribuir para inovações pedagógicas e atualização curricular de física no Ensino Médio?” este trabalho de doutorado foi dividido em duas etapas. Primeiro foi feito um estudo exploratório para saber se os alunos da escola selecionada para investigação já utilizavam recursos digitais como ferramenta de ensino, pois a segunda etapa, que consistiu na implantação da SD Radiações e Partículas Elementares, havia sido planejada para ter sua execução com apoio de utensílios digitais.

Em relação à primeira fase da pesquisa, dos dados coletados trazem informações que todos os estudantes que responderam ao questionário têm acesso à Internet, e acessam a rede majoritariamente usando *Smartphones*. Outra questão relevante evidenciada pela pesquisa foi que somente 1,2% dos entrevistados responderam que não tem conta em rede social, e a maioria desses discentes (90,5%) tem conta em mais de uma rede social. Entretanto, ao responderem sobre a finalidade de usar as redes sociais, apenas 8% afirmam que para compartilhar notícias, *links* e materiais de estudo. A maioria desses estudantes usa redes sociais somente para entretenimento. Esses dados corroboram as afirmações de Buckingham:

Quando observamos o que as crianças estão fazendo com essa tecnologia fora da escola, fica claro que ela é basicamente um meio para a cultura popular. As crianças que têm acesso a computadores em casa estão usando-os para jogar, surfar nos sites de entretenimento na internet, trocar mensagens instantâneas, participar de redes sociais, baixar e editar vídeos e músicas. Além de tarefas funcionais, como dever de casa, muito poucas estão usando a tecnologia para algo que se assemelhe à aprendizagem escolar. (BUCKINGHAM, 2008, p. 2).

Nesse sentido, o professor tem um papel importante de mediar propostas pedagógicas que utilizem as redes sociais digitais como ferramenta pedagógica, pois conforme Haro (2008), Silva S. (2010) e Campus e Barcelos (2012), as RSI utilizadas no âmbito educacional apresentam a grande vantagem de construir pontes entre as pessoas, na medida que facilitam as interações e comunicação entre os usuários. Além desse fator existe a função de aglutinar no espaço virtual diversos recursos de mídia e TICs, seja em um grupo aberto ou fechado na rede social. Aliado a esses fatores, os estudantes já são acostumados a usar as redes

sociais digitais rotineiramente fora da escola, isso significa que é algo natural, e eles não apresentam resistência para utilizar essa ferramenta não muito comum na escola, nem dificuldade para empregá-la para atividades escolares.

A segunda etapa da pesquisa foi de natureza qualitativa. Trata-se de uma pesquisa descritiva, cujos dados foram coletados por meio da implantação da Sequência Didática (SD) Radiações e Partículas Elementares, em situação real de estudantes do Ensino Técnico Integrado ao Ensino Médio do litoral Norte do RS. A SD refere-se a uma proposta de ensino para atualização curricular de física através da abordagem de tópicos de FMC na educação básica, empregando elementos mediadores da Cultura Digital.

Cabe destacar que, no momento presente, não se discute a necessidade de inserir tópicos de FMC no Ensino Médio, pois já existe consenso entre os pesquisadores de Ensino de Física (Moreira, 2017; Siqueira, 2012; entre outros) de que é necessário que isso aconteça. Entretanto, ainda faltam orientações e/ou modelos de como implementar ações para que de fato ocorra. O presente trabalho traz uma contribuição para a área, pois foi elaborada e implementada uma SD destinada a estudantes do EM, mais especificamente aos estudantes de curso técnico integrado ao Ensino Médio, um público pouco explorado nas pesquisas. Assim, um dos objetivos específicos desta pesquisa foi verificar a possibilidade de inserção de tópicos de FMC no Ensino Técnico Integrado ao Ensino médio.

Por meio dos dados coletados e da observação atenta e sistemática da professora/pesquisadora é possível afirmar que, com a turma selecionada para aplicação da SD (estudantes do 3º ano do curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio, sujeitos de pesquisa na segunda fase deste trabalho), não houve nenhuma dificuldade para que fossem inseridos tópicos de FMC. Além disso, os estudantes trazem relatos de que aprenderam os temas desenvolvidos na SD, mesmo sendo considerados mais difíceis porque não são deduzidos a partir do senso comum, mas sim exigem abstrações complexas e conhecimento científico sobre a estrutura da matéria atual. Essa constatação está em concordância com os resultados obtidos nas pesquisas de Ostermann e Moreira (2001), Siqueira (2006) e Pinheiro (2011). Na implementação de SD envolvendo a inserção da FMC em

turmas do Ensino Médio, esses pesquisadores não observaram dificuldade de aprendizagem dos tópicos propostos por parte dos alunos.

Entretanto, é preciso salientar que o planejamento da SD foi fundamentado nos pressupostos de Vygotsky (2008): segundo o autor, o ensino direto de conceitos científicos não é possível, pois é preciso que, anteriormente, um conceito espontâneo alcance um certo nível para ser substituído por outro conceito correlato. Tendo essa questão presente ao longo da execução da SD, nenhum conceito científico foi apresentado diretamente aos alunos pela professora/pesquisadora.

Primeiro buscou-se saber quais conceitos espontâneos os alunos tinham sobre o tema a ser trabalhado, e a partir disso as atividades foram realizadas, estimulando a participação dos estudantes no processo de construção da aprendizagem. Acredita-se que essa metodologia tenha sido um dos fatores pelos quais os estudantes não relataram dificuldades para aprender tópicos de FMC.

Outra questão pertinente a ser retomada é o caminho trilhado para atender o objetivo geral deste trabalho: analisar as contribuições dos recursos da Cultura Digital para atualização curricular de Física no Ensino Médio. Para atingir esse objetivo foi aplicada e analisada a SD, na qual foram usadas ferramentas pedagógicas centradas em recursos digitais. Entretanto, é necessário frisar que não se restringiu a isso, ou seja, foi uma proposta de ensino empregando redes sociais mesclada com atividades usando TICs, experimentos e pesquisa em escola de educação básica.

Em relação à pesquisa na escola: não foi pedido diretamente aos estudantes para pesquisarem, mas sim solicitado pela professora/pesquisadora a criação de HQs, e mesmo sendo uma tarefa trabalhosa e de longa duração, foi bem aceita e assumida como um desafio pelos estudantes. No processo de planejamento e construção da história em si, os estudantes apresentaram, de forma autônoma, dedicação para pesquisar sobre o tema abordado na HQ, independência para buscar meios de comunicação e informação, assim como fazer a escolha de aplicativo específico para a construção da história.

Nesse sentido, a proposta de criação das HQs estimulou a pesquisa e proporcionou a participação ativa dos estudantes. Segundo relatos dos estudantes em todos os grupos, em total de cinco, os integrantes tiveram oportunidade de

opinar, apresentar sugestões e discutir sobre os rumos e caminhos escolhidos para executar bem a tarefa solicitada.

Uma questão interessante observada durante o andamento da atividade foi que os estudantes usavam aplicativos e/ou redes sociais para debater ideias, organizar o trabalho e trabalhar de forma coletiva nos grupos, e que foi algo espontâneo, que partiu da iniciativa discente, sem interferência da professora. Isso é um indicativo de que os estudantes já estão utilizando os recursos de RSI e aplicativos como o *WhatsApp*, por exemplo, para realizar atividades escolares.

Esse pode ter sido o motivo pelo qual os estudantes não apresentaram nenhuma estranheza em usar RSI e outros recursos digitais no decorrer da SD, pois os dados coletados evidenciaram a familiaridade dos alunos em usar esses recursos nas suas atividades rotineiras. Conforme o sujeito A16: “*o fato de ligar uma rede social a escola é sempre viável, já que os jovens atualmente vivem lendo sobre os assuntos que aparecem por lá*”.

A utilização do grupo fechado na rede social *Facebook* foi considerada pelos estudantes como um recurso que facilitou a interação entre os alunos-professora e possibilitou a participação coletiva dos componentes do grupo. Nas palavras do sujeito A14: “*o grupo no facebook foi bem interessante para uma participação de forma coletiva da turma em diversos assuntos*”. É importante mencionar que a ferramenta facilitou os *feedbacks*: muitas vezes os questionamentos feitos pela professora e postados no grupo virtual eram respondidos pelos alunos de forma parcial ou com erros conceituais; entretanto, ao lerem as respostas dos outros colegas e/ou trocaram ideias, percebiam o erro e reformulavam a resposta. Assim, na maioria das vezes não era necessário que a professora/pesquisadora desse retorno e indicasse erros na resposta, o sujeito que errou aprendia coletivamente com seus pares.

Por meio da RSI o fluxo das interações foi dinâmico e permitiu maior colaboração entre os estudantes, dessa forma, no processo de trocas e entrelaçamento de ideias e informações no coletivo, individualmente os sujeitos iam depurando conceitos espontâneos e substituindo por outros mais próximos dos científicos. Essa questão está de acordo com Vygotsky (1994, p.118), pois segundo o autor: “*o aprendizado desperta vários processos internos de desenvolvimento,*

*que são capazes de operar somente quando a criança interage com pessoas em seu ambiente e quando em cooperação com seus companheiros”.*

Outros recursos digitais empregados neste trabalho (imagens, vídeos, GIFs, SIMs) com mais estímulo sensorial de visão e audição foram avaliados pelos estudantes desta SD positivamente, no sentido de auxiliarem na construção da aprendizagem. Essas outras formas de contato entre a mente e mundo exterior para além da escrita, segundo Porto (2006), despertam diferentes formas de aprendizagem que ultrapassam a razão e ativam intuição, emotividade e criatividade. Assim, podem ter contribuído para que os alunos participantes desta pesquisa tivessem mais interesse em aprender, facilidade de aprendizagem e apoio para compreender temas mais complexos. Portanto, trabalhar tópicos de FMC na educação básica foi uma empreitada leve e descontraída por parte dos alunos e da educadora.

A leveza nas aulas de Física contribuiu para criar um ambiente de ensino mais amigável, convidativo à participação de todos, um local de acolhimento e escuta, invertendo a ordem tradicional das aulas expositivas onde os alunos mais ouvem do que falam. Neste cenário percebeu-se alunos mais participativos e ativos no processo de ensino e aprendizagem, mesmo quando tópicos mais complexos foram trabalhados, como foi o caso da SD que abordou FMC. Conforme os sujeitos de pesquisa, a Sequência Didática Radiações e Partículas Elementares foi considerada inovadora e, nas palavras do aluno A18, *“algo que deu certo”*.

Por meio da análise realizada na segunda etapa da pesquisa foi possível compreender que os recursos tecnológicos da Cultura Digital permitem a participação ativa dos alunos na construção do seu conhecimento; possibilitam a utilização de recursos com mais estímulo visual; e utilizam estruturas que permitem interatividade e construção coletiva do conhecimento.

Assim, os recursos da Cultura Digital trouxeram contribuições importantes para este trabalho, pois foram subsídios para inovação pedagógica e atualização de Física no EM. Por ser um estudo de caso, não cabe generalizar os resultados encontrados, necessita-se de outras pesquisas em diferentes contextos para construir um arcabouço que possibilite compreender melhor as contribuições dos recursos da Cultura Digital em espaços escolares.

Para trabalhos posteriores sugere-se a criação de um Objeto de Aprendizagem (OA) envolvendo Radiações e Partículas Elementares destinado a professores. Uma das vantagens do OA é seu reuso em contextos diferentes, assim professores de qualquer localidade, desde que tenham dispositivos móveis ou computador *desktop* com acesso à Internet, poderiam conectar-se ao repositório onde o OA estiver hospedado, como por exemplo o Repositório do Núcleo de Tecnologias Digital Aplicada à Educação (NUTED) vinculado à UFRGS, e ter ao seu alcance, gratuitamente, todo o material reunido num mesmo objeto.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. E. B.; SILVA, M. G. M. Currículo, tecnologia e cultura digital: espaços e tempos de web currículo. **Revista e-curriculum**, São Paulo, v.7 n.1, p. 1-19, abr. 2011. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/viewFile/5676/4002>. Acesso em: 12 mar. 2018.
- ARAUJO, I. S. C.; RODRIGUES, T. C. T.; CIMA, R. C. Sociedade, Energia e Ciência. In: ROCHA FILHO, J. B. (org.). **Parcerias entre escolas e um museu interativo**: contribuições à cultura e à educação científica e tecnológica. 1. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, v. 1, p. 139-147, 2014.
- AVANCINI, S. S.; MARINELLI, J. R. **Tópicos de física nuclear e partículas elementares**. Florianópolis: UFSC/EAD/CED/CFM, 2009.
- BACKES, L. O hibridismo tecnológico digital na configuração do espaço digital virtual de convivência: formação do educador. **Inter-Ação**, Goiânia, v. 40, n. 3, p. 435-456, set./dez. 2015. DOI: 10.5216/ia.v40i3.35419. Disponível em: <https://repositorioaberto.uab.pt/handle/10400.2/3050>. Acesso em: 01 dez. 2019.
- BARATTO, S. S.; CRESPO, L. F. Cultura digital ou cibercultura: definições e elementos constituintes da cultura digital, a relação com aspectos históricos e educacionais. **Rev. Científica Eletrônica UNISEB**, Ribeirão Preto, v. 1, n. 2, p.16-25, ago./dez. 2013. Disponível em: [https://cursosextensao.usp.br/pluginfile.php/51965/mod\\_folder/content/0/jul-2.pdf?forcedownload=1](https://cursosextensao.usp.br/pluginfile.php/51965/mod_folder/content/0/jul-2.pdf?forcedownload=1). Acesso em: 12 mar. 2018.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.
- BOLACHA, E.; AMADOR, F. Organização do conhecimento, construção de hiperdocumentos e ensino das ciências da terra. **Investigação em Ensino de Ciências**, v. .8, n. 1, p. 31-52, 2003. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/550/342>. Acesso em: 12 mar. 2018.
- BOLL, C. I.; KREUTZ, J. R. Cultura Digital. In: MOLL, J. (org.). **Série Cadernos Pedagógicos**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2013.
- BORGES, M. D.; ARANHA, J. M.; SABINO, J. A fotografia de natureza como instrumento para educação ambiental, Bauru, v. 16, n.1, p. 149-161, 2010. DOI: 10.1590/S1516-73132010000100009. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-73132010000100009](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132010000100009). Acesso em: 12 mar. 2018.
- BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Institui a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília: Diário Oficial. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm). Acesso em: 22 dez. 2017.



BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio), Parte III**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2017.

BRASIL. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

BUCKINGHAM, D. Aprendizagem e Cultura Digital. **Revista Pátio**, ano XI, n. 44, jan. 2008. Disponível em: [https://www.academia.edu/2748122/Aprendizagem\\_e\\_cultura\\_digital](https://www.academia.edu/2748122/Aprendizagem_e_cultura_digital). Acesso em: 15 dez. 2019.

BUCKINGHAM, D. Cultura Digital, Educação Midiática e o Lugar de Escolarização. **Educ. Real.**, Porto Alegre, v. 35, n. 3, p. 37-58, set./dez., 2010. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/educacaoerealidade/article/view/13077>. Acesso em: 22 dez. 2019.

CAMPOS, T. C. S.; BARCELOS, G. T. Uso do facebook como ferramenta educacional: rede social ampliando as discussões escolares. *In*: CONGRESSO INTEGRADO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO, 7. 2012, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: UFRGS, 2012. Disponível em: <http://www.essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/citi/article/view/2794>. Acesso em: 10 jan. 2019.

CARVALHO, A. M. P.; VANNUCCHI, A. I.; BARROS, M. A.; GONÇALVES, M. E. R.; REY, R. C. **Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 2007.

CARVALHO, A. M. P.; VANNUCCHI, A. I. O Currículo de Física: Inovações e Tendências nos Anos Noventa. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.1, n.1, abr. 1996. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/644/435>. Acesso em: 26 nov. 2019.

CASTELLS, M. **A sociedade em Rede**. 2. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

CASTELLS, M. Creatividad, innovación y cultura digital. Un mapa de sus interacciones. **Revista Telos**, n. 77, out./dez. 2008. Disponível em: <https://telos.fundaciontelefonica.com/telos/articulocuaderno.asp@idarticulo=2&rev=77.htm>. Acesso em: 22 abr. 2018.

CAVALCANTI FILHO, C. M.; FREITAS, R. S.; LAY, V. Recursos tecnológicos para auxiliar o ensino-aprendizagem da astronomia no curso de bacharelado em Física na universidade Nacional Tomor Lorosa'e em Timor-Leste. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 2401-1 - 2401-10, 2012. DOI:[10.1590/S1806-11172012000200010](https://doi.org/10.1590/S1806-11172012000200010). Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172012000200010&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172012000200010&script=sci_abstract&tlng=pt). Acesso em: 22 abr. 2018.

CORDEIRO, S. F. N. Jornada Ampliada e Cultura Digital: cotidiano e espaços-tempos do educar. **Educação & Realidade**, Porto Alegre, v. 42, n. 3, p. 1123-

1142, jul./set. 2017. Disponível em:  
<https://seer.ufrgs.br/educacaoerealidade/article/view/60644>. Acesso em: 22 abr. 2018.

COSTA JUNIOR, E.; RODRIGUES, E. C.; SILVA, M. V. D.; GOMES, R. C. S.; ASSIS, C. C. B. Um estudo estatístico sobre o aproveitamento em Física de alunos de ensino médio e seus desempenhos em outras disciplinas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 1, 2017. DOI: [10.1590/1806-9126-rbef-2016-0145](https://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2016-0145). Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v39n1/1806-1117-rbef-39-01-e1403.pdf> . Acesso em: 25 abr. 2019.

CRUZ, J. M. O. Processo de ensino-aprendizagem na sociedade da informação. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 29, n. 105, p. 1023-1042, set./dez. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-73302008000400005>. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-73302008000400005&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-73302008000400005&script=sci_abstract&tlng=pt) . Acesso em: 25 abr. 2019.

CUCHE, D. **A noção de cultura nas ciências sociais**. Bauru: EDUSC, 1999.

DEL PINO, J.C.; FRISON, M. D. Química: Um conhecimento científico para a formação do cidadão. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, Rio de Janeiro, v. 1, n.1, p. 36-50, ago./dez. 2011. Disponível em: <http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/view/1585>. Acesso em: 6 ago. 2018.

DEMO, P. **Formação de formandos básicos**. Brasília: INEP, 1992.

DEMO, P. **Educar pela pesquisa**. 9. ed. São Paulo: Autores Associados, 2011.

DIOGO, R. C.; GOBARA, S. T. Um ambiente virtual para a aprendizagem de conceitos sobre ondas sonoras: concepções e primeiras análises. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Porto Alegre, v.16, n .2, p. 23-36, maio/ago. 2008. DOI: [10.5753/rbie.2008.16.02.%25p](https://doi.org/10.5753/rbie.2008.16.02.%25p). Disponível em: <https://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/77>. Acesso em: 6 ago. 2018.

EICHLER, M. L.; GONÇALVES, M. R.; SILVA, F. O. M.; JUNGES, F.; DEL PINO, J. C. Uma proposta para o desenho interdisciplinar de ambientes virtuais de aprendizagem de ciências. **Revistas Novas Tecnologias na Educação**. v.1, n. 2, p.1-13, 2003. Disponível em: <http://www.cinted.ufrgs.br/renoteold/set2003/artigos/umapropostaparaodesenho.pdf>. Acesso em: 6 ago. 2018.

EIJKELHOF, H.; KORTLAND, K.; LOO, F. V. D. Nuclear weapons – a suitable topic for the classroom? **Physics Education**, Bristol, v.19, p. 11-15, may,1984.

FERRARO, A. R. Quantidade e qualidade na pesquisa em educação, na perspectiva da dialética marxista. **Pro-Posições**, Campinas, v. 23, n. 1 (67), p. 129-146, jan./abr. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pp/v23n1/09.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2019.

- FINO, C. N. Vygotsky e a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP): três implicações pedagógicas. **Revista Portuguesa de Educação**, v.14, n.2, p. 273-291, 2001.
- FRANCO, M. L. P. B. **Análise de Conteúdo**. 3. ed. Brasília: Liber Livro, 2008.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes docentes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- GANDIN, R. V. A Construção dos Significados na Teoria de Vygotsky: Possibilidades Cognitivas para a Realização da Leitura. **Criar Educação**, v. 2, n. 1, p. 1-17, 2013. Disponível em: <http://periodicos.unesc.net/criaredu/article/view/1178>. Acesso em: 25 fev. 2019.
- GEERTZ, C. **A interpretação das culturas**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1989.
- GEHLEN, S. T.; DELIZOICOV, D. O papel do problema no ensino de ciências: compreensões de pesquisadores que se referenciam em Vygotsky. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 15, n. 02, p. 45-63, mai./ago. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v15n2/1983-2117-epec-15-02-00045.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2019.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GOUW, A. M. S.; MOTA, H. S.; BIZZO, N. O Jovem Brasileiro e a Ciência: possíveis Relações de Interesse **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 3, p. 627-648, dez. 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4483/2967>. Acesso em: 16 fev. 2019.
- GRIMELLINI, T. N.; PECORI, B. B.; PACCA, J. L. A; VILLANI, A. Understanding conservation laws in mechanics: Students' conceptual change in learning about collisions. **Science Education**, v. 77, n. 2, p. 169-189, 1993. DOI: [10.1002/sce.3730770206](https://doi.org/10.1002/sce.3730770206). Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/228034681\\_Understanding\\_conservation\\_laws\\_in\\_mechanics\\_Students'\\_conceptual\\_change\\_in\\_learning\\_about\\_collisions](https://www.researchgate.net/publication/228034681_Understanding_conservation_laws_in_mechanics_Students'_conceptual_change_in_learning_about_collisions). Acesso em: 7 mar. 2017.
- HARO, J. J. **Las redes sociales en educación**, p. 2-11, 2008. Disponível em: [http://eduredes.antonio Garrido.es/uploads/6/3/1/1/6311693/redes\\_sociales\\_educacion.pdf](http://eduredes.antonio Garrido.es/uploads/6/3/1/1/6311693/redes_sociales_educacion.pdf) Acesso em: 24 jan. 2020.
- KALMUS, P.I. Particle physics at A-level – the universities' viewpoint. **Physics Education**, Bristol, v. 27, n. 2, p. 62-64, mar., 1992.
- KENSKI, V. M. Cultura Digital. In: MILL, D. (org.) **Dicionário crítico de educação e tecnologia e de educação a distância**. Campinas: Papyrus, 2018.
- KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: EPU, 1987.

LEMOS, A. Cultura da Mobilidade. **Revista FAMECOS**, Porto Alegre, n. 40, p. 28 - 35, dez. 2009. Disponível em: <http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/revistafamecos/article/viewFile/6314/4589>. Acesso em: 23 jan. 2018.

LEMOS, A. **Cibercultura**: tecnologia e vida social na cultura contemporânea. 5. ed. Porto Alegre: Sulina, 2010.

LEONTIEV, A. **O desenvolvimento do psiquismo**. Lisboa: Horizonte, 1978.

LÉVY, P. **As tecnologias da Inteligência**: o futuro do pensamento na era da informática. Tradução: Carlos Irineu da Costa. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

LÉVY, P. **Cibercultura**. Tradução: Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Editora 34, 1999.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1994.

LINS, B. F. E. A evolução da Internet: uma perspectiva histórica. **Cadernos ASLEGIS**. n. 48, jan./abr. 2013. Disponível em: [http://www.belins.eng.br/ac01/papers/aslegis48\\_art01\\_hist\\_internet.pdf](http://www.belins.eng.br/ac01/papers/aslegis48_art01_hist_internet.pdf). Acesso em: 4 jul. 2019.

MACÊDO, J.; PEDROSO, L.; ARAÚJO, M. Levantamento das abordagens e tendências dos trabalhos sobre as Tecnologias de Informação e Comunicação apresentados no XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, p. 167-197, abr. 2014. DOI: [10.5007/2175-7941.2014v31n1p167](https://doi.org/10.5007/2175-7941.2014v31n1p167). Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2014v31n1p167>. Acesso em: 16 fev. 2019.

MACHADO, D. I.; PLACIDA, L. V.; SANTOS, A. C. Avaliação da hipermídia no processo de ensino e aprendizagem da Física: o caso da gravitação. **Ciência e Educação**, Bauru, v.10, n.1, p. 75-100, 2004. DOI: [10.1590/S1516-73132004000100006](https://doi.org/10.1590/S1516-73132004000100006). Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1516-73132004000100006&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1516-73132004000100006&lng=en&nrm=iso&tlng=pt). Acesso em: 16 fev. 2019.

MELLO, D. A. A.; GOBARA, S. T. Laboratório virtual de aprendizagem colaborativo de Física: minúcias indiciais de aprendizagem por meio da resolução de problemas. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL TIC E EDUCAÇÃO, III., 2014, Lisboa - Portugal. **Atas** [...]. Lisboa, 2014. p. 207-213. Disponível em: [https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/14230/1/Atas\\_Digitais\\_ticEDUCA2014-c%C3%B3pia.pdf](https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/14230/1/Atas_Digitais_ticEDUCA2014-c%C3%B3pia.pdf). Acesso em: 4 jul. 2019.

MIRANDA, M. I. Conceitos centrais da teoria de Vygotsky e a prática pedagógica. **Ensino em Re-Vista**, v.13, n. 1, p.7-28, 2005.

MOREIRA, M. A. Grandes desafios para o ensino da Física na educação contemporânea. **Revista do Professor de Física**, v. 1, n. 1, p. 1-17, ago. 2017. DOI: [10.26512/rpf.v1i1.7074](https://doi.org/10.26512/rpf.v1i1.7074). Disponível em:

<https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/7074>. Acesso em: 18 maio 2019.

MOTA, L. M. **As controvérsias sobre a interpretação da mecânica quântica e a formação dos licenciados em física**. 2000. Dissertação (Mestrado em Educação - Faculdade de Educação – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC, 2000.

NASCIMENTO, T. L. **Repensando o ensino da Física no ensino médio**. 2010. Monografia (Graduação em Licenciatura Plena em Física) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza: UEC, 2010.

NICHELE, A. G., SCHLEMMER, E. Aplicativos para o ensino e aprendizagem de Química. **Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 1-9, dez. 2014. Disponível em: <file:///C:/Users/tach0/Downloads/53497-218486-1-PB.pdf>. Acesso em: 18 maio 2019.

OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky: Aprendizagem e Desenvolvimento, um processo sócio-histórico**. São Paulo: Scipione, 1997.

OLIVEIRA, K. A.; AMARAL, M. A.; DOMINGOS, G. R. A avaliação do uso de objetos de aprendizagem na educação de jovens e adultos. **Revista Brasileira de Informática na educação**. v.19, n.3, p. 53 - 63, 2011. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/a34c/498acbaa4716c11d8f652517edf29ebf8f16.pdf>. Acesso em: 18 maio 2019.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Física contemporânea em la escuela secundaria: Una experiencia em el aula involucrando formación de profesores. **Enseñanza de las Ciencias**, v.18, n. 3, p. 391-404, 2000.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Atualização do currículo de Física na escola de nível médio: um estudo dessa problemática na perspectiva de uma experiência em sala de aula e da formação inicial de professores. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis, v. 18, n. 2, p.135-151, ago. 2001.

DOI: [10.5007/%25x](https://doi.org/10.5007/%25x). Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6676>. Acesso em: 9 out. 2019.

OSTERMANN, F.; RICCI, T. F. Relatividade Restrita no Ensino Médio: Contração de Lorentz-FitzGerald e aparência visual de objetos relativísticos em livros didáticos de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 2, p. 176-190, ago. 2002.

DOI: <https://doi.org/10.5007/%25x>. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6620>. Acesso em: 9 out. 2019.

OSTERMANN F.; CAVALCANTI, C. J. H.; PRADO, S. D.; RICCI, T. S. F. Fundamentos da física quântica à luz de um interferômetro virtual de Mach-Zehnder. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 3, p. 1094-116, 2009. Disponível em:

[http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART18\\_Vol8\\_N3.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART18_Vol8_N3.pdf). Acesso em: 19 nov. 2018.

PERKINS, K.; MOORE, E.; PODOLEFSKY, N.; LANCASTER, K. Towards research-based strategies for using PhET simulations in middle school physical science classes. **AIP Conf. Proc.** **1413**, 295, 2012. DOI: 10.1063/1.3680053.

Disponível em:

[http://www.colorado.edu/physics/EducationIssues/papers/Moore/Perkins\\_2011\\_PERC.pdf](http://www.colorado.edu/physics/EducationIssues/papers/Moore/Perkins_2011_PERC.pdf). Acesso em: 18 dez. 2019.

PINHEIRO, L. A. **Partículas Elementares e Interações fundamentais no Ensino Médio**. 2011. Dissertação (Mestrado profissionalizante em Ensino de Física) – Pós-graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: UFRGS, 2011.

PIRES, A. M.; VEIT, A. E. Tecnologias de Informação e Comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 2, p. 241-248, 2006. Disponível em:

<http://sbfisica.org.br/rbef/pdf/050903.pdf>. Acesso em: 9 nov. 2019.

PORTO, T. M. E. As tecnologias de comunicação e informação na escola; relações possíveis... relações construídas. **Revista Brasileira de Educação**, v. 11 n. 31 jan./abr. 2006. Disponível em:

[www.scielo.br/pdf/rbedu/v11n31/a05v11n31.pdf](http://www.scielo.br/pdf/rbedu/v11n31/a05v11n31.pdf). Acesso em: 22 jan. 2020.

PRESTES, Z. R. **Quando não é quase a mesma coisa - análise de traduções de Lev Semionovitch Vigotski no Brasil, Repercussões no campo educacional**. 2010. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de Brasília. Brasília: UnB, 2010.

PRETTO, N. L. O desafio de educar na era digital: educações. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 24, n.1, p. 95-118, 2011.

DOI: <https://doi.org/10.21814/rpe.3042>. Disponível em:

<https://revistas.rcaap.pt/rpe/article/view/3042>. Acesso em: 15 mar. 2019.

PRIMO, A. O aspecto relacional das interações na Web 2.0. **E-Compós**, v. 9, n. 11, 2007. DOI: 10.30962/ec.v9i0.153. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/237514846> O aspecto relacional das interações na Web 2.0. Acesso em: 15 mar. 2019.

RAMOS, L. B. C.; ROSA, P. R. S. O ensino de Ciências: Fatores intrínsecos e extrínsecos que limitam a realização de atividades experimentais pelo professor dos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Investigação em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 3, n. 3, p. 299 -331, 2008. Disponível em:

<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/444>. Acesso em: 24 nov. 2019.

RAMOS, M. R. V. O uso de tecnologias em sala de aula. Ensino de Sociologia em Debate. **Revista LENPES-PIBID de Ciências Sociais**, v. 1, n. 2, jul./dez. 2012.

Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/lenpes-pibid/pages/educacao-nordm.-2-vol.-1-jul-dez-2012.php>. Acesso em: 24 nov. 2019.

RECUERO, R. Redes Sociais na Internet: Condições iniciais. **Revista e Compós**, v. 2, 2005. DOI: <https://doi.org/10.30962/ec.28>. Disponível em: [www.e-compos.org.br/e-compos/article/view/28/29](http://www.e-compos.org.br/e-compos/article/view/28/29). Acesso em: 8 jan. 2019.

REZENDE JUNIOR, M., F.; CRUZ, F., F., S. Física moderna e contemporânea na formação de licenciandos em física: necessidades, conflitos e perspectivas. **Ciênc. educ. (Bauru)**, Bauru, v. 15, n. 2, p. 305-321, 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-73132009000200005&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132009000200005&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 19 abr. 2020.

ROSA, C. W.; ROSA, A. B. Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 1, 2005. Disponível em [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART2\\_Vol4\\_N1.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART2_Vol4_N1.pdf). Acesso em: 3 jan. 2019.

ROSENFELD, R. **O cerne da matéria**: a aventura científica que levou à descoberta do bóson de Higgs, 1. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2013.

ROZADOS, H. B. F. O uso da técnica Delphi como alternativa metodológica para a área da Ciência da Informação. DOI:[10.19132/1808-5245213.64-86](https://doi.org/10.19132/1808-5245213.64-86). Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/EmQuestao/article/view/58422>. Acesso em: 24 jul. 2017.

RUMBERGER, R.; LIMA, S. A. Why students drop out: a review of 25 years of research. **California Dropout Research Project, Policy Brief 15**, University of California, 2008. Disponível em: <https://www.issuelab.org/resources/11658/11658.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2019.

SANTOS, P. K.; SCHWANKE, C.; MACHADO, K. G. W. Tecnologias digitais na educação: possibilidades para o desenvolvimento da educação para a cidadania global. **Educação Por Escrito**, Porto Alegre, v. 8, n. 1, p. 129-145, jan./jun. 2017. DOI: [10.15448/2179-8435.2017.1.27674](https://doi.org/10.15448/2179-8435.2017.1.27674). Disponível em: <http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/poescrito/article/view/27674>. Acesso em: 22 mar. 2019.

SANTOS, R. S., SANTOS, E. O. Cibercultura: redes educativas e práticas cotidianas. **Revista Eletrônica Pesquiseduca**, v. 04, n. 07, p.159-183, jan./jul. 2012. Disponível em: <http://periodicos.unisantos.br/index.php/pesquiseduca/article/view/226>. Acesso em 16 jun. 2017.

SEGRÈ, E. **Dos raios X aos quarks**. Tradução: Wamberto H. Ferreira. Brasília: Ed. Universidade de Brasília. 1987.

SIBILIA, P. **Redes ou paredes**: a escola em tempos de dispersão. Tradução: Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Contraponto, 2012.

SILVA, B. D. A tecnologia é uma estratégia. In: TORNAGHI, A. J. C.; PRADO, M. E. B. B.; ALMEIDA, M. E. B. **Tecnologias na Educação**: ensinando e aprendendo com as TIC: guia do cursista. 2. ed. Brasília: Secretaria de Educação à distância, 2010.

SILVA, F. S.; SERAFIM, M. L. Redes sociais no processo de ensino e aprendizagem: com a palavra o adolescente. In: SOUSA, R. P. *et al.*, (orgs). **Teorias e práticas em tecnologias educacionais** [online]. Campina Grande: EDUEPB, 2016, p. 67-98. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/fp86k/pdf/sousa-9788578793265-04.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2020.

SILVA, S. Redes Sociais Digitais e Educação. **Revista Iluminart**, n. 5, ago. 2010, p.36-46. Disponível em:  
<https://petbio.icb.ufg.br/up/317/o/volume1numero5artigo4.pdf?1351211156>.  
 Acesso em: 23 jan. 2020.

SILVA NETA, M.; CAPUCHINHO, A. C. Educação Híbrida: Conceitos, Reflexões e Possibilidades do Ensino Personalizado. *In*: CONGRESSO SOBRE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO, 2., 2017. Mamanguape. **Anais [...]**. Mamanguape: UFP, 2017. Disponível em: ceur-ws.org/Vol-1877/CtrlE2017\_AC\_13\_62.pdf. Acesso em: 15 dez. 2019.

SILVA FILHO, R. B.; ARAÚJO, R. M. L. Evasão e abandono escolar na educação básica no Brasil: fatores, causas e possíveis consequências. **Educação Por Escrito**, Porto Alegre, v. 8, n. 1, p. 35-48, jan./jun. 2017.

SIQUEIRA, M. P. **Do Visível ao Indivisível: uma proposta de Física de Partículas Elementares para o Ensino Médio**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

SIQUEIRA, M. P. **Professores de física em contexto de inovação curricular: saberes docentes e superação de obstáculos didáticos no ensino de física moderna e contemporânea**. 2012. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.  
 DOI:10.11606/T.48.2012.tde-04102012-133540. Disponível em:  
<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-04102012-133540/pt-br.php>. Acesso em: 29 jun. 2017.

SOUZA, V. L. T.; ANDRADA, P. C. Contribuições de Vigotski para a compreensão do psiquismo. **Estudos de Psicologia**. Campinas, v. 30, n. 3, p. 355-365, jul./set. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/estpsi/v30n3/v30n3a05.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2019.

STANNARD, R. Modern physics for the Young. **Physics Education**, Bristol, v. 25, n.3, may., 1990.

TERRAZZAN, E. A inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino de Física na escola de 2º grau. **Cad. Cat. Ens. Fís.** Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 2009-214, dez.1992. Disponível em:  
<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/7392/6785pdf>. Acesso em: 03 mar. 2017.

TOLENTINO NETO, L. C. B. **Os interesses e posturas de jovens alunos frente às ciências: resultado do Projeto ROSE aplicado no Brasil. 2008**. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. São Paulo: USP, 2008.

TOMAEL, M. I.; ALCARÁ, A. R. CHIARA, I. G. Das redes sociais à inovação. **Ciência da Informação**, v. 34, n. 2, p. 93-104, maio/ago. 2005.  
 DOI: [10.1590/S0100-19652005000200010](https://doi.org/10.1590/S0100-19652005000200010). Disponível em:  
[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-19652005000200010&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-19652005000200010&script=sci_abstract&tlng=pt). Acesso em: 03 mar. 2017.



TONETTO, É. P. **Redes Sociais e Práticas Escolares**: plataforma para uma Geografia Online. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociência, Programa de Pós-Graduação em Geografia Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: UFRGS, 2013.

TRIVIÑOS, A.N.S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

UNESCO BRASIL. **Ensino de Ciências**: o futuro em risco. 2005. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000139948> . Acesso em: 23 jun. 2017.

VALADARES, E. C.; MOREIRA, A. M. Ensinando Física Moderna no Ensino Médio: Efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.15, n.2, ago.1998. p.359-372. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6896/7584>. Acesso em: 07 jan. 2020.

VALENTE, J. A. **O computador na sociedade do conhecimento**. Brasília: MEC/SEED, 2000.

VASCONCELOS, F. C. G. C.; LEÃO, M. B. C. Utilização de recursos audiovisuais em uma estratégia FlexQuest sobre radioatividade. **Investigação em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p.37-58, 2012. Disponível em: : <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/206/140>. Acesso em: 7 jan. 2020.

VERASZTO, E. V.; SILVA, D.; MIRANDA N. A.; SIMON, F. O. Tecnologia: Buscando uma definição para o conceito. **PRISMA.COM**, n. 7, 2008. Disponível em: <http://ojs.letras.up.pt/index.php/prisma.com/article/download/2078/1913>. Acesso em: 7 jan. 2020.

VIECHENESKI, J. P.; CARLETO, M. Por que e para quê ensinar ciências para as crianças. **Revista Brasileira de Ensino de C&T**, v. 6, n. 2, maio/ago. 2013. DOI: [10.3895/S1982-873X2013000200014](https://doi.org/10.3895/S1982-873X2013000200014). Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/1638>. Acesso em: 7 jan. 2019.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**: a formação dos processos psicológicos superiores. 5. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1994.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

WILSON, B. Particle physics at A-level – a teacher’s viewpoint. **Physics Education, Bristol**, v. 27, n. 2, p. 64-65, mar. 1992.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookmann, 2007.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física IV: ótica e física moderna**. Tradução: Cláudia Martins. 12. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2009.

## APÊNDICE A - Artigo 1

Artigo publicado nos Anais do I Encontro Regional de Ensino de Ciências, realizado em Santa Maria/RS, de 30 a 31 de março de 2017



169

### 030 - USO DE SIMULADORES PHET NO ENSINO TÉCNICO

Ione dos Santos Canabarro Araujo<sup>(2)</sup>, Marcelo Leandro Eichler<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Trabalho realizado com recursos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES.

<sup>(2)</sup> Aluna de Doutorado - Bolsista CAPES; Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS; PPG Educação em Ciências - Química da Vida e Saúde; Porto Alegre, RS; ionecanabarroaraujo@gmail.com

<sup>(3)</sup> Orientador; Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Porto Alegre/RS; exterbr@gmail.com.

#### RESUMO

Este relato refere-se à proposta didática desenvolvida na disciplina Eletricidade Aplicada do curso Técnico em Redes de Computadores, na modalidade presencial – 2015/2 - do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Câmpus Porto Alegre. O objetivo do trabalho foi compreender os fenômenos físicos associados com o eletromagnetismo. as

#### DESIGNER

Jean Nicolas Guerreiro Dias

**DIREITOS PARA ESTA EDIÇÃO**  
**EdUNIPAMPA** – Editora da Fundação Universidade Federal do Pampa.  
 Avenida General Osório, nº 1139 – 2º andar – Centro  
 Bagé – RS – CEP 96.400-100 – (53) 3240.5426 – Ramal 5371  
 E-mail: proext@unipampa.edu.br

E56 Encontro Regional de Ensino de Ciências (1. : 2017 : Santa Maria)  
 Anais do I Encontro Regional de Ensino de Ciências [recurso eletrônico] :  
 Perspectivas, metodologias e novas tecnologias, de 30 a 31 mar. 2017 /  
 organizado por Ana Paula Santos de Lima. [et al.] – Bagé, EdUnipampa, 2017

Disponível em: [http://pgeec.ufsm.br/images/producoes/anais\\_erec2017](http://pgeec.ufsm.br/images/producoes/anais_erec2017)

ISBN 9788563337764

1. Educação 2. Metodologia do Ensino 3. Formação de Professores  
 4. História e Filosofia da Ciência 5. Tecnologia da Informação e  
 Comunicação 6. Avaliação e Currículo I. Lima, Ana Paula (Org.).

CD37

**Catálogo na fonte: Bibliotecário Responsável**  
**Marcos Paulo Anselmo de Anselmo**  
**CRB 10/1559**

*Os trabalhos publicados nos Anais do I ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS, no que se refere ao conteúdo, correção linguística e estilo – são de responsabilidade dos (as) respectivos(as) autores e autoras.*

## USO DE SIMULADORES PhET NO ENSINO TÉCNICO<sup>(1)</sup>

Ione dos Santos Canabarro Araujo<sup>(2)</sup>, Marcelo Leandro Eichler<sup>(3)</sup>

### Eixo temático 1 - Relato de Experiências

(1) Trabalho realizado com recursos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES.

(2) Aluna de Doutorado - Bolsista CAPES; Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS; PPG Educação em Ciências - Química da Vida e Saúde; Porto Alegre, RS; ionecanabarroaraujo@gmail.com

(3) Orientador; Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Porto Alegre/RS; exlerbr@gmail.com.

### RESUMO

Este relato refere-se à proposta didática desenvolvida na disciplina Eletricidade Aplicada do curso Técnico em Redes de Computadores, na modalidade presencial 2015/2, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Câmpus Porto Alegre. O objetivo do trabalho foi compreender os fenômenos físicos associados com o eletromagnetismo, as ondas e a ótica aplicada na tecnologia de sistemas de redes de computadores usando os simuladores PhET como ferramenta de ensino. Os objetivos específicos: entender a geração de campos elétricos e magnéticos e seus efeitos; interpretar sinais eletromagnéticos; conhecer a natureza eletromagnética da luz; aprender a forma de propagação dos sinais luminosos nas fibras óticas; construir habilidades e competências para dimensionar sistemas elétricos de pequeno porte. Fundamentado no aprendizado significativo proposto por Ausubel (1980) e nos simuladores PhET como recurso facilitador da aprendizagem, conforme afirma Perkins (2012), essa proposta foi desenvolvida durante um semestre. A análise foi feita de forma qualitativa, segundo Minayo (1993). Ao longo do processo de desenvolvimento da proposta, os alunos interagiram com os simuladores, assim, para cada assunto trabalhado de física houve uma experiência virtual correspondente. Por meio dos relatos dos estudantes, pode-se verificar que as interações foram importantes e enriquecedoras para os sujeitos construírem conhecimentos conceituais de física e compreenderem os fenômenos envolvidos nos experimentos.

Palavras-Chave: Ensino Técnico, Ensino de Física, Simuladores PhET, Física Aplicada.

## INTRODUÇÃO

O mercado de trabalho está cada vez mais competitivo, principalmente no Brasil que vivencia uma crise econômica. A qualificação profissional é uma necessidade que urge para as pessoas conseguirem uma vaga de emprego, afinal, são muitos concorrentes.

Neste sentido, a procura por cursos técnicos e tecnólogos vem crescendo, pois possibilitam preparação para o trabalho de forma mais rápida, quando comparada com o Ensino Superior. Para suprir essa demanda, os governos anteriores investiram em políticas públicas que abrem espaço para milhões de jovens e adultos da classe trabalhadora. Inserida nessa política está a criação e expansão de novos Institutos Federais (ESCOTT e MORAES, 2012).

A Lei Federal 11.892, de 29 de dezembro de 2008, criou 38 Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (IFs) distribuídos por todo o país, com o objetivo de desenvolver um novo modelo de Educação Profissional e Tecnológica<sup>1</sup>. Entre esses institutos criados, está o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS). Entretanto, cabe destacar que não foi criada uma estrutura completamente nova: a antiga Escola Técnica, até então vinculada à UFRGS, deixou de existir e constituiu-se o Campus Porto Alegre do IFRS com reitoria em Bento Gonçalves.

Um dos cursos oferecidos pelo IFRS campus Porto Alegre é o Técnico em Redes de Computadores. Curso subsequente, presencial e noturno, cujo objetivo principal é formar profissionais em Informática, com capacidade de aprender permanentemente, com raciocínio lógico que lhes permita a compreensão e resolução de problemas e com a percepção da necessidade do trabalho em equipe.

Esta proposta foi desenvolvida na disciplina Eletricidade Aplicada do curso Técnico em Redes de Computadores, no segundo semestre de 2015.

---

<sup>1</sup>Fonte: <http://www.poa.ifrs.edu.br/institucional/a-instituicao-teste/da-rede-federal-de-educacao-profissional-e-tecnologica>

## METODOLOGIA

O currículo do curso Técnico em Redes de Computadores está estruturado em três semestres. Cada semestre apresenta um conjunto de disciplinas necessárias para o desempenho das tarefas. A carga horária total é de 1000 horas, acrescidas de 300h de estágio. Eletricidade Aplicada é ofertada no segundo semestre, com 40 horas/aula, distribuída em 2 horas/aula semanais.

A proposta didática foi planejada juntamente com o plano de trabalho da disciplina. Procurou-se usar um simulador PhET (Physics Education Technology), desenvolvido pela Universidade do Colorado (USA), para as temáticas abordadas na disciplina, conforme consta na tabela 1. Cabe destaque que os simuladores (SIM) são gratuitos e podem ser encontrados no site [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/).

Tabela 1- Cronograma da proposta didática

ula	Conteúdos	Atividades desenvolvidas
a	Apresentação da disciplina. Introdução à Eletrostática.	Aula expositiva e interativa
a	Eletrostática e aterramento	Aula interativa/uso do SIM Balões e eletricidade estática
a	Magnetismo	Aula expositiva e interativa
a	Magnetismo e indução.	Aula interativa/uso do SIM Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday
a	Eletrodinâmica e resistência elétrica	Aula expositiva e interativa/uso do SIM Resistência em um Fio
a	Circuitos resistivos e aplicações	Aula expositiva e interativa

a	Circuitos resistivos (associação de resistores em série e paralelo) e circuito RLC.	Aula interativa/uso do SIM Kit de Construção de Circuito (DC)
a	Revisão	Aula interativa. Resolução de exercícios e esclarecimento de dúvidas
a	Avaliação 1	Prova escrita
0 <sup>a</sup>	Ondas eletromagnéticas, propriedades e campos elétricos e magnéticos	Aula expositiva e interativa
1 <sup>a</sup>	Geração das ondas eletromagnéticas e transmissão de sinais	Aula interativa/uso do SIM Ondas de Rádio e Campos Eletromagnéticos
2 <sup>a</sup>	Aplicações do eletromagnetismo	Aula expositiva e interativa
3 <sup>a</sup>	Ótica, fenômenos, propriedades e natureza da luz.	Aula expositiva e interativa
4 <sup>a</sup>	A fibra ótica.	Aula interativa/uso do SIM Curvando a Luz
5 <sup>a</sup>	Componentes elétricos e projetos de pequeno porte.	Aula expositiva e interativa/atividade experimental
6 <sup>a</sup>	Dimensionamentos de componentes elétricos.	Aula expositiva e interativa/ dimensionamento de instalações elétricas de pequeno porte.
7 <sup>a</sup>	Avaliação 2	Prova escrita
8 <sup>a</sup>	Revisão dos conteúdos	Atividades de reforço e esclarecimento de dúvidas

9 <sup>a</sup>	Prova de recuperação	Prova escrita
0 <sup>a</sup>	Divulgação dos resultados	Encerramento da disciplina

Fonte: Elaborado pela autora.

Nos dias em que foram usados os SIMs PhET os alunos recebiam tarefas extraclasse. As tarefas consistiam em perguntas abertas a respeito do assunto abordado em aula e no SIM. A tarefa 5, por exemplo, trazia as perguntas:

(1) O que você observou quando moveu a carga elétrica (elétron) na antena da emissora? O que aconteceu?

(2) Descreva o que você observa na região ao redor da antena quando o elétron está se deslocando. E na antena da casa (à direita) o que você percebe? Explique.

(3) O simulador auxiliou na compreensão do tema Ondas Eletromagnéticas, na tua opinião? Por quê?

As tarefas eram postadas no MOODLE, tendo o prazo de uma semana e fizeram parte do processo avaliativo. Na aula 16 (dimensionamentos), a tarefa foi feita em aula e entregue. No final da disciplina foi solicitado aos alunos avaliarem a metodologia aplicada.

## RESULTADO E DISCUSSÃO

Os alunos que ingressam no curso Técnico em Redes de Computadores, no IFRS Câmpus Porto Alegre, são jovens que gostam muito de Informática, acostumados a ficar horas na frente de um computador. Em geral, eles são bons jogadores de jogos virtuais e se sentem desafiados a atingir níveis cada vez mais elevados nas partidas que se propõem a jogar. Assim como afirma Savi e Ulbricht (2008, p.2): “Muitos jovens seduzidos pelos jogos digitais permanecem longos períodos totalmente empenhados nos desafios e fantasias destes artefatos de mídia.”

Os SIM apresentam um grande potencial como ferramenta de ensino, uma vez que há uma interação entre o objeto e o sujeito e a animação visual, igual ao

que ocorre nos jogos. Esse fator foi um dos pontos considerados no planejamento desta proposta porque corrobora Ausubel (1980). Segundo o autor, a eficácia da aprendizagem em sala de aula depende (i) do conhecimento prévio do aluno; (ii) do material que se pretende ensinar ser potencialmente significativo para o aprendiz e; (iii) do indivíduo manifestar uma intenção de relacionar os novos conceitos com aquilo que ele conhece.

Entretanto, o uso da ferramenta foi uma aposta, pois foi utilizada pela primeira vez no curso. As avaliações das primeiras tarefas serviram como balizadoras para indicar que o rumo tomado estava na direção certa. As respostas apresentadas indicaram que os alunos tinham argumentos teóricos para justificar as soluções encontradas.

Outro fator importante foi que, algumas vezes, não houve tempo para que os alunos fizessem a simulação no horário de aula. Porém, isso não foi um problema, pois eles recebiam o link do SIM e acessavam de casa ou do local de trabalho. Esse aspecto é positivo, pois conforme La Rosa (2006), a aprendizagem é um fenômeno do dia a dia e não se aplica apenas às situações de sala de aula.

## CONCLUSÕES

Os SIMs PhET foram empregados com facilidade e com pouca necessidade de instruções, porque os controles são intuitivos para os estudantes. Assim, todos conseguiram usar o software sem nenhuma dificuldade.

A interatividade que os simuladores possibilitam despertou o interesse dos alunos em aprofundar e averiguar os conteúdos estudados, e por meio da simulação alguns fenômenos físicos tornam-se mais claros e compreensíveis. Tomando como exemplo o processo de eletrização por atrito, se atritarmos uma flanela em um bastão de vidro ambos ficam eletrizados, porém não visualizamos as cargas negativas ou positivas nos objetos. No SIM Balões e eletricidade estática é possível "visualizar" as cargas. Segundo Perkins (2012), os SIMs PhET são planejados e construídos para permitir que os alunos possam construir sua própria compreensão conceitual da física através da exploração. Por meio das respostas apresentadas pelos alunos nas tarefas solicitadas, pode-se perceber que houve uma compreensão conceitual dos fenômenos físicos estudados.



Portanto, os SIMs são uma ferramenta pedagógica apropriada para o ensino de física nos cursos técnicos, porque, em geral, não se dispõe de tempo para a realização de experimentos em sala de aula. Desta forma, os alunos podem fazer os experimentos virtuais no contexto de sala de aula ou no seu cotidiano.

## REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. Psicologia Educacional. 2.ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

ESCOTT, C. M.; MORAES, M.A.C. História da Educação Profissional no Brasil: As políticas públicas e o novo cenário de formação de professores nos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia. In. IX SEMINÁRIO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS “HISTÓRIA, SOCIEDADE E EDUCAÇÃO NO BRASIL” João Pessoa, 2012. Anais. Disponível em: [http://www.histedbr.fe.unicamp.br/acer\\_histedbr/seminario/seminario9/PDFs/2.51.pdf](http://www.histedbr.fe.unicamp.br/acer_histedbr/seminario/seminario9/PDFs/2.51.pdf). Acesso em 20 mar. 2017.

LA ROSA, J (Org.). Psicologia e educação: o significado do aprender. 9. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2006.

MINAYO, M. C. S.; SANCHES, O. Quantitativo-Qualitativo: Oposição ou complementaridade? Cad.SaúdePúbl., Rio de Janeiro, 9 (3): 239-262, jul/set, 1993.

PERKINS, K. Towards research-based strategies for using PhET simulations in middle school physical science classes. **AIP Conf. Proc.**1413, 295 (2012); doi: 10.1063/1.3680053. Disponível em: [http://www.colorado.edu/physics/EducationIssues/papers/Moore/Perkins\\_2011\\_PERC.pdf](http://www.colorado.edu/physics/EducationIssues/papers/Moore/Perkins_2011_PERC.pdf). Acesso em 20 mar. 2017.

SAVI, R.; ULBRICHT, V.R. Jogos Digitais Educacionais: Benefícios e Desafios. **Novas Tecnologias na Educação**. V.6, nº 2, dezembro, 2008.

## APÊNDICE B - Artigo 2

Parte desse artigo foi publicado na Revista RENAME, v. 15, n. 1, jul. 2017, com Qualis B1 na área de Ensino e escrito em parceria com Tatiana Eichler e Marcelo Eichler.

O artigo é dividido em duas partes, a primeira parte abrange tópicos do artigo apresentado a seguir na íntegra.



CINTED-UFRGS

Novas Tecnologias na Educação

---

### A CURADORIA NO PINTEREST COMO TRANSCRIÇÃO DA REPRESENTAÇÃO E DO IMAGINÁRIO ACERCA DO ÁTOMO

Tatiana Zarichta Nichele Eichler, PPG em Educação em Ciências – UFRGS  
tatizneichler@gmail.com

Ione Canabarro de Araújo, PPG em Educação em Ciências – UFRGS  
ionecanabarroaraujo@gmail.com

Marcelo Leandro Eichler, PPG em Educação em Ciências – UFRGS  
exlerbr@gmail.com

#### **Resumo**

A curadoria pode ser entendida como uma metáfora do processo de ensino. Novos recursos de compartilhamento de ideias visuais em redes sociais, como o Pinterest, facilitam processos de curadoria e de ensinagem. Neste artigo, discutimos a curadoria no Pinterest em seu aspecto de transcrição didática e focamos a discussão em um dos mais tradicionais conteúdos curriculares do ensino de física e de química, o modelo atômico. Nesse sentido, a transcrição didática do átomo é apresentada em seu potencial de representação e de imaginação.

Palavras-chave: curadoria, transcrição, redes sociais, natureza do átomo

## TÓPICOS DE FÍSICA CONTEMPORÂNEA NA PERSPECTIVA DO CATÁLOGO MUNDIAL DE IDEIAS

Ione dos Santos Canabarro Araujo<sup>1</sup>

Marcelo Leandro Eichler<sup>2</sup>

### Resumo

Este artigo apresenta o caminho metodológico e os resultados de uma pesquisa de cunho qualitativo feita no primeiro semestre de 2017 a partir da rede Pinterest (Catálogo Mundial de Ideias) sobre o tema Modelo Padrão de Partículas e partículas elementares. O objetivo do trabalho foi investigar como é o *design* dos infográficos — os chamados pins — produzidos e distribuídos para o grande público a respeito dessa temática, pois as múltiplas formas de ver e tratar o assunto podem ser enriquecedoras e trazer novas visões para os professores de física ou química que se inspiram na rede Pinterest para elaborar material didático. Trata-se de uma pesquisa exploratória, na qual os dados coletados foram armazenados em uma conta criada na rede Pinterest e analisados por meio de Análise de Conteúdo, segundo Bardin (2011). O *design* dos Pins foi dissecado em três categorias: Icônico, Formação e Fragmentação. Os infográficos com design Icônico prevalecem sobre os demais, o que indica a preferência por abordar e tratar o tema em forma de tópicos, sem integração e ligação com os outros assuntos que auxiliem a compreensão da estrutura da matéria.

**Palavras-Chave:** Modelo Padrão de Partículas; Ensino de Física; Pinterest.

---

<sup>1</sup>Doutoranda em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde na UFRGS. (ionecanabarroaraujo@gmail.com)

<sup>2</sup>Doutor em Psicologia do Desenvolvimento (UFRGS). Atua como professor adjunto do Departamento de Química Inorgânica e no Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde na UFRGS. (exlerbr@gmail.com)

## Abstract

This paper presents the methodological path and the results of a qualitative research done in the first half of 2017 from the Pinterest network (World Catalog of Ideas) on the Standard Model of Particles and Elementary Particles. The objective of this work was to investigate the design of infographics — the so-called pins — produced and distributed to the general public about this topic, since the multiple ways of seeing and treating the subject can be enriching and bring new visions to the teachers of physics or chemistry that are inspired by the Pinterest network to elaborate didactic material. It is an exploratory research, in which the collected data were stored in an account created in the Pinterest network and analyzed through Content Analysis, according to Bardin (2011). The Pins design was dissected into three categories: Iconic, Formation and Fragmentation. The infographics with iconic design prevail over the others, which indicates the preference to approach and treat the topic in the form of topics, without integration and connection with other subjects that help the understanding of the structure of the subject.

**Keywords:** Standard Particle Model; Physics Teaching; Pinterest.

## A estrutura da matéria

O interesse em saber como a matéria é constituída e se existem partículas fundamentais que são os alicerces do Universo não é algo novo. É um questionamento que despertou nos gregos pensar e formular hipóteses para responder tal questão. Os filósofos gregos Demócrito e Leucipo, em torno de 400 a.C. sugeriram que a matéria era formada por pequenas partículas indivisíveis, as quais atribuíram o nome de *átomos*. Formada pelo prefixo *a* (não) e *tomos* (cortado ou dividido), *átomo* foi uma palavra usada para representar a menor parte da matéria, sólida e indivisível. Esta explicação perdurou por séculos, apesar das escassas evidências empíricas.

No decorrer do tempo surgiram esquemas teóricos, representados por modelos, para explicar a constituição do átomo. Temos o modelo de John Dalton (1766–1844), com o átomo sendo considerado uma esfera maciça, compacta e indivisível; o modelo de J. J. Thomson (1856–1940), com o átomo com massa

positiva, incrustada de elétrons com carga negativa, estilo panetone de frutas cristalizadas; o modelo de Rutherford, com o átomo com a massa positiva concentrada no núcleo e elétrons orbitando ao redor do núcleo — sistema comparado ao planetário; o modelo de Niels Bohr (1885–1962), com o átomo com núcleo positivo, a maior parte da massa do átomo concentrada no núcleo, e elétrons orbitando em órbitas específicas, conforme níveis discretos de energia.

James Chadwick, físico britânico, em 1932 detectou partículas com massa próxima ao do próton e sem carga elétrica na estrutura interna do átomo. Os nêutrons de Chadwick foram incorporados na estrutura atômica, ou seja, o modelo atômico aceito entre os cientistas na década de 30 era formado por um núcleo, contendo prótons e nêutrons, e elétrons movimentando-se em trajetórias circulares definidas pelos níveis de energia.

A câmara de nuvens criadas por Charles Wilson foi o primeiro detector que permitiu observar os traços deixados por partículas subatômicas. Esse trabalho foi divulgado em artigo na Royal Society (WILSON, 1911) e influenciou muitos cientistas da época. Sègre (1987) afirma que esse acontecimento foi um grande passo em direção ao "desbravamento" do núcleo atômico, pois era uma maneira de "ver o invisível".

Com o emprego das câmaras de nuvens, câmaras de bolhas, emulsão de gel e novos aceleradores de partículas, muitas partículas novas foram detectadas em laboratório e/ou raios cósmicos. Assim, em 1960 mais de cem novas partículas eram conhecidas, entretanto, não havia clareza sobre o que realmente era elementar. Uma confusão, a ponto de Oppenheimer cunhar o termo "zoológico subatômico", um termo irônico para expressar a situação vivenciada (ROSENFELD, 2013).

Em 1961, Gell-Mann, com colaboração de Nishijima, propuseram um esquema teórico para organizar as partículas compostas, denominadas *hádrons*, ou seja, as partículas sujeitas às interações fortes, como por exemplo, o próton, o pión, o káon, a lambda. Os *hádrons* são diferenciados em duas classes: *mésons* (mais leves — pión, káon) e *bárions* (mais pesados — próton, nêutron). Os autores criaram estruturas de classificação para os hádrons, matematicamente conhecidas como tripletos, octetos e decupletos. Os hádrons, composto por bárions e mésons, conhecidos até este ano (1961), enquadravam-se exatamente no grupo de oito

elementos. Entretanto, faltava um méson, nomeado *eta*, que foi descoberto em pouco tempo (*Ibidem*).

Yuval Ne'eman, em 1960, de forma independente, chegou à conclusão de que hadrões podem ser organizados em octetos. Também ele havia percebido que bárions poderiam ser formados por tripletos, mas com carga elétrica fracionária. Gell-Mann atribuiu o nome quarks a estas partículas hipotéticas, assim os bárions seriam formados por três quarks, e os mésons por um quark e um antiquark. Com isso, teoricamente, prótons e nêutrons não seriam partículas elementares, mas sim resultantes da combinação de três quarks (EISBERG; RESNICK, 1988).

A teoria e as confirmações experimentais sobre a física das partículas cresceram muito nos anos 60, 70 e 80 do século XX, entretanto este campo era mais restrito aos físicos. Segundo Moreira (1989), nos anos 80 houve um movimento de físicos americanos que solicitavam uma reformulação no currículo de física do ensino secundário. Eles solicitavam que temas de física contemporânea fossem trabalhados nas escolas desse nível. O movimento ativou uma conferência em 1986, no *Fermilab*, e a criação de um comitê de dez físicos e professores de física, pela *National Science Foundation*. O objetivo do comitê foi produzir um cartaz e um livro<sup>3</sup> que refletisse os resultados das pesquisas sobre Física de Altas Energias, mas que esse material fosse adequado para o Ensino Médio e disciplinas introdutórias de física no ensino superior.

### O Modelo Padrão de Partículas

O Modelo Padrão de Partículas é uma teoria que descreve as partículas elementares que constituem a matéria e forças fundamentais forte, fraca e eletromagnética. Foi desenvolvida na década de 1970, e é uma teoria quântica de campos, consistente com a mecânica quântica e a relatividade especial de Einstein (STEINKIRCH, 2017).

Nesta teoria há duas classes de partículas fundamentais, divididas em:

---

<sup>3</sup> 'Teachers' Resource Book on Fundamental Particles and Interactions. Disponível em [www.slac.stanford.edu/pubs/slacpubs/4750/slac-pub-4879.pdf](http://www.slac.stanford.edu/pubs/slacpubs/4750/slac-pub-4879.pdf)

- **Férmions** – são as partículas que obedecem ao princípio de exclusão de Pauli, ou seja, um elemento não pode compartilhar o mesmo estado quântico. São as menores, indivisíveis partes da matéria. Os férmions, por sua vez, são compostos por quarks e léptons com spin semi-inteiro ( $1/2$ ). O Quadro 1 traz algumas informações sobre essas partículas.

Quadro 1 — Férmions, as partículas elementares da matéria.

Os Quarks						
Quark	up	down	strange	charm	botton	top
Símbolo	u	d	s	c	b	t
Carga	+2/3	- 1/3	- 1/3	+ 2/3	- 1/3	+ 2/3
Os Léptons						
Partícula	elétron	múon	tau	neutrino do elétron	neutrino do múon	neutrino do tau
Símbolo	$e^-$	$\mu$	$\tau$	$\nu_e$	$\nu_\mu$	$\nu_\tau$
Carga	-1	-1	-1	0	0	0

Para cada quark e lépton existe uma antipartícula, representada pela mesma letra com um traço acima, por exemplo:  $u \rightarrow \bar{u}$ . As antipartículas apresentam as mesmas características das partículas, porém com carga elétrica contrária.

- **Bósons** — são os transmissores das forças fundamentais da natureza (força gravitacional, eletromagnética, fraca e forte), não obedecem ao princípio de exclusão de Pauli e possuem spin inteiro. O modelo padrão descreve as partículas elementares (léptons e quarks) interagindo através das forças forte, fraca e eletromagnética, não contemplando a força gravitacional. No Quadro 2 encontram-se as forças fundamentais e suas interações.

Quadro 2 — Particularidades dos bósons

Força	Atua sobre:	Partículas mediadoras	Intensidade da força (considerando 2 quarks up separados pela distância de $10^{-18}$ m)	Importância
Gravitacional	Partículas com massa	Gráviton <sup>4</sup>	$10^{-41}$	Corpos celestes
Eletromagnética	Partículas carregadas eletricamente	Fóton	1	Átomos, telecomunicações
Força fraca	Léptons e Quarks	Bósons massivos $W^+$ , $W^-$ , $Z^0$	0,8	Desintegração nuclear (beta)
Força forte	Partículas com 'carga cor' (Quarks e Gluons)	Glúon	25	Núcleo atômico, partículas

Fonte: Quinn, 1989.

---

<sup>4</sup>O Gráviton ainda não foi experimentalmente detectado



## Física no Ensino Médio e o Modelo Padrão de Partículas

No Ensino Médio, o ensino da Física enfrenta diversas dificuldades. Segundo Moreira (2013), o despreparo dos professores, condições precárias de trabalho, carga horária baixa da disciplina, crescente perda da identidade no currículo, conteúdos desatualizados e aprendizagem mecânica são alguns fatores desfavoráveis no ensino dessa disciplina. Neste sentido, ocorre uma lacuna entre a física ensinada na escola e a física aplicada no desenvolvimento tecnológico.

Esta visão do ensino da Física apresentada por Moreira (2013), encontra reforços de Nascimento (2010), o qual afirma que a maioria dos professores de Física do Ensino Médio e superior concorda que o ensino da disciplina apresenta muitos problemas.

Como resultado desse ensino deficiente, várias pessoas ao concluírem o Ensino Médio, mesmo tendo estudado Física compreendem pouco os fenômenos relacionados a este campo do saber e não conseguem elaborar um posicionamento crítico em relação à problemas que exijam conhecimentos da área.

Para superar o panorama negativo descrito anteriormente, não é razoável que os currículos das disciplinas permaneçam estagnados, em especial o currículo da Física, porque esta área de conhecimento evoluiu muito nos últimos anos. Conforme Carvalho e Vannuchi (1996):

Outro fator que deveria muito fortemente influenciar o ensino de física é o grande desenvolvimento desta ciência nestas últimas décadas. Vivemos hoje num mundo altamente tecnológico - fibra ótica, códigos de barra, microcomputadores etc, etc, etc..- e o nosso ensino ainda está em Galileu, Newton, Ohm, não chegou ainda no século vinte. (paginação eletrônica)

Há uma necessidade de atualização curricular no ensino de física. Atualização que insira tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio, visando tornar a física mais atrativa, estimulando os estudantes ao seu estudo, como também incentivando os estudantes a optar por cursos superiores na área das Ciências Exatas, pois o Brasil tem déficit desses profissionais. Stannard (1990) indica que uma pesquisa feita no Reino Unido, em 1985, com alunos universitários de Física, mostrou que a Física Moderna — relatividade geral e

restrita, partículas elementares, teoria quântica e astrofísica — foi o que mais influenciou esses alunos a optar pelo curso de Física em nível superior.

Kalmus (1992) afirma que realizou uma pesquisa de opinião entre estudantes universitários de Física, também no Reino Unido, acerca dos motivos que os levaram a escolherem a profissão, indicando que a física das partículas foi um dos tópicos que mais motivou os jovens a ingressar em cursos superiores de física.

No Brasil, Ostermann e Moreira (2000) realizaram uma pesquisa envolvendo 54 físicos, 22 pesquisadores em ensino de Física e 22 professores de Física do nível médio, com o objetivo de saber a opinião desses profissionais acerca dos tópicos de Física Contemporânea que deveriam ser ensinados no Ensino Médio, visando atualização curricular. O resultado da pesquisa apontou que os profissionais consultados sugerem que os seguintes temas da FMC devam ser ensinados no EM: efeito fotoelétrico, átomo de Bohr, leis de conservação, radioatividade, forças fundamentais, dualidade onda-partícula, fissão e fusão nuclear, origem do universo, raios X, laser, supercondutores, partículas elementares, relatividade restrita, Big Bang, estrutura molecular e fibras óticas (*Ibidem*).

O tópico partículas elementares aparece em todas as pesquisas mencionadas. Cabe ressaltar que partículas elementares são estruturadas teoricamente no contexto do Modelo Padrão de Partículas. Sendo assim, um dos tópicos da FMC para ser explorado no Ensino Médio, visando atualização curricular, é o próprio Modelo Padrão de Partículas.

A rede Pinterest é um recurso atrativo que tem auxiliado professores a criarem pastas e armazenarem infográficos utilizados como material didático. Aliando o tema Modelo Padrão de Partículas e o recurso dos infográficos da rede Pinterest, esta pesquisa foi realizada.

#### As Partículas Elementares e o Modelo Padrão de Partículas na rede Pinterest

Com o objetivo de saber como é o design dos infográficos produzidos e distribuídos para o grande público a respeito das partículas elementares e Modelo Padrão de Partículas, não restrito ao campo da física/química somente, foi feita uma

pesquisa na rede Pinterest. Mas por que nessa plataforma de dados? Porque é o Catálogo Mundial de Ideias, local usado para compartilhar e distribuir infográficos e vídeos; são várias pessoas construindo coletivamente conhecimento, sobre perspectivas diferentes. As múltiplas formas de ver e tratar um mesmo tema — no caso específico deste trabalho as partículas elementares — podem ser enriquecedoras e trazer novas visões para os professores de física/química que se inspiram na rede Pinterest para elaborar material didático.

Existem materiais preparados especificamente para professores de física/química sobre a temática, entre eles temos: Ostermann (1999 e 2001); Pinheiro, Costa, Moreira (2011); Abdalla (2005); Anjos, Natale (2017), entre outros. Acredita-se que os recursos do design e da cultura digital podem contribuir para a elaboração de material didático mais atrativo para os professores e alunos, por isso o interesse em buscar no Pinterest novas ideias e configurações na apresentação do Modelo Padrão de Partículas e partículas elementares.

A pesquisa no Pinterest foi executada em três fases distintas, com intervalo de uma semana cada, no período de 20 de março a 7 de abril de 2017. Após ter aberto uma conta na rede Pinterest, foi criada uma pasta, nomeada Modelo Padrão de Partículas - Ensino física/química<sup>5</sup>, e após uma busca extensiva os Pins considerados adequados foram salvos nesta pasta. No momento da pesquisa na rede, vários Pins foram mostrados como resultado da busca pelas palavras-chaves, entretanto, nem todos mostraram-se relacionados especificamente com o tema proposto, de modo que este também foi um momento para fazer a seleção entre os Pins encontrados, descartados, correlatos e adequados.

Os Pins descartados apresentaram modelos atômicos, colisões de partículas, equações da física quântica, spin e raios cósmicos. Os Pins correlatos — a maioria deles — apresentaram esquemas explicativos sobre o Bóson de Higgs, uma partícula mediadora prevista no Modelo Padrão de Partículas.

---

<sup>5</sup>Disponível em <https://goo.gl/x7Fmv5>

Os Pins adequados foram considerados aqueles que exibiam sinteticamente as partículas elementares ou o Modelo Padrão de Partículas. Os dados encontrados estão organizados no Quadro 3.

Quadro 3 — Pins encontrados na rede Pinterest sobre o tema Modelo Padrão de Partículas e Partículas Elementares

Palavras-chaves	Pins Totais	Pins Descartados	Pins Correlatos	Pins Adequados
Modelo padrão de partículas	62	50	6	6
	60	48	6	6
	90	47	17	26
Partículas elementares	59	55	3	1
	75	63	7	5
	76	64	7	5
Partículas elementares - Física	150	117	18	15
	133	74	32	27
	63	40	12	11
Modelo padrão de partículas - Física	58	49	3	6
	58	44	6	8
	83	44	14	25

Fonte: Elaborado pelos autores, 2016.

### Metodologia de análise

Para categorizar e analisar os Pins salvos (adequados) buscou-se referencial teórico na metodologia de análise de imagens. A análise iconológica, empregada para trabalhos com imagens, em princípio pareceu apropriada para este estudo, pois grande parte dos Pins encontrados são imagens icônicas. Segundo Vicente (2000):

A iconologia fundamenta-se em três níveis de significados das artes figurativas: o primário, onde consta a identificação e descrição das formas; o secundário ou convencional, que atesta os motivos artísticos com base em textos e documentos elucidativos, e o terceiro que é o da análise propriamente, sendo aquela que desvenda os valores simbólicos das obras e de sua época (p. 150).

Entretanto, observou-se que a análise iconológica é mais apropriada para obras de arte, cinema, fotografia e imagens publicitárias. Então, buscou-se na infografia em meio digital recurso para analisar e categorizar os Pins encontrados. Rajamanickan e Nichani (2003) propõe quatro categorias para infográficos, sendo:

1ª Narração — o objetivo é explicar, oferecendo ao leitor uma experiência indireta da intenção por meio da história;

2ª Instrução — o objetivo é explicar, permitindo que o leitor acompanhe a instrução de forma sequencial;

3ª Exploração — o objetivo é dar ao leitor a oportunidade de explorar e descobrir a intenção;

4ª Simulação — o objetivo é permitir que o usuário experimente uma intenção (normalmente um fenômeno do mundo real).

Todavia, a categorização proposta pelos autores também não pareceu apropriada para este estudo, uma vez que se destina primariamente à análise de conteúdo do jornalismo interativo. Outra opção foi procurar uma metodologia para análise de fotografias. Segundo Canabarro (2015), as fotografias podem ser lidas e analisadas por meio de planos. Assim, o autor propõe uma sequência de planos:

1. Primeiro plano: composto pelas figuras humanas que fazem parte da cena retratada, analisando a maneira como se posicionam, inclusive a pose e os gestos, bem como as vestimentas e acessórios, realçando assim as pessoas em um caráter humanista da fotografia.
2. Plano de detalhes: propicia a ênfase dos elementos significativos da imagem fotográfica, permitindo a análise direcionada ao objeto de investigação.
3. Plano de fundo: composto pela área que fica atrás das figuras retratadas, em que o fechamento da lente utilizada permite aprofundar esse plano, ou seja, a profundidade de campo.
4. Plano geral: conjunção de todos os planos anteriores, permitindo analisar a harmonia e a disjunção entre a cena, o cenário e os dispositivos técnicos utilizados pelo fotógrafo (p. 119).

A metodologia proposta por Canabarro é específica para imagens registradas em fotografias, também não exatamente apropriada para ser empregada na análise dos Pins coletados. Perante as dificuldades em encontrar uma metodologia e categorias para classificar e analisar os dados encontrados, optou-se por usar análise de conteúdo, a qual consiste em:

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 permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 2011, p. 42).

Além disso, havia a necessidade de criação de categorias para classificar e nomear os Pins encontrados quando buscado o tema Modelo Padrão de Partículas e Partículas Elementares. Então, optou-se por elaborar as categorias que abrangessem o material selecionado na rede Pinterest, levando em consideração o design empregado nos infográficos, conforme o Quadro 4.

Quadro 4 — Categorias dos Pins Modelo Padrão de Partículas e Partículas Elementares na rede Pinterest.

<b>Categoria</b>	<b>Descrição</b>	<b>Características</b>
Icônico	Figuras como cubo, esferas e outros formatos representam os elementos básicos que formam a matéria. O cubo em analogia aos tijolos estruturais, as esferas como pontos geométricos perfeitos (elementares). Os diversos formatos referem-se a um zoológico (The Particle Zoo), cada partícula elementar é representada por uma figura diferente, por exemplo, o quark up tem forma de um triângulo isósceles.	Léptons, hádrons e mésons são separados por blocos e cores diferentes.
Formação	Partindo de partículas elementares, ocorre a união para formarem outras partículas, tais como prótons, nêutrons, átomos, moléculas e estruturas maiores.	Não apresenta regularidades, podendo ser sequencial ou não.
Fragmentação	Tendo como referência uma partícula aceita historicamente como estrutura da matéria, por exemplo, o núcleo atômico com prótons e nêutrons, ocorre a divisão em partículas	Segue uma sequência.

	consideradas atualmente.	elementares	
--	--------------------------	-------------	--

Fonte: Elaborado pelos autores, 2016

## Análise e resultados

Os resultados obtidos neste trabalho decorrem da análise feita a partir dos Pins salvos na pasta Modelo Padrão de Partículas - Ensino física/química, na rede Pinterest. Empregando Análise de Conteúdo e as categorias que constam no Quadro 4, os Pins foram selecionados e classificados. No total de 44 Pins adequados, 27 apresentam o design icônico, 8 apresentam design de estrutura formativa (formação) e 9 apresentam design de desmontagem (fragmentação) até atingir a parte elementar da matéria. A Figura 1 apresenta a proporção que cada categoria representa em relação à totalidade.

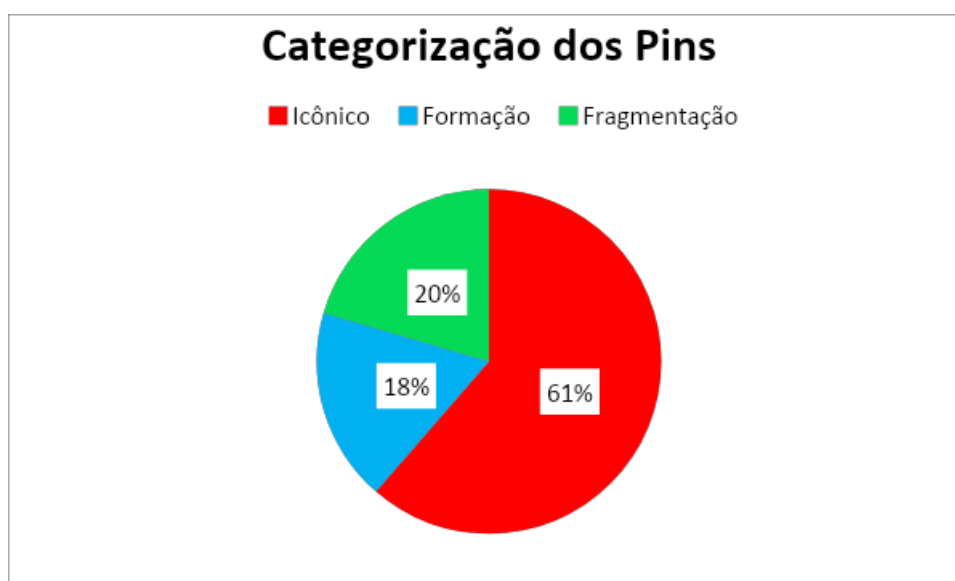


Figura 1 — Distribuição dos Pins por categorias

Na categoria icônico, 13 dos 27 Pins têm o design de cubos agrupados, dando a ideia de tijolos ou blocos básicos da matéria. Em analogia com a construção civil, os tijolos ou blocos de concreto são elementos fundamentais na construção de uma casa, um prédio comercial ou residencial, por exemplo. A partir das partículas elementares, prótons, nêutrons, átomos, moléculas, tecidos e outras estruturas são formadas.

Na mesma categoria, 11 Pins têm design de esferas, representando as partículas elementares como pontos geométricos perfeitos, considerados sem dimensão. Também com design icônico foram encontrados 3 Pins, mostrados na Figura 2, um deles em forma de tabela e dois na forma de Plush Toys<sup>6</sup>, coleção criada pela designer Julie Peasley — partículas elementares feitas de pelúcia com formatos diferentes — em alusão ao The Particle Zoo (o zoológico das partículas na década de 60).

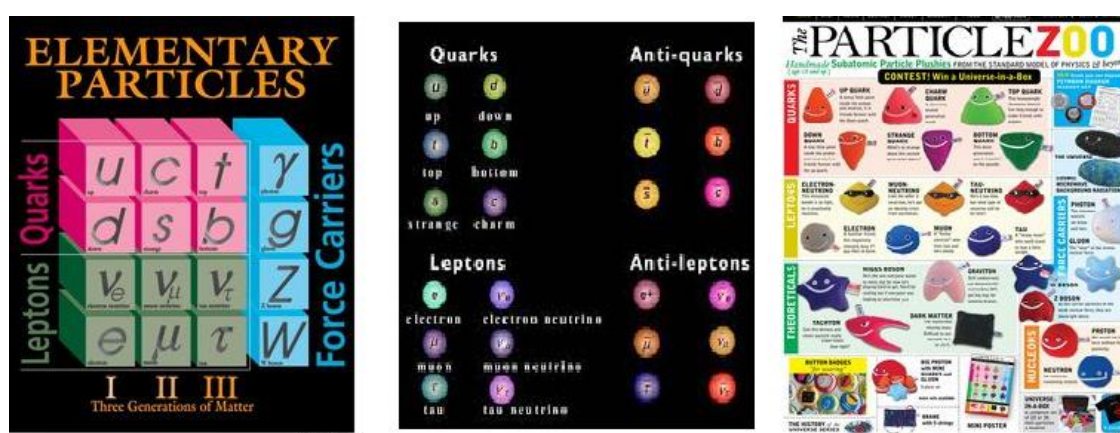


Figura 2 — Formato icônico do Modelo Padrão de Partículas (cubo, esfera, formato diverso)

Na categoria Formação foram encontrados 8 Pins. Todos eles apresentam partículas elementares agrupadas, reunidas ou confinadas num espaço para formar outra partícula. O termo "confinado" parece ser o mais apropriado quando abordamos partículas subatômicas, mostradas na Figura 3.

<sup>6</sup>Para informações consulte <https://www.particlezoo.net/>



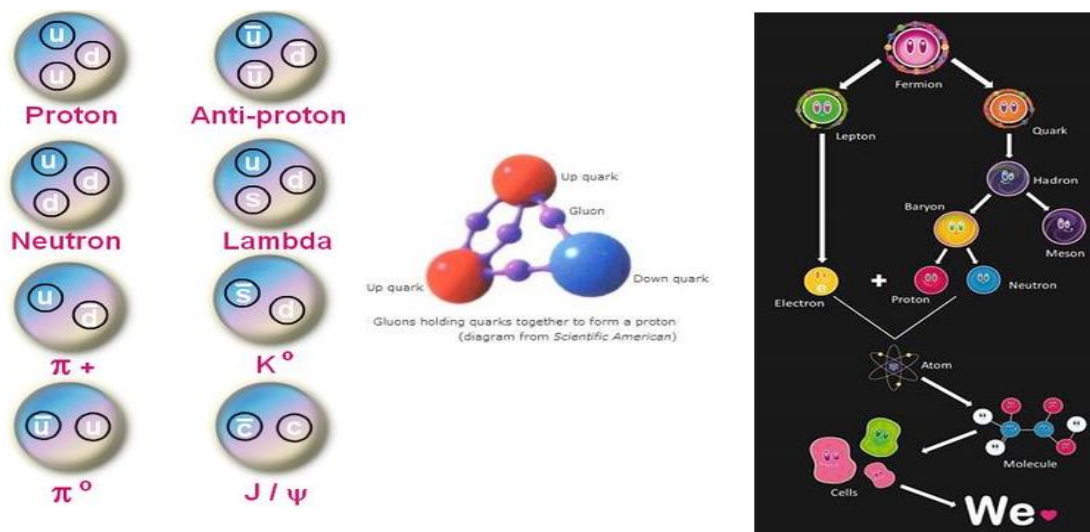


Figura 3 — Partículas elementares formando outras partículas ou estruturas

Na categoria Fragmentação foram coletados 9 Pins. O design dos Pins dessa categoria segue um padrão: partindo de uma partícula socialmente aceita como constituinte da matéria — átomo, por exemplo — ocorre a separação, a divisão em partes menores até chegar no indivisível atualmente. Isso é mostrado na Figura 4.

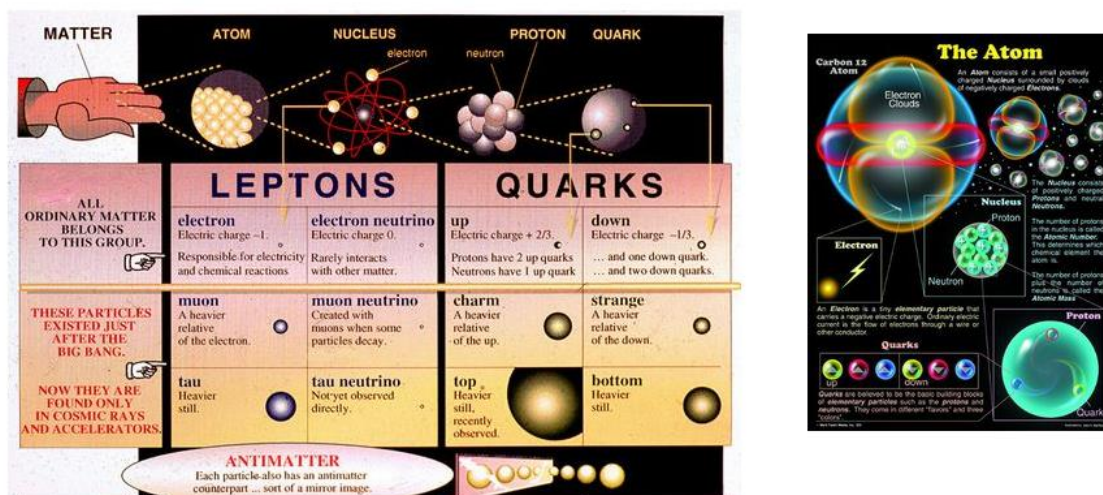


Figura 4 — Fragmentação da matéria até o indivisível de hoje

## REFERÊNCIAS

ABDALLA, M. C. B. **O discreto charme das Partículas Elementares.** Física na Escola, v.6, n.1, 2005.

ANJOS, J.; NATALE, A. A. **Partículas Elementares: A (des)construção da matéria pelo homem.** Documento on-line. Disponível em: <[http://www.cbpf.br/~desafios/media/livro/Particulas\\_elementares.pdf](http://www.cbpf.br/~desafios/media/livro/Particulas_elementares.pdf)>. Acesso em 19 mai. 2017.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo.** Edições 70, Lisboa, 2011.

CANABARRO, I. S. Fotografia e História: questões teóricas e metodológicas. **Visualidades**, Goiânia, v.13, n.1, p. 98-125, jan-jun. 2015.

CARVALHO, A. M. P.; VANNUCCHI, A. I. O Currículo de Física: Inovações e Tendências nos Anos Noventa. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, IF-UFRGS, v.1, n.1, abr. 1996.

EISBERG, R.; RESNICK, R. **Física Quântica.** Trad. Paulo Costa Ribeiro, Enio Frota da Silveira e Marta Feijó Barroso. Rio de Janeiro: Campus, 1988.

MOREIRA, M. A. Um mapa conceitual sobre partículas elementares. **Revista de Ensino de Física**, v.11, p.114 – 129, 1989.

\_\_\_\_\_. Grandes desafios para o ensino da Física na educação contemporânea. **XI Conferência Interamericana sobre Enseñanza de la Física.** Guayaquil, Equador, jul. 2013.

NASCIMENTO, T. L. **Repensando o ensino da Física no ensino médio.** Monografia (Graduação em Licenciatura Plena em Física) – Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia. 61p. Fortaleza, 2010.

OSTERMANN, F. Um Texto para Professores do Ensino Médio sobre Partículas Elementares. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 21, n. 3, setembro, 1999.

\_\_\_\_\_. **Partículas elementares e interações fundamentais.** Textos de apoio ao professor de física; n. 12. Porto Alegre: Instituto de Física - UFRGS, 2001.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Física contemporânea en la escuela secundaria: Una experiencia en el aula involucrando formación de profesores. **Enseñanza de las Ciencias**, v.18, n. 3, p.391-404, 2000.

PINHEIRO, L.; COSTA, S.; MOREIRA, M. A. **Do átomo grego ao Modelo Padrão: Os indivisíveis de hoje.** Texto de apoio ao professor de Física, vol. 22, n.6, ISSN 1807 – 2763. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2011.

QUINN, H. R. et al. **Teachers' Resource Book on Fundamental Particles and Interactions.** Springfield, VA: FPICC, 1989. Disponível em <[www.slac.stanford.edu/pubs/slacpubs/4750/slac-pub-4879.pdf](http://www.slac.stanford.edu/pubs/slacpubs/4750/slac-pub-4879.pdf)>. Acesso em 20 abr. 2017.

KALMUS, P. I. Particle physics at A-level – the universities' viewpoint. *Physics Education*, Bristol, v.27, n.2, p.62 – 64, mar. 1992.

SEGRÈ, Emilio. **Dos raios X aos quarks**. Trad. Wamberto H. Ferreira. Brasília: Ed. Universidade de Brasília. 1987.

RAJAMANICKAM, V.; NICHANI, M. **Interactive Visual Explainers-A Simple Classification**. Documento on-line, 2003. Disponível em: [http://www.elearningpost.com/articles/archives/interactive\\_visual\\_explainers\\_a\\_simple\\_classification](http://www.elearningpost.com/articles/archives/interactive_visual_explainers_a_simple_classification) . Acesso em 10 mai. 2017.

ROSENFELD, R. **O cerne da matéria**: A aventura científica que levou à descoberta do bóson de Higgs. 1ª ed.- São Paulo: Companhia das Letras, 2013.

STEINKIRCH, Marina von. **O Modelo Padrão**. Documento on-line. Disponível em <<http://www.astro.sunysb.edu/steinkirch/reviews/sm07.pdf>>. Acesso em 16 mai. 2017.

VICENTE, T. A. S. **Metodologia da Análise de Imagens**. Universidade Federal Fluminense. Disponível em <[www.contracampo.uff.br/index.php/revista/article/download/422/209](http://www.contracampo.uff.br/index.php/revista/article/download/422/209)>. Acesso 10 mai 2017.

WILSON, C. T. R. *On an Expansion Apparatus for making Visible the Tracks of Ionising Particles in Gases and some Results obtained by its Use*. **Royal Society proceedings**, A, vol.85, p.277-292, 2011. Disponível em <<http://www.jstor.org/stable/93225>>. Acesso em 29 ago. 2017.

## APÊNDICE C - Artigo 3

Artigo apresentado e publicado nos anais do XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), que ocorreu na Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN, nos dias 25 a 28 de junho de 2019

Eixo: Formação de Professores

XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XII ENPEC  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN – 25 a 28 de junho de 2019

---

### **Curso de extensão como estratégia para trabalhar radiações e tópicos de Física Moderna e Contemporânea com professores de Ciências**

**Extension course as a strategy to work on radiations and topics of modern and contemporary physics with science teachers**

**Ione dos Santos Canabarro Araujo**  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
ionecanabarroaraujo@gmail.com

#### **Resumo**

Este artigo aborda uma pesquisa qualitativa desenvolvida durante a aplicação de um curso de extensão intitulado *As radiações que nos cercam: ondas ou partículas?* O objetivo desse estudo é analisar potencialidades e operacionalidades dessa abordagem para trabalhar tópicos de Física Moderna e Contemporânea com professores de Ciências usando recursos da Cultura Digital. Os sujeitos de pesquisa foram professores e alunos de licenciatura em Ciências que participaram do curso de extensão ofertado no IFRS, campus Porto Alegre, em 2018/1. O curso teve uma estrutura inicial, mas foi sendo enriquecido devido as sugestões e a colaboração dos participantes através da interatividade e a construção coletiva do conhecimento. Os dados

## **Curso de extensão como estratégia para trabalhar radiações e tópicos de Física Moderna e Contemporânea com professores de Ciências**

### **Extension course as a strategy to work on radiations and topics of modern and contemporary physics with science teachers**

#### **Resumo**

Este artigo aborda uma pesquisa qualitativa desenvolvida durante a aplicação de um curso de extensão intitulado "*As radiações que nos cercam: ondas ou partículas?*". O objetivo desse estudo é verificar as potencialidades e operacionalidades dessa abordagem para trabalhar tópicos de Física Moderna e Contemporânea com professores de Ciências usando recursos da Cultura Digital. Os sujeitos de pesquisa foram professores e alunos de licenciatura em Ciências que participaram do curso de extensão ofertado no IFRS, campus Porto Alegre, em 2018/1. O curso teve uma estrutura inicial, mas foi sendo enriquecido devido às sugestões e a colaboração dos participantes através da interatividade e a construção coletiva do conhecimento. Os dados coletados foram analisados por meio de Análise de Conteúdo, segundo Bardin (2011). Os resultados indicam que a proposta auxiliou os docentes a aprofundarem conhecimentos, a refletirem sobre a metodologia de ensinar Ciências na contemporaneidade e a apropriação de recursos tecnológicos nas práticas escolares.

**Palavras chave:** radiações, tópicos de Física Moderna e Contemporânea, educação continuada, cultura digital

#### **Abstract**

This article approaches a qualitative research developed during the application of an extension course entitled *Radiations that surround us: waves or particles?* The objective of this study was to verify the potential and operationalities of this approach to work on topics of Modern and Contemporary Physics with science teachers using resources from the Digital Culture. The research subjects were professors and students of science degree who participated in the extension course offered in IFRS, Porto Alegre campus, in 2018/1. The course had an initial structure, but was enriched due to the participants' suggestions and collaboration through interactivity and the collective construction of knowledge. The data collected were analyzed through Content Analysis, according to Bardin (2011). The results indicate that the proposal helped teachers to deepen their knowledge, reflect on the methodology of teaching Sciences in the contemporary world and the appropriation of technological resources in school practices.

**Keywords:** radiations, topics of modern and contemporary physics, continuing education, digital culture.

## Introdução

As mudanças e as reconfigurações que a nossa sociedade vivencia ocorrem com velocidade sem precedentes no século atual. As tecnologias de informação e comunicação impulsionam para que outros arranjos sejam criados e recriados no que tange a forma de comunicação e o modo de consumir e produzir bens e serviços.

Castells (1999) afirma que os sistemas de informação estão remodelando a sociedade, segundo o autor: *“Uma revolução tecnológica concentrada nas tecnologias da informação está remodelando a base material da sociedade em ritmo acelerado. Economias por todo mundo passaram a manter interdependência global”*. (p.21)

Mas fazendo um recorte das tecnologias de comunicação e informação na escola, Cordeiro (2017) afirma que a cultura digital passa a fazer parte do cotidiano das escolas com a presença de equipamentos digitais, com maior intensidade após a chegada das tecnologias digitais móveis, enviadas por programas governamentais (Programa Um Computador por Aluno ou tablets na escola) assim como por meio de dispositivos digitais levados pelos próprios alunos e professores à escola.

Pretto (2011) afirma que neste momento contemporâneo precisamos pensar em outras educações, pensar na ideia de uma escola 2.0 (para fazer associação ao que foi denominado *web 2.0*<sup>1</sup>), pensar numa educação com múltiplas possibilidades trazidas pela complexidade, sem caminhos pré-estabelecidos, mas construídos na medida que se caminha. Pensar na possibilidade de construção coletiva de conhecimento em rede, entretanto, tendo o cuidado de fazer articulações com o saber local e os construídos socialmente.

Nessa visão, é importante investir na formação inicial e continuada dos professores para que eles tenham oportunidade de atualizarem conhecimentos, refletirem sobre suas práticas pedagógicas e utilizem recursos didáticos mais próximos da realidade do dia a dia dos alunos.

---

<sup>1</sup>Web 2.0 é um termo popularizado a partir de 2004 pela empresa americana O'Reilly Media para designar uma segunda geração de comunidades e serviços, tendo como conceito a Web enquanto plataforma, envolvendo wikis, aplicativos baseados em folksonomia, redes sociais, blogs e Tecnologia da Informação. Fonte: <<[https://pt.wikipedia.org/wiki/Web\\_2.0](https://pt.wikipedia.org/wiki/Web_2.0)>>. Acesso em 7 ago 2018.

Segundo Johnson *et al.* (2012, p. 5), “A formação de professores deve incluir competências como a educação digital [...]. De forma semelhante, professores em atividade devem envolver-se em ações de educação continuada”.

Este trabalho insere-se nesta perspectiva, e para efetivar essa intenção foi proposto um curso de extensão para professores e alunos do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza (LCN) usando recursos da Cultura Digital.

O problema de pesquisa que norteou este trabalho foi: de que maneira um curso de extensão pode contribuir na formação continuada de professores de Ciências?

#### Justificativa e objetivo do curso de extensão

As radiações fazem parte de nosso cotidiano. Estamos cercados por diversos tipos de ondas de origem eletromagnética, assim, conhecê-las e saber as vantagens e desvantagens de cada tipo de radiação contribui para sujeitos mais críticos e com capacidade de tomada de decisões, fundamentada no conhecimento científico socialmente construído ao longo dos anos. Porém, para que isso aconteça não basta a física clássica, precisamos ir um pouco além e adentrar na Física Moderna e Contemporânea. O curso de extensão se justifica porque os cursos de licenciaturas em Ciências, em geral, dispõem de pouco tempo para abordar os aspectos da física/química moderna, assim, há pouco aprofundamento desta temática e, conseqüente, fragilidades na formação docente quanto ao conhecimento específico das radiações. O curso de extensão foi elaborado visando contribuir para uma melhor compreensão das radiações que nos cercam por parte dos docentes e futuros docentes de Ciências. Recursos tecnológicos da Cultura Digital, tais como: redes sociais (página de *Facebook* e grupo fechado para interação e discussões), simuladores, vídeos e imagens foram previamente selecionados para serem utilizados porque fazem parte do universo dos nossos alunos. Dessa forma, além do viés do entretenimento, a hipótese inicial foi de que poderiam também propiciar a interatividade e a construção coletiva do conhecimento. O objetivo geral do curso foi aprofundar os conhecimentos sobre as radiações que nos cercam usando recursos da Cultura Digital.

## Metodologia

A pesquisa é de cunho qualitativa, conforme Mynaio (1993). Trata-se de um estudo de caso, definido por Yin (2005) como sendo “*uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto de vida real*” (p.32).

O contexto da pesquisa foi a formação continuada de professores de Ciências e/ou alunos do curso de licenciatura em Ciências da Natureza de qualquer semestre por meio de um curso de extensão ofertado no Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Sul, campus Porto Alegre. O curso foi presencial, perfazendo carga horária de 24 horas, distribuídos em 4 horas semanais. Esse tempo foi prolongado pois tínhamos um grupo fechado no *Facebook* que foi utilizado para postagem de artigos, links com vídeos, links de simuladores e principalmente para trocas de ideias e discussões sobre os temas tratados nos encontros presenciais. Assim, houve mais tempo para que todos pudessem interagir, mas esse tempo "extra" não foi inserido na carga horária.

Inicialmente foi elaborado um cronograma com os temas que seriam abordados durante o curso para fins de ordenamento, conforme consta no quadro 1. Todavia, foi esclarecido aos participantes do curso que o cronograma poderia ser alterado caso houvesse o interesse de aprofundar ou inserir algum tema correlato aos previstos.

Encontro	Tema
1º	Ondas eletromagnéticas: conceito, geração, espectro, radiação ionizante e não ionizante.
2º	Radiações e partículas emitidas por núcleos instáveis, partículas alfa, beta e radiação gama. Limitações da física clássica para explicar as partículas beta mais e beta menos.
3º	Aplicação das radiações na medicina, indústria e na agricultura para conservação de alimentos.



4 <sup>o</sup>	Breve histórico da Física de partículas: o átomo grego, modelos atômicos, câmara de nuvens, novas partículas, zoológico das partículas e os quarks.
5 <sup>o</sup>	Modelo Padrão de Partículas: partículas elementares, forças fundamentais da natureza e contribuições para explicar as radiações ionizantes, origem do universo e estrutura da matéria.
6 <sup>o</sup>	Fechamento do curso e avaliação da proposta de ensino.

Quadro 1 — Cronograma do curso de extensão

### Sujeitos de Pesquisa

Os inscritos no curso de extensão foram convidados a participar da pesquisa de forma espontânea. Cabe esclarecer que a inscrição no curso de extensão foi feita em formulário online<sup>2</sup> e isenta de qualquer taxa. Houve quatorze pessoas inscritas, porém somente sete efetivamente concluíram o curso com 75% de presença<sup>3</sup>. Os dados considerados para análise são referentes aos sujeitos que concluíram o curso e para preservar sua privacidade são identificados por A1, A2, ..., A7.

Neste universo de sete sujeitos, seis são do sexo feminino e um masculino; seis eram alunos do curso de licenciatura em Ciências da Natureza e somente um era formado nesse mesmo curso. Todos os sujeitos trabalhavam como professores na rede estadual de educação ou eram bolsistas.

<sup>2</sup>Inscrição online por meio de formulário *Google Forms*. A divulgação do curso ocorreu via Facebook e internamente no campus do IFRS em Porto Alegre.

<sup>3</sup>Algumas pessoas inscritas no curso de extensão não compareceram em nenhum encontro presencial, outros participaram somente dos primeiros encontros. Todos os desistentes justificaram a não continuidade no curso por meio de e-mail, e o principal motivo da desistência foi a sobrecarga de tarefas no final do semestre (formatura e finalização de trabalho de conclusão; fechamento de notas de alunos e provas de recuperação; aumento da procura por aulas particulares e a oportunidade de ganho extra.

## Método de análise

Para responder à questão de pesquisa foi necessário tecer inferências e interpretação dos dados coletados. Entretanto, para chegar a este estágio foi preciso percorrer etapas importantes no processo, uma metodologia de análise. Para isso, utilizamos a metodologia de Análise de Conteúdo, que Bardin (2011) define 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 permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (p.42).

Para nortear este trabalho de análise, as etapas do processo foram esquematizadas na figura 1, baseado em Bardin (2011) e Franco (2008).



Figura 1 — Organização do processo de análise dos dados

Os instrumentos que compuseram o *corpus* da pesquisa foram: Formulário de inscrição (FI), postagens no grupo fechado do *Facebook* (GF) e registro reflexivo (RR). O FI continha perguntas sobre o perfil dos inscritos e também uma pergunta aberta sobre quais eram as expectativas em relação ao curso de extensão; no GF

os participantes eram estimulados a participar postando comentários, fazendo observações, tirando dúvidas e compartilhando materiais e saberes; no RR os participantes responderam questões abertas para avaliar o curso e refletir sobre as possíveis contribuições na formação docente.

#### Análise e discussões

Após a fase da pré-análise, conforme figura 1, começou a segunda fase: a exploração do material com o objetivo de fazer a codificação. Nesse processo de codificação foram estabelecidas as unidades de registro e unidade de contexto.

Retornando aos dados e verificando o contexto que os registros foram produzidos, foi possível agrupar os temas iniciais em cinco subcategorias, a partir das quais foram criadas três categorias *a posteriori*, conforme o quadro 2.

<b>Categorias</b>	<b>Subcategorias</b>	<b>Temas iniciais e frequência de ocorrência</b>
1. Formação docente em relação ao conteúdo das radiações e suas aplicações	Construção de conhecimento	Construção e aprofundamento de conhecimento (25,50%)
	Autonomia na construção de conhecimento	Estabelecimento de relações (23,60%)
		Estímulo à pesquisa (4,71%)
2. Formação docente em relação a metodologia de ensinar Ciências na contemporaneidade	Incentivo às novas práticas educacionais	Preparação docente para atuar no Ensino Médio (7,53%)
		Inspiração no planejamento de aulas (10,37%)
	Estímulo para utilizar recursos tecnológicos nas salas de aulas	Recursos para aulas de mais dinâmicas (4,71%)
		Ferramentas pedagógicas para aulas de Ciências (4,71%)

		Facilitador da aprendizagem (15,10%)
3. Formação docente para incorporar aspectos da Cultura Digital nas práticas escolares.	Perspectiva da colaboração.	Compartilhamento de materiais (3,77%)

Quadro 2 — Categorias e subcategorias criadas *a posteriori*

A categoria 1 — Formação docente em relação ao conteúdo das radiações e suas aplicações — refere-se à questão da complementação, a oportunidade que os docentes e/ou estudantes da LCN afirmam que tiveram de aprofundar seus conhecimentos e esclarecer dúvidas sobre as radiações do espectro eletromagnético e também as emissões de partículas emitidas espontaneamente dos núcleos de átomos instáveis. Nas palavras dos sujeitos, temos:

A3: “Os assuntos discutidos no encontro foram bem pertinentes, pois eu só ouvi falar e não tinha conhecimento aprofundado”.

A1: “Através das práticas realizadas neste encontro tive a oportunidade de esclarecer e fixar alguns termos, [...] esclareci a dúvida sobre a questão de como percebemos as cores”.

A5: “Incrível de como não sabemos de nada sobre a questão dos alimentos serem irradiados, e 'irradiação' que muitas vezes é tratado como um tabu e/ou algo perigoso foi bem explicado e desmistificado, muito legal poder aprender”.

Para contextualizar a fala do sujeito A5: ele está comentando no grupo fechado do *Facebook* sobre irradiação de alimentos, quando foi estudado sobre a aplicação de radiação na agricultura para conservação de alimentos. Essa temática despertou o interesse deles em saber mais sobre o assunto, e buscando atender as expectativas, a pesquisadora postou no grupo do *Facebook* o artigo Alimentos Irrradiados<sup>4</sup>, de autoria de Gustavo Almeida. No último encontro foi promovido um fórum com esse pesquisador via *Hangout*.

---

<sup>4</sup>Disponível em <<<https://www.blogs.unicamp.br/cienciaemsi/2016/06/15/alimentos-irradiados/>>>. Acesso em 18 jun 2018.

Ainda sobre a categoria 1, a fala dos sujeitos corrobora Oliveira Junior, Prata-Linhares e Karwoskic (2018) que afirmam que a formação continuada assume diferentes perspectivas: suprimento, atualização, treinamento, aprofundamento e pesquisa. Para os autores o suprimento está direcionado para formação complementar à inicial. A necessidade de formação complementar não é algo novo, Marin (1996) e Martins (2009) já alertavam para as dificuldades recorrentes de formar bem os professores, o que leva à necessidade de cursos extras ao longo da carreira docente.

A categoria 2 — Formação docente em relação a metodologia de ensinar Ciências na contemporaneidade — refere-se a outros olhares e possibilidades de ensinar Ciências de forma diferente da tradicional. As falas dos sujeitos evidenciam essa tendência.

A6: *“Dou aula no 2º ano do Ensino Médio e o último trimestre um dos conteúdos programáticos é a Radiação. [...] o curso vai me ajudar a desenvolver meus conhecimentos sobre o tema, [...] espero que também dê ideias de como abordar esse tema em sala de aula”.*

A7: *“Meus objetivos eram relacionados à didática de sala de aula, ideias de como trabalhar o conteúdo. Conheci não a meras experiências, mas também temas problematizadores”.*

O posicionamento dos docentes e futuros docentes está de acordo com as afirmações de Ramalho (2006), de que o exercício da profissão docente requer formação sólida não somente em relação aos conteúdos científicos específicos da disciplina que o docente atua, mas também aos aspectos didáticos.

A categoria 3 — Formação docente para incorporar aspectos da Cultura Digital nas práticas escolares — está relacionada à utilização de recursos tecnológicos, inerentes da nossa cultura atual, nas práticas escolares. Conforme afirma Cordeiro (2017): *“A cultura digital passa a fazer parte do cotidiano das escolas com a presença de equipamentos digitais [...], com maior intensidade com a chegada das tecnologias digitais móveis”* (p.1030).

Os sujeitos de pesquisa foram bem receptivos em relação aos recursos digitais. Nas suas palavras:

*“Adorei o grupo do Facebook, pois o conteúdo, as discussões continuam lá e podem ser sempre acessadas” (A2).*

*“[...] por meio do simulador é possível visualizar os conceitos, principalmente a questão de frequência, amplitude e a geração de campo” (A1).*

## Conclusões

Apesar deste trabalho tratar de um estudo de caso sem pretensão de generalizar os resultados encontrados, os participantes do curso de extensão puderam esclarecer dúvidas, aprofundar seus conhecimentos sobre radiações e compreender as limitações da física clássica para dar fundamentação teórica para certos tipos de radiações e partículas de origem nuclear. Assim como tiveram a possibilidade de pensar outras metodologias de ensinar Ciências em tempos de mundo globalizado e conectado em rede.

Como sugestão de futuro trabalho, esse curso poderia ser replicado e oferecido para professores de Ciências formados há mais de vinte anos e que atuam na educação básica.

## Referências

BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 2011.

CASTELLS, M. *A sociedade em Rede*. Volume I, 2<sup>o</sup> edição. Tradução: Roneide Venancio Majer. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

CORDEIRO, S. F. N. Jornada Ampliada e Cultura Digital: cotidiano e espaços-tempos do educar. *Educação & Realidade*, Porto Alegre, v. 42, n. 3, 2017, p. 1123-1142.

FRANCO, M. L. P. B. **Análise de Conteúdo**. Brasília, 3<sup>a</sup> edição: Liber Livro Editora, 2008.

JOHNSON, L., BECKER, S.A., CUMMINS, M., ESTRADA, V., MEIRA, A. *Technology Outlook for Brazilian Primary and Secondary Education 2012-2017: An NMC Horizon Project Sector Analysis*. Austin, Texas: The New Media Consortium, 2012.

MARIN, A. J. Propondo um novo paradigma para formar professores a partir das dificuldades e necessidades históricas nessa área. In: **Formação de professores: tendências atuais**. São Carlos: EdUFSCar, p. 59–91, 1996.

MARTINS, P. L. O. **A didática e as contradições da prática**. 3. ed. Campinas, SP: Papyrus, 2009.

MINAYO, M. C. S. Quantitativo-Qualitativo: Oposição ou Complementaridade? **Cad. Saúde Públ.**, Rio de Janeiro, 9 (3), 1993, p. 239-262.

OLIVEIRA JÚNIOR, A. P.; PRATA-LINHARES, M. M.; KARWOSKIC, A.M. Formação docente no contexto brasileiro das Instituições Federais de Educação Superior. **Ensaio: aval. pol. públ. Educ.**, Rio de Janeiro, v.26, n. 98, 2018, p. 52-90.

PRETTO, N. de L. O desafio de educar na era digital: educações. **Revista Portuguesa de Educação**, 24(1), 2011, p. 95-118.

RAMALHO, B. L. Reflexões sobre o ensino e o exercício da docência no ensino superior. **ForGRAD em Revista**, Vitória, n. 1, 2006, p. 26–32.

YIN, R. K. **Estudo de caso: Planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookmann, 2007.

## APÊNDICE D - Artigo 4

Artigo publicado na Revista Brasileira de Educação, Tecnologia e Sociedade (BRAJETS), v. 12, n. 2, 2019. ISSN: 2316-9907. Qualis B2 na área de Ensino.

# REVISTA BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (BRAJETS)

[CASA](#) [SOBRE](#) [CONECTE-SE](#) [REGISTRO](#) [PROCURAR](#) [ATUAL](#) [ARQUIVOS](#) [COMUNICADOS](#)

[Home](#) > [Vol 12, No 2 \(2019\)](#) > [Arquivo](#)

## MODELO DE PARTÍCULAS E REFORMULAÇÃO CONCEITUAL DO MODELO ATÔMICO ATRAVÉS DE UMA UNIDADE DE ENSINO RETORNADA AOS PROFESSORES DE CIÊNCIA

*José dos Santos Canabarro Araujo, José Vicente Lima Robaina*

### ABSTRATO

Este artigo relata a experiência de uma Unidade Didática (UD) no Modelo Padrão de Partículas, partindo das limitações da física clássica para explicar o decaimento radioativo beta. O trabalho foi aplicado em Ciências da Natureza: Habilitação em Biologia e Química (LCN) do Instituto Federal do Rio Grande do Sul, campus de Porto Alegre, no último semestre do curso. Este trabalho teve como objetivo identificar as possibilidades e operacionalidades de uma UD para trabalhar com tópicos de Física Moderna entre professores de ciências. Os objetivos específicos eram verificar as limitações da física clássica para explicar certos tipos de radiação e a necessidade da física moderna para auxiliar na compreensão; familiarizar professores de ciências com modelos e conceitos da Física Moderna. Esta é uma pesquisa qualitativa, de acordo com Minayo (1993). Os dados foram coletados através do diário de campo do pesquisador, questionários com perguntas abertas, mapas mentais e trabalhos desenvolvidos pelos alunos (chamados de professores devido à proximidade da proximidade da graduação). Os dados foram analisados por meio da Análise de Conteúdo, conforme Bardin (2011). A partir dos dados coletados, podemos ver evidências de que o conceito do modelo atômico atual foi reformulado, de acordo com Eisberg e Resnick (1988), ou seja, o átomo é formado por léptons, hádrons e partículas mediadoras de força, chamadas bósons. A compreensão do modelo atômico atual e das forças mediadoras das partículas forneceu fundamentação teórica e clareza para os professores explicarem a radiação de origem nuclear e a operação de equipamentos que realizam diagnóstico por imagem, mapas mentais e trabalhos desenvolvidos pelos alunos (chamados professores devido à proximidade da proximidade da graduação). Os dados foram analisados por meio da Análise de Conteúdo, conforme Bardin (2011). A partir dos dados coletados, podemos ver evidências de que o conceito do modelo atômico atual foi reformulado, de acordo com Eisberg e Resnick (1988), ou seja, o átomo é formado por léptons, hádrons e partículas mediadoras de força, chamadas bósons. A compreensão do modelo atômico atual e das forças mediadoras das partículas forneceu fundamentação teórica e clareza para os professores explicarem a radiação de origem nuclear e a operação de equipamentos que realizam diagnóstico por imagem, mapas mentais e trabalhos desenvolvidos pelos alunos (chamados professores devido à proximidade da proximidade da graduação). Os dados foram analisados por meio da Análise

### DOAÇÕES

#### TAMANHO DA FONTE



OPEN JOURNAL SYSTEMS

[Ajuda do diário](#)

#### DO UTILIZADOR

Nome do usuário

Senha

Lembre de mim

#### LÍNGUA

Selecione o idioma

English

#### CONTEÚDO DA REVISTA

Procurar

Esopo da Pesquisa

All



## MODELO PADRÃO DE PARTÍCULAS E A REFORMULAÇÃO CONCEITUAL DO MODELO ATÔMICO POR MEIO DE UMA UNIDADE DIDÁTICA VOLTADA PARA PROFESSORES DE CIÊNCIAS

### RESUMO

Este trabalho relata a experiência de uma Unidade Didática (UD) sobre o Modelo Padrão de Partículas partindo das limitações da física clássica para explicar o decaimento radioativo beta. O trabalho foi aplicado em uma turma de licenciatura em Ciências da Natureza: Habilitação Biologia e Química (LCN) do Instituto Federal do Rio Grande do Sul, campus Porto Alegre, no último semestre do curso. O trabalho objetivou identificar as possibilidades e operacionalidades de uma UD para trabalhar com tópicos de Física Moderna entre professores de Ciências. Os objetivos específicos foram: verificar as limitações da física clássica para explicar certos tipos de radiações e a necessidade da Física Moderna para auxiliar na compreensão; familiarizar professores de Ciências com modelos e conceitos da Física Moderna. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, segundo Minayo (1993). Os dados foram coletados através de diário de campo da pesquisadora, questionários com perguntas abertas, mapas mentais e trabalhos desenvolvidos pelos alunos (chamados de professores devido à proximidade de conclusão da graduação). Os dados foram analisados por meio da Análise de Conteúdo, segundo Bardin (2011). Através dos dados coletados, pode-se verificar indícios de que houve reformulação do conceito do modelo atômico atual, conforme Eisberg e Resnick (1988), ou seja, o átomo é formado por *Léptons*, *hádrons* e por partículas mediadoras de força, chamadas de *bósons*. A compreensão do modelo atômico atual e das partículas mediadoras de forças trouxe embasamento teórico e clareza para os professores explicarem as radiações de origem nuclear e o funcionamento de equipamentos que realizam diagnóstico por imagem.

**Palavras-chave:** Modelo Padrão de Partículas. Formação de professores de Ciências. Física Moderna.

## **MODEL OF PARTICLES AND THE CONCEPTUAL REFORMULATION OF THE ATOMIC MODEL THROUGH A TEACHING UNIT RETURNED TO TEACHERS OF SCIENCE**

### **ABSTRACT**

This paper reports the experience of a Didactic Unit (UD) on the Standard Particle Model starting from the limitations of classical physics to explain beta radioactive decay. The work was applied in a bachelor's degree in Nature Sciences: Biology and Chemistry Habilitation (LCN) of the Federal Institute of Rio Grande do Sul, Porto Alegre campus, in the last semester of the course. This work aimed to identify the possibilities and operationalities of a UD to work with topics of Modern Physics among science teachers. The specific objectives were to verify the limitations of classical physics to explain certain types of radiation and the need of modern physics to aid in understanding; to familiarize science teachers with models and concepts of Modern Physics. This is a qualitative research, according to Minayo (1993). The data were collected through the researcher's field diary, questionnaires with open questions, mental maps and works developed by the students (called teachers due to graduation proximity). The data were analyzed through Content Analysis, according to Bardin (2011). From the collected data, we can see evidence that the concept of the current atomic model has been reformulated, according to Eisberg and Resnick (1988), that is, the atom is formed by Leptons, hadrons and force-mediating particles, called bosons. The understanding of the current atomic model and of the forces mediating particles has provided theoretical background and clarity for teachers to explain the radiation of nuclear origin and the operation of equipment that perform diagnostic imaging.

**Keywords:** Standard Particle Model. Training of science teachers. Modern physics.

## 1 INTRODUÇÃO

A Ciência é uma construção humana que molda e é moldada pela sociedade constantemente. Em analogia, podemos considerar um organismo vivo e plástico em reconstrução, evolução e crescimento. O emprego da Ciência, ou melhor, dos conhecimentos científicos construídos e socializados culturalmente, tem permitido avanços tecnológicos e com velocidade sem precedentes no século atual.

Para Carvalho e Vannuchi (1996): “Vivemos hoje num mundo altamente tecnológico - fibra ótica, códigos de barra, microcomputadores etc, etc, etc..- e o nosso ensino ainda está em Galileu, Newton, Ohm, não chegou ainda no século vinte”. (documento *online*)

Os autores estão se referindo ao ensino de física, entretanto, esse contexto de desatualização curricular e de utilização de metodologia de ensino não condizente com a época que vivenciamos no mundo globalizado (informações com atualização frequente, conexão em rede e construção coletiva do conhecimento) estende-se para o ensino de Ciências.

Conforme Krasilchik (1987), tradicionalmente a Ciência tem sido ensinada como uma coleção de fatos, de fenômenos, teorias e enunciados para decorar. Não há preocupação em relação aos alunos discutirem as causas dos fenômenos, estabelecerem relações causais e entenderem os processos que estão estudando. O ensino fica limitado à apresentação dos produtos da Ciência, sem dar a devida importância para os eventos e procedimentos que levam às descobertas científicas.

Dessa forma, para muitos alunos, aprender Ciências é decorar fórmulas, nomes de cientistas, descrição de substâncias, leis e enunciados. Assim, *“o que poderia ser uma experiência intelectual estimulante passa a ser um processo doloroso que chega até a causar aversão”* (KRASILCHIK, 1987, p. 52).

Nesta perspectiva, Viecheneski e Carletto (2013) enfatizam que a metodologia dos professores de ciências pode estimular a curiosidade e o espírito investigativo nos alunos, despertando o encantamento pela ciência, mas também pode ser ao contrário e inibir esses sentimentos. Dessa forma, o gosto pela ciência, ou a aversão, provavelmente contribuirá nas escolhas profissionais futuras dos educandos. Carvalho *et al.* (2007) reforçam a importância de os primeiros contatos da criança com a ciência serem agradáveis.

[...] se fizer sentido para as crianças, elas gostarão de Ciências e a probabilidade de serem bons alunos nos anos posteriores será maior. Do contrário, se esse ensino exigir memorização de conceitos além da adequada a essa faixa etária e for descompromissado com a realidade do aluno, será muito difícil eliminar a aversão que eles terão pelas Ciências (p.6).

Por isso é importante investir na formação inicial e continuada dos professores, para que tenham oportunidade de rever suas concepções, atualizar conhecimentos, refletir sobre suas práticas pedagógicas e utilizar recursos didáticos diferenciados, visando a elaboração de aulas de ciências estimulantes que possam capturar o interesse dos alunos. Nos dizeres de Gouw, Mota e Bizzo (2016, p. 643): “O interesse pela ciência escolar é um dos caminhos trilhados para se chegar à ciência acadêmica.”

Entretanto, muitos professores ainda lecionam Ciências centrados no livro didático e empregam a metodologia das aulas expositivas.

Muitos professores ainda preferem desenvolver suas aulas baseadas em estratégias que estejam mais ao seu alcance, e que lhes proporcionem maior grau de segurança. Portanto, procuram optar pelas tradicionais aulas expositivas e pelo constante uso dos livros didáticos, ao invés de utilizarem novos métodos de ensino, mais ousados, capazes de estimular o diálogo e a interação em sala de aula (RAMOS e ROSA, 2008, p. 318).

Talvez estes professores estejam reproduzindo as aulas que tiveram na sua formação inicial. No trabalho de Queiroz e Azevedo (1987) há algumas evidências que possibilitam pensar nessa perspectiva. Os autores propuseram um curso de extensão destinado para professores de ciências; o curso foi focado em experimentos e discussões dos conceitos científicos envolvidos nos fenômenos observados. Após as avaliações, os autores afirmam: “os cursos de extensão mostram como eles aproveitaram a oportunidade de aulas experimentais para esclarecer conceitos criticando a formação exclusivamente teórica recebida” (p. 8).

Assim, torna-se imprescindível rever a formação inicial e continuada dos professores de Ciências, pois as práticas pedagógicas precisam estar adequadas às especificidades da sociedade em que vivemos.

Este trabalho insere-se nesta perspectiva e teve como objetivo principal identificar as possibilidades e operacionalidades de uma Unidade Didática (UD) para trabalhar com tópicos de Física Moderna entre professores de Ciências. Os

objetivos específicos foram: verificar as limitações da física clássica para explicar certos tipos de radiações e a necessidade da Física Moderna para auxiliar na sua compreensão; e familiarizar professores de Ciências com modelos e conceitos da Física Moderna.

A UD se justifica no sentido de que os cursos de licenciatura em Ciências, em geral, dispõem de pouco tempo para abordar aspectos da física/química mais recentes, sendo assim, há pouco aprofundamento desta temática e consequente fragilidade na formação docente em relação à tópicos da Física Moderna. Por outro lado, a Física Moderna é um suporte teórico importante para explicar, por exemplo, a energia nuclear, a emissão de radiações e partículas nucleares e o efeito fotoelétrico.

## 2 CONTEXTO DA PESQUISA

O curso de Licenciatura em Ciências da Natureza: Habilitação em Biologia e Química (LCN) foi criado em 2010 no Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Sul, campus Porto Alegre (IFRS/Porto Alegre), e apresenta o diferencial de habilitar os professores para atuar em mais de uma disciplina. A modalidade do curso é presencial, com ingresso por meio de prova e através do Sistema de Seleção Unificada (SISU). As principais informações sobre o curso constam no quadro 1.

A UD foi aplicada no segundo semestre de 2016, na LCN do IFRS. Neste período, a pesquisadora fez estágio docente de doutorado no componente curricular Tópicos Avançados de Química.

Quadro 1 — Dados de identificação do curso LCN do IFRS/Porto Alegre

<b>Licenciatura em Ciências da Natureza: Habilitação em Biologia e Química<sup>1</sup></b>	
Tipo	Licenciatura
Habilitação	Ciências (Ensino Fundamental), Biologia e Química (Ensino Médio)
Tempo de duração	9 semestres
Oferta	Anual

Carga horária	4.133 horas (incluindo estágio docente e horas de atividades complementares)
Número de vagas	36
Organização	Em unidade de aprendizagem: Unidade de Aprendizagem Pedagógica (UAP) Unidade de Aprendizagem Científica (UAC) Unidade de Aprendizagem Integradora (UAI)
Etapas estruturantes	Semestres com temas centrados na natureza:  I Terra e Universo II Matéria e Energia III Ambiente e Energia IV Vida e Energia V Diversidade Biológica VI Vida e Ambiente VII Vida e Evolução VIII Saúde e Tecnologia IX Ciência e Sociedade

Fonte: Projeto Pedagógico do Curso LCN

O componente curricular Tópicos Avançados em Química (UAC91) pertence a Unidade de Aprendizagem Científica e é ofertado no último semestre do curso. Na época de aplicação da UD, cinco alunos (dois do sexo masculino e três do sexo feminino) estavam matriculados no componente curricular e todos aceitaram participar espontaneamente desta pesquisa.

---

<sup>1</sup>Para informações detalhadas consultar o Plano Pedagógico. Disponível em: <[http://www2.poa.ifrs.edu.br/wp-content/uploads/2010/05/ppc\\_ciencias\\_natureza\\_ago2013.pdf](http://www2.poa.ifrs.edu.br/wp-content/uploads/2010/05/ppc_ciencias_natureza_ago2013.pdf)>. Acesso em 18 jul. 2018.

Cabe salientar que a carga horária do componente curricular é 80 horas/aula e a professora titular cedeu espaço para a execução da UD, após aprovação via colegiado do curso. A UD foi organizada de forma a contemplar 36 horas/aula, com 3 horas/aula semanais durante 3 meses. As demais aulas, para completar às 80 horas/aula, foram trabalhadas pela professora titular.

Neste trabalho os sujeitos de pesquisa são identificados como A1, A2, A3, A4 e A5 para preservar a identidade dos participantes.

### 3 METODOLOGIA/ DETALHAMENTO DAS ATIVIDADES

Este trabalho foi desenvolvido por meio do diálogo permanente entre os professores e a pesquisadora. Inicialmente, foi elaborado o plano de trabalho, com base na ementa do componente curricular<sup>2</sup>, conforme consta no quadro 2. O plano de trabalho foi um trabalho coletivo da professora titular do IFRS/Porto Alegre e da pesquisadora.

Quadro 2 — Organização da Unidade Didática

<b>Unidade Didática: Radiações e Partículas Elementares</b>	
Semana	Conteúdos trabalhados
1 <sup>a</sup>	Espectro eletromagnético e energia em função da frequência.
2 <sup>a</sup>	Modelo atômico de Bohr e os níveis de energia. Quantização da energia.
3 <sup>a</sup>	Núcleo atômico e instabilidade nuclear.
4 <sup>a</sup>	Radiações e partículas de origem nuclear. Partículas alfa, beta e radiação gama.
5 <sup>a</sup>	Aplicação das radiações na medicina. Diagnósticos por imagem e tratamentos com radioisótopos.
6 <sup>a</sup>	Irradiação e contaminação radioativa.
7 <sup>a</sup>	Fissão e fusão nuclear.

<sup>2</sup>Os alunos do curso LCN participantes da UD estavam no último semestre, ou seja, na iminência da colação de grau, por isso são tratados como professores de Ciências.

8 <sup>a</sup>	Energia nuclear e usinas nucleares. Instalações industriais empregadas para produzir eletricidade por meio de energia nuclear.
9 <sup>a</sup>	Comportamento dual da luz. Efeito fotoelétrico e suas aplicações.
10 <sup>a</sup>	Partículas Elementares e o Modelo Padrão de Partículas.
11 <sup>a</sup>	Modelo Atômico Atual. Quarks, Léptons e Bósons.
12 <sup>a</sup>	Apresentação de trabalhos. Construção do Modelo Padrão de Partículas e pesquisa sobre diagnóstico por imagem.

Fonte: Elaborado pelos autores.

No primeiro encontro foi proposto aos professores de Ciências que construíssem mapas mentais sobre o modelo atômico atual.

O objetivo dessa atividade foi saber a concepção que eles tinham sobre modelo atômico e partículas elementares. Neste mesmo encontro a pesquisadora solicitou que, semanalmente, os professores respondessem a um pequeno questionário, com questões abertas. As questões foram as seguintes:

1<sup>a</sup> O que aprendi na aula hoje?

2<sup>a</sup> Quais relações eu posso fazer com meu dia a dia ou com outras disciplinas?

Com essas combinações, iniciou-se a UD que prosseguiu conforme o cronograma do quadro 2. No 5<sup>o</sup> encontro foi solicitado que os professores fizessem uma pesquisa sobre diagnóstico por imagem, a qual seria socializada com a turma no encerramento da UD.

Quando foi trabalhado o tópico partículas elementares e Modelo Padrão de Partículas, no 10<sup>o</sup> encontro, foi pedido aos professores que construíssem uma "caixinha", um paralelepípedo contendo cubos que representassem as partículas elementares do Modelo Padrão de Partículas.

Na última semana de encontro, os professores fizeram, novamente, mapas mentais sobre a concepção deles sobre um átomo. Na continuação, houve a apresentação da caixinha do Modelo Padrão de Partículas, conforme pode ser verificado na figura 1<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup>A foto da figura 1 foi editada para evitar reconhecimento dos rostos dos sujeitos, a fim de preservar sua identidade.



Essa atividade foi executada no horário extraclasse e socializada em aula de forma individual.

Figura 1 — Construção do Modelo Padrão de Partículas



Fonte: acervo dos autores

Em continuidade, os professores apresentaram as pesquisas feitas, também no horário extraclasse, sobre diagnósticos por imagem. A organização da atividade consta na tabela 1.

Tabela 1 — Trabalho de pesquisa

Grupo	Número de sujeitos	Tema
1	2	Ressonância magnética
2	1	Ecografia
3	2	Tomografia por emissão de pósitrons (PET)

Fonte: Autores, 2018

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

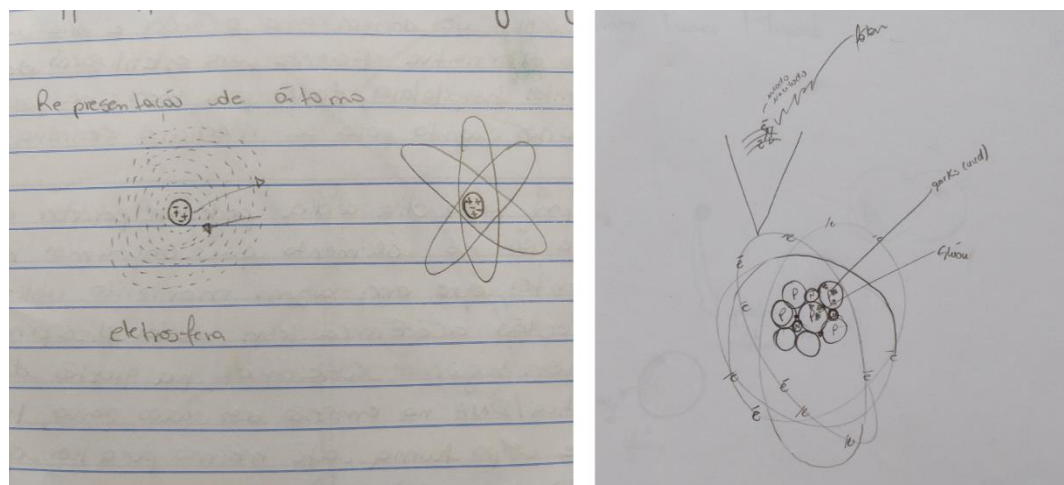
A análise dos resultados fundamenta-se na abordagem qualitativa, conforme Minayo e Sanches (1993). Trata-se de uma pesquisa exploratória que utilizou diário de campo, mapas mentais, questionários aplicados semanalmente e trabalhos (elaborados pelos professores) como instrumentos de coleta de dados.

Os dados coletados foram analisados por meio da Análise de Conteúdo, segundo Bardin (2011).

Por meio dos mapas mentais, propostos inicialmente, foi possível verificar que todos apresentavam uma visão simplista e desatualizada sobre o modelo atômico atual: o modelo atômico de Bohr era considerado atual. No decorrer da UD a concepção de modelo atômico foi sendo reformulada, prótons e nêutrons não foram mais representados como partículas elementares, mas sim como partículas formadas por quarks e os glúons intermediando a força que atua sobre eles na esfera nuclear. A figura 2 ilustra a representação de um átomo (do sujeito A4) em dois momentos: no início e no final da UD.

No decorrer do desenvolvimento da UD os professores foram percebendo a incompatibilidade desse modelo atômico para explicar partículas subatômicas emitidas em decaimentos radioativos.

**Figura 2** — Representação de um átomo em momentos distintos



**Fonte:** acervo dos autores

Cabe salientar que os elementos químicos que possuem núcleo atômico com mesmo número de prótons e nêutrons são elementos estáveis, mas se há mais nêutrons ou prótons no núcleo ocorrerá uma instabilidade. Como consequência dessa instabilidade o núcleo emitirá partículas e/ou radiação gama até ocorrer a estabilidade.

A emissão da partícula beta foi a que gerou mais "desconforto" entre os professores, pois não há como explicar este tipo de decaimento usando o modelo

atômico de Bohr, ainda mais pela ocorrência de decaimento beta de diferentes formas.

Conforme Avancini e Marinelli (2009), a emissão de partícula beta pode ser de dois tipos:

1. Beta menos ( $\beta^-$ ): ocorre devido a transformação de um nêutron em um próton no núcleo, emitindo também um elétron e um antineutrino do elétron;
2. Beta mais ( $\beta^+$ ): decorre da transformação de um próton em um nêutron com emissão de pósitron e um neutrino do elétron.

O carbono-14 ( $C^{14}$ ), por exemplo, com massa atômica 14 (6 prótons e 8 nêutrons), ou seja, com dois nêutrons a mais que o isótopo estável  $C^{12}$ , é instável e decai através da emissão da partícula  $\beta^-$ . No decaimento, ocorre a transformação de um nêutron em próton e a emissão de um elétron e um antineutrino. Dessa forma, obtêm-se o elemento com o número de prótons 7 ( $Z=7$ ) que corresponde ao nitrogênio estável, pois tem o mesmo número de prótons e nêutrons.

Outro exemplo: o carbono-10 ( $C^{10}$ ) com 6 prótons e 4 nêutrons; 2 prótons a mais que o número de nêutrons, sendo um núcleo instável. Esse elemento decai emitindo uma partícula  $\beta^+$ , transformando um próton em nêutron e emitindo um neutrino e um pósitron. O elemento resultante é o boro com 5 prótons ( $Z=5$ ) e 5 nêutrons; portanto, um elemento químico estável.

Nos decaimentos por emissão de partículas  $\beta^+$  e  $\beta^-$  os prótons e os neutros permanecem no núcleo atômico, mas o neutrino, o antineutrino, o elétron ou o pósitron são emitidos do núcleo através da mediação da força fraca.

As partículas pósitron e neutrino não constam no modelo atômico de Bohr, foram previstas teoricamente e detectadas posteriormente a formulação desse modelo atômico. Esse argumento aguçou o interesse dos professores em estudar, construir conhecimentos e compreender os tópicos estudados. Este fato pode ser observado nas respostas do questionário semanal, nas palavras do sujeito A3: *“Construí um conhecimento mais específico sobre as partículas elementares a partir da interpretação do Modelo Padrão.”*

O sujeito A5 afirma que entendeu a origem do Universo. Nas suas palavras: *“Aprendi sobre como se deu o início do universo, contudo não tinha nunca entendido o porquê de ter acontecido a explosão. Aprendi que tem uma relação com o comportamento de estabilidade do núcleo do átomo.”*

O sujeito A4 menciona que: *“Na aula de radioisótopos de hoje identifiquei os diferentes blocos das emissões das partículas alfa, beta e radiação gama [...]. Compreendi sua utilização na medicina para diagnóstico de doenças como o câncer.”*

Outra questão importante é que eles puderam entender a aplicabilidade dos temas estudados e fazer relações. Nas palavras do sujeito A1:

Hoje aprendi sobre energia nuclear, mas o que foi interessante foi a ligação que fizemos com a parte ambiental, com a componente Educação Ambiental, [...]. Tenho uma outra visão sobre a tecnologia e suas aplicações, principalmente a longo prazo. Antes via sob a perspectiva de usuário de um serviço, sem considerar os impactos.

Em todas as aulas os professores foram bastante participativos e questionadores. Especificamente o tópico sobre energia nuclear estimulou o debate e as perguntas sobre a designação dos resíduos radioativos descartados nas usinas nucleares e nos hospitais.

As atividades da "caixinha" do Modelo Padrão de Partículas e a apresentação das pesquisas sobre diagnósticos por imagem foram apresentadas no último encontro, e os mapas sobre a representação de um átomo foram refeitos.

Neste mesmo dia, a professora titular acompanhou a pesquisadora na aula e avaliou a apresentação dos trabalhos de pesquisa. A avaliação feita na conclusão da UD serviu como nota parcial para compor a avaliação final da componente curricular. É importante destacar que todos os alunos obtiveram nota máxima na avaliação parcial.

## 5 CONCLUSÃO

Através dos dados coletados pode-se verificar indícios de que os professores de Ciências conseguiram reformular o conceito do modelo atômico atual, conforme Eisberg e Resnick (1988), ou seja, que o átomo é formado por Léptons, Hádrons e por partículas mediadoras de força, chamadas de Bósons. A compreensão do modelo atômico atual e das partículas mediadoras de forças trouxe embasamento teórico e clareza para os professores explicarem as radiações de origem nuclear e o funcionamento de equipamentos que realizam diagnóstico por imagem, assim como explicar o efeito fotoelétrico.

Dessa forma, acredita-se que esses professores estejam mais seguros, tanto para responder questionamentos de alunos quanto para elaborar aulas de

Ciências com uma abordagem mais atual. Assim, a UD foi potencialmente positiva para abordar tópicos de Física Moderna entre professores de Ciências.

## 6 REFERÊNCIAS

AVANCINI, S. S.; MARINELLI, J. R. **Tópicos de física nuclear e partículas elementares**. Florianópolis: UFSC/EAD/CED/CFM, 2009.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Edições 70, Lisboa, 2011.

CARVALHO, A. M. P.; *et al.* **Ciências no ensino fundamental: O conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 2007.

CARVALHO, A. M. P.; VANNUCCHI, A. I., O Currículo de Física: Inovações e Tendências nos Anos Noventa. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, IF-UFRGS, v.1, n.1, abr. 1996.

EISBERG, R.; RESNICK, R. **Física Quântica**. Trad. Paulo Costa Ribeiro, Enio Frota da Silveira e Marta Feijó Barroso. Rio de Janeiro: campus, 1988.

GOUW, A. M. S.; MOTA, H. S.; BIZZO, N. **O Jovem Brasileiro e a Ciência: Possíveis Relações de Interesse**. RBPEC v. 16. n. 3. pp. 627–648. dezembro 2016.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: EPU: Editora da Universidade de São Paulo, 1987.

MINAYO, M. C. S.; SANCHES, O. Quantitativo-Qualitativo: oposição ou complementaridade? **Cad. Saúde Públ.** Rio de Janeiro, 9(3): 239-262, jul/set, 1993.

QUEIROZ, G.; AZEVEDO, C. A ciência alternativa do senso comum e o treinamento de professores. **Cad. Cat. Ens. Fis.** Florianópolis, 4(1): 7-16, abr. 1987

RAMOS, L. B. C.; ROSA, P. R. S. O ensino de Ciências: Fatores intrínsecos e extrínsecos que limitam a realização de atividades experimentais pelo professor dos anos iniciais do Ensino Fundamental. In: **Investigação em Ensino de Ciências**. V13(3), 2008, p. 299 – 331.

VIECHENESKI, J. P.; CARLETO, M. **Por que e para quê ensinar ciências para as crianças**. R. Bras. de Ensino de C&T. V.6, n.2, mai-ago 2013. ISSN – 1982873X

**APÊNDICE E - Termo de consentimento livre e esclarecido**

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

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

**Prezado(a) Senhor(a),**

Seu filho(a) está sendo respeitosamente convidado(a) a participar do projeto de pesquisa intitulado: “Radiações e Partículas Elementares por meio de uma Sequência Didática proposta ao Ensino Médio”, cujo objetivo principal é verificar as potencialidades dos recursos da Cultura Digital para atualização curricular de física no Ensino Médio. Este projeto está vinculado ao doutorado de Ione dos Santos Canabarro Araujo sob a supervisão e orientação de professor Dr. Marcelo Leandro Eichler.

A pesquisa será feita na escola onde seu filho(a) estuda, nas aulas de física, através de questionários *online*, produção de trabalhos individuais e coletivos e grupo fechado da turma no *Facebook*, os quais poderão ser fotografados sem identificação após sua autorização. Para a coleta de dados serão utilizados diário de campo da pesquisadora, questionários, postagens no grupo fechado do *Facebook* e trabalhos realizados pelos alunos.

Fui alertado(a) que este estudo apresenta risco mínimo para meu representado(a), isto é, as perguntas e questionamentos que ocorrerão ao longo do desenvolvimento desta pesquisa poderão causar desconforto por contrastar conhecimentos do senso comum e conhecimentos científicos construídos socialmente. Caso isso ocorra, será encaminhado(a) para o setor Assistência Estudantil (Assistência Social e Psicológica) a fim de receber o acompanhamento necessário. Além disso, diante de qualquer tipo de questionamento ou dúvida

poderei realizar o contato imediato com um dos pesquisadores responsáveis pelo estudo que fornecerá os esclarecimentos necessários.

Foi destacado que a participação do meu representado(a) no estudo é de extrema importância, uma vez que espera-se verificar as potencialidades dos recursos que os jovens usam diariamente nos *smartphones* e/ou *notebook* para serem usados como ferramentas pedagógicas.

Estou ciente e foram assegurados os seguintes direitos:

- da liberdade de retirar o consentimento, a qualquer momento, e que meu representado(a) poderá deixar de participar do estudo, sem que isso lhe traga prejuízo de qualquer ordem;

- da segurança de que não será identificado(a) e que será mantido caráter confidencial das informações relacionadas à sua privacidade;

- de que serão mantidos todos os preceitos ético-legais durante e após o término da pesquisa;

- do compromisso de ter acesso às informações em todas as etapas do estudo, bem como aos resultados, ainda que isso possa afetar meu interesse em que meu representado(a) continue participando da pesquisa;

- de que não haverá nenhum tipo de despesa ou ônus financeiro, bem como não haverá nenhuma recompensa financeira relacionada com a participação neste estudo;

- de que não está previsto nenhum tipo de procedimento invasivo, coleta de material biológico, ou experimento com seres humanos;

- de que meu representado não responda qualquer pergunta que julgar constrangedora ou inadequada.

=====

Eu \_\_\_\_\_, portador do documento de identidade nº \_\_\_\_\_ aceito que meu representado (nome do aluno) \_\_\_\_\_ participe da pesquisa intitulada: "Radiações e Partículas Elementares por meio de uma Sequência Didática proposta ao Ensino

Médio”. Fui informado(a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada, bem como sobre a metodologia que será adotada, sobre os riscos e benefícios envolvidos. Recebi uma cópia deste termo de consentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

### **Uso de imagem**

Autorizo o uso de fotos dos **trabalhos e/ou postagens** feitas no grupo fechado da turma no *Facebook* de meu representado(a) para fins da pesquisa, sendo seu uso restrito a análise da proposta didática. Os dados de identificação serão confidenciais e os nomes reservados.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2018.

---

Assinatura dos pais e/ou  
responsáveis

---

Assinatura da pesquisadora

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar:

**Pesquisadora principal:** Ione dos Santos Canabarro Araujo

**Telefone para contato:** (51) 984839122

**E-mail para contato:** [ionecanabarroaraujo@gmail.com](mailto:ionecanabarroaraujo@gmail.com)

**Pesquisador orientador:** Marcelo Leandro Eichler

**Telefone para contato:** (51) 992591670

**E-mail para contato:** [exlerbr@gmail.com](mailto:exlerbr@gmail.com)



## APÊNDICE F - Questionário sobre hábitos de uso da Internet no Ensino Médio

Prezado aluno, este questionário faz parte de uma pesquisa de doutorado intitulada RADIAÇÕES E PARTÍCULAS ELEMENTARES POR MEIO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PROPOSTA AO ENSINO MÉDIO, da UFRGS. Este questionário faz parte da primeira etapa da pesquisa. O objetivo é conhecer os hábitos de uso da Internet e saber quais os recursos tecnológicos usados pelos alunos no cotidiano escolar. Obrigado por sua participação!



Qual o seu curso?

Técnico em Informática integrado ao Ensino Médio

Técnico em Administração integrado ao Ensino Médio

Qual o ano que você cursa atualmente?

1º ano

2º ano

3º ano

4º ano

Qual a sua idade?

Sua resposta

Qual o seu gênero?

feminino

masculino

outro (binário)

Você tem acesso a Internet?

sim

não

Quais dos dispositivos abaixo você utiliza para acessar a Internet? (Pode marcar mais de uma alternativa)

Smartphone

Tablet

Notebook

Desktop (computador de bancada)

Outro:

Em que locais você costuma se conectar à internet? (Pode marcar mais de uma alternativa)

Em minha casa, pois tenho acesso à rede internet.

Na casa de amigos, conhecidos ou vizinhos, pois uso um acesso emprestado.

Na lanhouse

No trabalho

Na escola

Em qualquer lugar (tenho pacote de dados 3G ou melhor no meu dispositivo móvel)

Outro:

Como você classifica a qualidade de sua rede de acesso a Internet  
boa, tenho sempre sinal disponível  
razoável, às vezes fico sem sinal  
ruim, frequentemente fico sem sinal

Quanto tempo, aproximadamente, você fica conectado a Internet por dia?

Sua resposta

Você possui conta em alguma rede social?

sim, em uma somente  
sim, em mais de uma rede social  
não possuo conta em redes sociais

Se sim, em qual(is) rede(s) que você tem conta?

Sua resposta

Qual a sua principal finalidade nas redes sociais?

manter contato com amigos  
saber sobre eventos e acontecimentos  
somente para entretenimento  
compartilhar notícias, links e materiais de estudo interessantes

Você considera que seja viável usar as redes sociais para buscar informações e conhecimentos?

sim  
não  
talvez seja possível  
Certamente é possível

Você acessa o Moodle para obter material disponibilizado pelos professores?

sim, sempre acesso  
frequentemente acesso  
não, nunca acesso

Você utiliza recursos digitais para estudar?

sim, utilizo videoaulas  
sim, utilizo videoaulas, simuladores, vídeos e animações  
sim, utilizo recursos digitais e material impresso também  
não, estudo pelos livros, anotações de aula e material impresso

## APÊNDICE G – Registro Reflexivo

### Registro Reflexivo

(Questionário de avaliação da SD Radiações e Partículas Elementares)

Nome:

data:

- 1) Conte o que você achou da Sequência Didática Radiações e Partículas Elementares.
- 2) Conte o que você achou dos recursos utilizados na Sequência Didática (SD) (simuladores, vídeos, experimentos e grupo fechado no *Facebook*).
- 3) Esses recursos contribuíram para sua aprendizagem? Como?
- 4) Como você avalia o trabalho que vocês desenvolveram em grupo ( criação das HQs)
- 5) O que você pensa sobre usar recursos digitais nas aulas ao invés de usar quadro e giz (ou canetão)?
- 6) Quais as suas sugestões e observações sobre a SD?
- 7) Como você considera que foi sua aprendizagem no decorrer da unidade?
- 8) O que você mais gostou nas atividades propostas?
- 9) O que você não gostou nas atividades propostas?