

A MOTIVAÇÃO DE ESTUDANTES AO UTILIZAR LABORATÓRIOS ONLINE PARA APRENDIZAGEM EXPERIENCIAL DE CIRCUITOS ELÉTRICOS DURANTE A PANDEMIA DO COVID-19

Priscila Cadorin Nicolete, PPGIE - UFRGS, priscilanicolete@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4185-6417>

Rúbia Fabiana Dallabrida Herrmann, EFA, rubia.herrmann@unijui.edu.br, <https://orcid.org/0000-0002-4867-2522>

Fabício Herpich, PPGIE - UFRGS, fabricio_herpich@hotmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-1575-0512>

Eduardo Tocchetto de Oliveira Júnior, IFSC, du.tocchetto@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1980-2663>

Liane Margarida Rockenbach Tarouco, PPGIE - UFRGS, liane@penta.ufrgs.br, <https://orcid.org/0000-0002-5669-588X>

Resumo: Este estudo busca investigar se o uso de laboratórios *online* alinhados ao Ciclo de Aprendizagem Experiencial de David Kolb contribui para a motivação dos estudantes em aprender Circuitos Elétricos na modalidade de ensino remoto emergencial, durante a pandemia de Covid-19. Foram implementados e aplicados três ciclos de aprendizagem experiencial durante o segundo semestre de 2020, para uma turma de 3º ano do ensino médio. Por meio de um estudo de caso explanatório foi verificado que os laboratórios *online* e a aprendizagem experiencial tem potencial para oferecer níveis elevados de motivação aos estudantes.

Palavras-chave: Laboratórios online, Motivação, Ensino de Física, Ciclo de Aprendizagem Experiencial.

MOTIVATION OF STUDENTS USING ONLINE LABS FOR EXPERIENTIAL LEARNING OF ELECTRICAL CIRCUITS DURING THE COVID-19 PANDEMIC

Abstract: This study aims to investigate whether the use of online laboratories aligned with David Kolb's Experiential Learning Cycle contributes to the motivation of students to learn Electric Circuits in the modality of emergency remote teaching, during the Covid-19 pandemic. Three cycles of experiential learning were implemented and applied during the second semester of 2020, for a 3rd year high school class. Through an explanatory case study, it was verified that online labs and experiential learning have the potential to offer high levels of motivation to students.

Keywords: Online laboratory, Motivation, Teaching Physics, Kolb Learning Cycle.

1. Introdução

A pandemia COVID-19 obrigou a população de todo o mundo a realizar uma transformação significativa, sendo forçadas a repensar as formas de socializar, de trabalhar e de estudar. Priorizando o distanciamento social, como principal medida de contenção da transmissão do vírus, as tecnologias se destacaram nesse novo cenário, representando, muitas vezes, a única forma possível de manter os estudos, o trabalho e as relações sociais.

No âmbito educacional, muitos governos ordenaram que as instituições interrompessem o ensino presencial, exigindo que eles mudassem, de forma imediata, para o ensino remoto. As escolas que carecem, muitas vezes, de recursos básicos para promover a aprendizagem, teriam agora que se dedicarem a um ensino emergencial, utilizando de aulas remotas a fim de levar

aprendizagem adequada aos estudantes. Nesse cenário, especialistas estabeleceram que a pandemia causou e irá causar grandes impactos na educação (Schleicher, 2020), mesmo que ainda não seja possível dimensionar a gravidade de alguns desses impactos e/ou ainda não os visualizar no futuro.

O objetivo, nesse momento, é mitigar os impactos transitórios e futuros da pandemia aos estudantes (Hodges et al., 2020). Para tanto, relatórios da OECD (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico) (Schleicher, 2020) e ONU (2020) descrevem metodologias, estratégias e tecnologias de apoio à aprendizagem, tais como ensino à distância, educação por rádio e televisão, pacotes instrucionais, recursos instrucionais *online*, entre outras. Diante disso, atividades por meio de ensino virtual, remoto e com recursos que estimulem o aprendizado, como a realidade virtual, deverão ser amplamente utilizados.

O uso de laboratórios virtuais e remotos tem apresentado resultados promissores na aprendizagem, pois são recursos que oferecem excelente forma de ensinar sem os altos custos da criação e manutenção de laboratórios físicos. Para as disciplinas STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática), por exemplo, são recursos atraentes e permitem o distanciamento requerido nesse período em que a pandemia de Covid-19 inviabiliza a presença dos estudantes em um laboratório real. (Rodríguez-Gil et al., 2017; World Bank, 2021; Schleicher, 2020).

O paradigma que emerge como possível estratégia de recuperação dos processos de ensino e aprendizagem, aplicando ao ensino presencial e híbrido recursos tecnológicos virtuais e remotos, traz à tona questões fundamentais quanto à eficácia desse contexto de ensino emergencial no ambiente educacional. Diante disso, questiona-se sobre a Teoria de Aprendizagem Experiencial, desenvolvida por David Kolb (1984), sua aplicação e resultados diante da realidade vivenciada em plena pandemia.

Nesse contexto, o objetivo deste artigo, portanto, consiste em investigar se o uso de laboratórios *online* alinhados ao Ciclo de Aprendizagem Experiencial de Kolb contribui para a motivação dos estudantes na modalidade de Ensino Remoto Emergencial (ERE).

Para isso, foram implementados e aplicados em sala de aula 3 ciclos de aprendizagem experiencial referente ao estudo de Circuitos Elétricos, durante o segundo semestre de 2020, para uma turma de 3º ano do ensino médio. Os ciclos foram desenvolvidos para contemplar todo o conteúdo correspondente, sendo que o primeiro ciclo abordou a introdução aos circuitos elétricos, o segundo o estudo dos resistores e o terceiro ciclo a associação de resistores.

Com isso foi formulada a seguinte questão de pesquisa: *O uso dos Laboratórios Remoto, Virtual e Remoto Aumentado, considerando os preceitos da Teoria de Aprendizagem Experiencial de Kolb, podem contribuir na motivação dos estudantes em aprender?* Para responder um estudo de caso foi conduzido com uma turma de 3º ano do ensino médio do Centro de Educação Básica Francisco de Assis (EFA), situado em Ijuí – Rio Grande do Sul, durante o segundo semestre de 2020.

2. Laboratórios online

Os laboratórios *online* são recursos tecnológicos que permitem a exploração de atividades experimentais cuja interação é intermediada por tecnologias digitais. Entre esses laboratórios estão os Laboratórios Virtuais (simulações), dos quais é possível reproduzir qualquer tipo de experimento, sem restrições, e Laboratórios Remotos, dos quais o aluno pode manipular equipamentos reais em local diferente do que se encontra, ou seja, à distância.

Recentemente, surge um novo modelo de laboratórios *online*, os Laboratórios Híbridos. Esses laboratórios misturam elementos virtuais e remotos na tentativa de aproveitar as vantagens proporcionadas por cada um desses, a fim de oferecer realismo, custo-benefício e recursos adicionais, como *gamificação* ou ambientes virtuais (Rodríguez-Gil et al., 2017;

Zutin et al., 2010). Entre os Laboratórios Híbridos, existem os Laboratórios Remotos Aumentados (LRA) que incluem elementos virtuais em laboratórios remotos, por meio de técnicas de Realidade Aumentada (RA) (Mejías; Andújar, 2012).

Estudos que exploram os laboratórios *online* para o ensino apresentam que os tais recursos possuem vantagens como: a não restrição nem de tempo e nem de espaço que engaja e traz conforto aos alunos no seu processo de construção de conhecimento; a possibilidade de interação com equipamentos reais, trazendo motivação aos estudantes que utilizam esses recursos; o custo baixo de montagem, utilização e manutenção por parte das instituições de ensino; aplicável para o ensino de diferentes áreas do conhecimento (De Jong; Sotiriou; Gillet, 2014; Ma; Nickerson, 2006; Simão et al., 2016; Zubía et al., 2017).

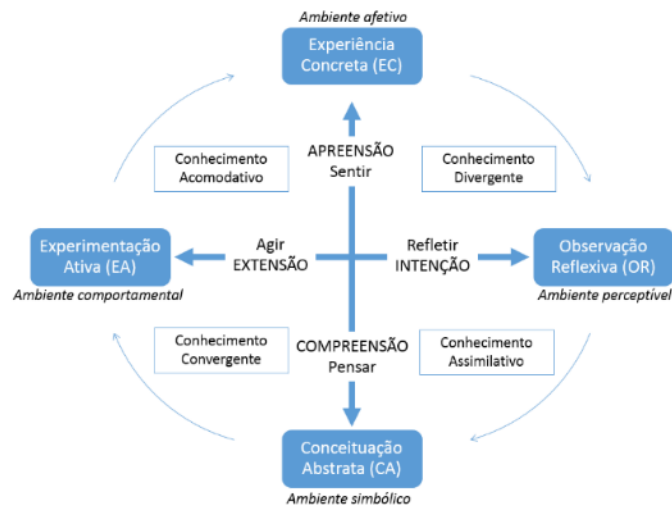
O uso desses laboratórios tem apresentado resultados promissores na aquisição de conhecimento em áreas relacionadas a STEM. O que torna essas tecnologias atraentes é o fato de não haver algumas das limitações frequentemente encontradas em laboratórios reais, como disponibilidade limitada, altos custos de desenvolvimento e manutenção, além de ser úteis em situações extremas, como a vivenciada atualmente, em que a pandemia inviabiliza a presença dos estudantes em uma sala de laboratório.

3. A Teoria da Aprendizagem Experiencial e o Ciclo de Aprendizagem de Kolb

Para Kolb (2014), na Teoria da Aprendizagem Experiencial (*Experiential Learning Theory – ELT*), o conhecimento é o resultado da interação entre teoria e experiência, e é por meio dessa relação dialógica, entre conceitos abstratos e experiência, que a aprendizagem e o desenvolvimento humano acontecem. A experiência sozinha não é suficiente para aprender, para isso é preciso refletir sobre a experiência e ser capaz de fazer generalizações, formulando conceitos que podem ser aplicados em novas situações.

Diante disso, novos conhecimentos e habilidades ou atitudes são alcançados através do confronto entre quatro modos de aprendizado experiencial, são eles: Experiência Concreta (EC): vivenciar uma experiência abertamente e sem preconceitos; Observação Reflexiva (OR): refletir e observar a partir de diferentes perspectivas; Conceituação Abstrata (CA): criar conceitos que integram as observações em teorias logicamente sólidas, e; Experimentação Ativa (EA): ser capaz de usar essas teorias para resolver problemas (Kolb, 2014).

Desse modo, a ELT está alicerçada em um ciclo de aprendizagem experiencial que deve ser explorado de forma integral no processo de aprendizagem, a fim de evidenciar nos alunos cada um desses modos de adaptação. O modelo ELT (Figura 1) sugere que a aprendizagem é concebida como um ciclo de quatro estágios, do qual possui dois modos dialeticamente relacionados de captar a experiência - EC e CA - e dois modos dialeticamente relacionados de transformar a experiência - OR e EA (Kolb; Fry, 1975). Assim, “captar a experiência” refere-se ao processo de coleta de informações, e “transformar a experiência” é a forma com que os indivíduos interpretam e agem com base nessas informações.

Figura 1 - Ciclo Experiential de Kolb

Fonte: Adaptado de Kolb (2014)

Desse modo, no primeiro modo – EC – o objetivo é motivar os alunos para o processo de aprendizagem, e tem como base os conhecimentos prévios dos estudantes, provenientes das suas experiências anteriores. Já na OR, segunda etapa do ciclo, o objetivo é proporcionar momento de reflexão e promover oportunidades aos estudantes de observar o assunto de diferentes perspectivas (Kolb; Fry, 1975). O modo de aprendizagem CA tem ênfase na recordação de conceitos, ou seja, os estudantes são levados a estabelecer ligações entre os seus conhecimentos anteriores e os conhecimentos abstratos, e precisam pensar ou agir conforme regras de lógica e realizar inferências. Por fim, a EA caracteriza-se pela formulação e verificação de hipóteses. É a etapa da aplicação do conhecimento construído em novas situações (Kolb; Fry, 1975).

Desse modo, a ETL, por meio do ciclo de Kolb, pretende criar situações mais efetivas de aprendizagem, de modo que ao se mover entre as fases do ciclo, o aprendiz possa sentir (EC), refletir (OR), pensar (CA) e agir (EA), em um processo recursivo (Kolb, 2014; Kolb; Boyatzis; Mainemelis, 2001).

4. Procedimentos metodológicos

Foi utilizado como procedimento técnico um estudo de caso explanatório, uma vez que tem como objetivo explicar os vínculos causais em intervenções da vida real que são complexas demais para uma estratégia experimental (Yin, 2005). Nesse sentido, esse estudo visa investigar o uso de recursos tecnológicos orientado pela Teoria de Aprendizagem Experiential de Kolb, para o ensino de circuitos elétricos, buscando observar os efeitos causais dessa intervenção na motivação dos estudantes em aprender.

Para a realização da pesquisa, foram utilizados: o Laboratório Remoto “Painel Elétrico CA, desenvolvido pelo Rexlab (2021), o Laboratório Virtual “Kit de Construção de Circuitos” do PhET Simulações (2021) e o Laboratório Híbrido (Laboratório Remoto Aumentado - LRA) desenvolvido pelos autores desse artigo, descrito em Nicolete et al., (2021). Os laboratórios *online* foram utilizados a partir de três ciclos de aprendizagem experiential para ensino de Circuitos Elétricos no 3º ano do ensino médio. O projeto foi aplicado entre os meses de junho a dezembro de 2020 em uma instituição privada localizada na cidade Ijuí - Rio Grande do Sul, na modalidade de ERE. A turma era composta por 23 estudantes com idade entre 17 e 18 anos.

A fim de investigar a motivação percebida dos estudantes em aprender com a ajuda dos laboratórios *online*, a partir dos preceitos da teoria de Kolb, foi adotado o instrumento de coleta

de dados *Instructional Materials Motivation Survey* (IMMS), para mensurar o nível de motivação dos estudantes (Huang et al., 2006; Keller, 2009). O IMMS, que foi traduzido para língua portuguesa por (Cardoso-Júnior et al., 2020), tem como base o modelo de design motivacional ARCS, desenvolvido por Keller (Keller, 2009), e mede os níveis de *atenção*, *relevância*, *confiança* e *satisfação* em aprender com determinados materiais instrucionais. O questionário é composto por 36 itens de pesquisa, dispostos em uma escala Likert de 5 pontos (discordo totalmente, discordo parcialmente, sem opinião, concordo parcialmente e concordo totalmente), no qual 12 itens medem a *atenção*; 9 itens medem *relevância*; 9 itens medem a *confiança*, e; 6 itens medem a *satisfação*.

Nesse sentido, o modelo de Keller (2009) consiste em estratégias fundamentais para promover a motivação dos alunos nos processos de aprendizagem, propondo que os professores devem fornecer ambientes de aprendizagem com estímulos motivacionais a fim de gerar bons resultados educacionais. Alunos motivados têm maior probabilidade de se envolver e persistir para se chegar ao sucesso de uma atividade educacional do que aqueles que não estão motivados (KELLER, 2009). O esforço dispensado para a realização de algo é influenciado por fatores que envolvem o nível de atenção, curiosidade, percepção de relevância do assunto ensinado e sentimentos de confiança e expectativa de sucesso, que são traduzidos em desempenho e satisfação.

O modelo propõe os seguintes fatores motivacionais. **Atenção:** A preocupação motivacional é obter e, principalmente, manter a atenção. Os materiais instrucionais devem captar a atenção dos alunos e os levar a explorar tarefas de aprendizagem. **Relevância:** Os alunos serão motivados quando o conteúdo se alinhar com seus objetivos de aprendizagem, necessidades pessoais e experiências anteriores. **Confiança:** Quanto mais bem-sucedida for a experiência do aluno, mais motivado ele estará para melhorar seu aprendizado e desempenho. Essa confiança está relacionada ao nível de expectativa de sucesso que ele acredita possuir em cada atividade desenvolvida. **Satisfação:** A satisfação pode resultar de fatores extrínsecos, como feedback, notas, oportunidades de promoção, certificados e etc., ou por fatores intrínsecos. Os fatores intrínsecos estão relacionados à sentimentos de autoestima, interações positivas e sentimentos de competência (Keller; Suzuki, 2004).

Em diferentes estudos, Keller documentou um coeficiente de confiabilidade de 0,96 para o IMMS, e estudos têm utilizado com sucesso esse instrumento de coleta de dados para avaliação e análise de resultados (Di Serio; Ibáñez; Kloos, 2013; Garzón et al., 2020). Como o instrumento original foi adaptado para a língua portuguesa, fez-se necessário a verificação da consistência interna do instrumento IMMS. Utilizando a ferramenta SPSS foi obtido $\alpha = 0,85$, sendo, portanto, considerado válido para investigar o nível de motivação em pesquisas educacionais na língua portuguesa.

Ao final do questionário IMMS, foi acrescentado uma questão aberta, a fim de conhecer melhor a experiência do aluno durante a intervenção. O questionário IMMS foi respondido por 10 alunos e a questão aberta foi respondida por 5 alunos.

5. Aplicação no ensino remoto emergencial

Os ciclos foram desenvolvidos para contemplar todo o conteúdo de circuitos elétricos, sendo que o primeiro ciclo abordou a introdução aos circuitos elétricos, o segundo o estudo dos resistores e, por fim, o terceiro ciclo contemplou o conteúdo de associação de resistores. Nessa seção será apresentado o terceiro ciclo de aprendizagem, referente à associação de resistores.

O terceiro ciclo foi elaborada em forma de trilhas de aprendizagem, das quais os alunos ficavam livres para escolher o melhor caminho para aprender. Cada trilha estava relacionada a um dos modos de aprendizagem EC, OR e EA, e desde que os alunos passassem por todas as

trilhas, podiam escolher a ordem para realizar as atividades. O modo de aprendizagem CA foi aplicado ao final do ciclo, onde a professora formalizou todos os conceitos explorados.

Essa organização se deu, principalmente, devido o ciclo 3 utilizar os laboratórios remotos (tradicional e o remoto aumentado), o que poderia causar congestionamento no acesso ao recurso, caso todos os alunos acessarem o laboratório ao mesmo tempo. Vale ressaltar que, conforme Kolb e Kolb (2017), o ciclo de aprendizagem experiencial é dinâmico, não existindo apenas um modo de percorrê-lo, sendo benéfico, portanto, deixar os alunos livres para escolher o seu caminho de aprendizagem. Kolb e Kolb (2017) acrescenta que o que irá determinar a forma como o ciclo será percorrido é o estilo de aprendizagem de cada aluno.

A condução das trilhas iniciou em uma aula *online* síncrona, contemplando 2 horas aula, e os alunos poderiam finalizar as atividades de forma assíncrona, em um prazo de uma semana. A Conceituação Abstrata foi realizada em uma outra aula *online* síncrona, com duração de 2 horas aula.

Na etapa de Experimentação Concreta é preciso incentivar os alunos a refletir sobre experiências anteriores que remetem aquele tema, gerando ideias e sentimentos sobre problemas reais (Kolb, 2014). Desse modo, para a EC, a professora disponibilizou um material descritivo com questões problematizadoras. Como apoio, os alunos precisavam utilizar o laboratório remoto (LR) “Painel Elétrico CA”. O LR aborda as associações em série, paralela e mista em redes de corrente alternada. Nele é possível observar a intensidade luminosa de seis lâmpadas variar de acordo com a configuração do circuito, para isso quatro chaves são dispostas em diferentes pontos e controladas pelo usuário.

Na trilha 2, a professora disponibilizou materiais que pudessem dar subsídio para a reflexão (Observação Reflexiva), além de iniciar a introdução aos conceitos de Lei de Ohm e Associação de Resistores (Conceituação Abstrata). Os alunos foram orientados a refletir sobre o tema a partir de leituras e vídeos que abordavam os conceitos por diferentes perspectivas.

A Experimentação Ativa caracteriza-se pela formulação e verificação de novas hipóteses, levando à formulação de novas situações com diferentes parâmetros que serão objetos de investigação em um novo ciclo (Kolb; Fry, 1975). Desse modo, na trilha 3 foi utilizado o Laboratório Remoto Aumentado, a fim de proporcionar a aplicação e consolidação do conhecimento adquirido. O LRA utilizado foi construído a partir do laboratório remoto “Painel Elétrico CA”, que por meio do uso de Realidade Aumentada foi incluída elementos virtuais que demonstram, de forma lúdica, como a corrente elétrica percorre o circuito, mostrando a presença, ausência e sua intensidade, além dos valores das correntes em cada ponto do circuito (Nicolette et al., 2021). Nesse momento, os alunos deveriam interagir com o experimento e observarem o comportamento das lâmpadas (LR) e dos objetos virtuais (RA).

Por fim, foi realizada a etapa de Conceituação Abstrata, que a partir de uma aula expositiva, a professora ofereceu subsídio para que os alunos pudessem formalizar os conceitos estudados e realizar inferências.

6. Resultados e discussões

A Tabela 1 apresenta os valores médios e desvios padrão de cada um dos aspectos motivacionais pesquisados do IMMS (*atenção, relevância, satisfação e confiança*), a partir das respostas dos estudantes.

Tabela 1 – Valores médios e desvio padrão de cada aspecto avaliado pelo IMMS

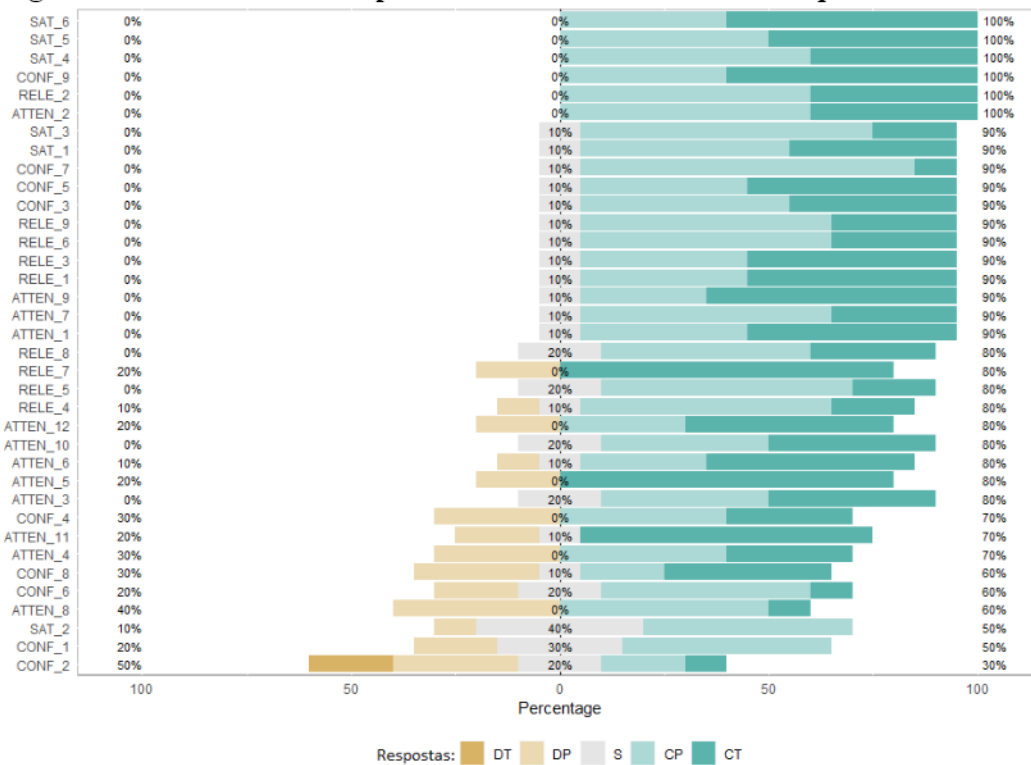
Categoria	Média	Desvio Padrão
Atenção	4,15	0,94
Relevância	4,22	0,75
Confiança	3,80	0,90
Satisfação	4,22	0,58

Todas as categorias ARCS apresentaram tendências positivas: *atenção* (4,15), *relevância* (4,22), *confiança* (3,80) e *satisfação* (4,22). Os aspectos *relevância*, *satisfação* e *atenção* obtiveram escores médios acima de 4 pontos. Estabelecendo correspondência com a escala de Likert, podemos evidenciar que as médias dessas categorias apontam para concordância parcial e total ($\bar{X} > 4,00$), e que a categoria *confiança* se aproxima da concordância parcial.

Detalhando os resultados de cada um dos aspectos pesquisados, a Figura 2 apresenta os percentuais das respostas recebidas em cada uma das questões do IMMS, conforme o código da categoria (ATTEN: Atenção; RELE: Relevância; CONF: Confiança; SAT: Satisfação).

A categoria *relevância* tem como principal objetivo buscar atender os objetivos pessoais dos alunos para se chegar em atitude positiva (Keller, 2009). Esta categoria do modelo ARCS busca melhorar a experiência de aprendizagem oferecida em termos de: orientação de objetivos (importância do conteúdo para atingir um objetivo presente/futuro); correspondência de motivos (capacidade de oferecer um ambiente de ensino que acomode seu comportamento e interesses) e; familiaridade (relação do conteúdo com as experiências dos estudantes) (Keller, 2009).

Figura 2 - Percentuais das respostas recebidas em cada uma das questões do IMMS



Nesse sentido, apenas 2 questões dessa categoria obtiveram respostas negativas, todas as outras obtiveram 80% ou mais de concordância. Essa percepção positiva dos alunos quanto a *relevância* dos materiais para aprender circuitos elétricos é refletida nas respostas dos mesmos à questão aberta, das 5 respostas obtidas, 3 estão relacionadas à categoria *relevância*.

Voltando para as questões do questionário IMMS, a afirmativa 9, referente ao quão importante o material educacional está relacionado aos objetivos de quem está aprendendo sobre Eletricidade, obteve os melhores resultados, chegando a 100% de concordância. Corroborando com esses resultados, o Aluno 1 destaca “[...] Acho que o que me ajudou no aprendizado de circuitos elétricos foi o laboratório, já que ele me permitiu visualizar e testar toda a parte teórica que estávamos aprendendo”.

A afirmativa 6, referente o quão familiar é o conteúdo, e a afirmativa 10, relacionada com a importância de finalizar com sucesso as atividades, obtiveram percentual de 90% de concordância, sendo quase 50% de concordância total. Nesse sentido, o Aluno 5 destaca “[...] *O que eu mais gostei foram os laboratórios online, em que, através deles foi possível perceber como os circuitos elétricos estão presentes no nosso dia a dia*”.

Em contrapartida, a afirmativa “16. *O conteúdo do material educacional (materiais disponibilizados pelo professor, laboratórios online, realidade aumentada) é relevante para os meus interesses*” obteve o menor índice médio da categoria, com média abaixo de 4, apresentando 10% de discordância parcial e 10% de neutralidade. Traçando um paralelo entre os resultados da afirmativa 9, percebe-se que, apesar de todos os estudantes concordarem que o material educacional é relevante para as pessoas que estão aprendendo sobre Eletricidade, uma parte desses não percebe a importância dele para seus interesses.

Já a categoria *satisfação*, na concepção do modelo ARCS, tem como principal objetivo ajudar os estudantes a se sentirem bem com suas experiências e desejarem continuar aprendendo. Esta categoria busca melhorar a experiência de aprendizagem oferecida em termos de: consequências naturais, que está relacionado à capacidade de oferecer condições aos estudantes de aplicar os conhecimentos recém-adquiridos; consequências positivas, que diz respeito a utilização de recompensas extrínsecas e; equidade, que está relacionada a construir a percepção dos alunos sobre um tratamento justo (Keller, 2009).

Com isso, as afirmativas 36 (referente ao prazer em trabalhar com o material) e 32 (sobre o sentimento positivo em finalizar as aulas usando o material) obtiveram 100% de concordância, sendo que a afirmativa 36 obteve mais de 50% de concordância total, o que demonstra que os estudantes se sentem bem com a experiência de aprendizagem realizada. Por outro lado, a afirmativa relacionada ao desejo do aluno de saber mais sobre o assunto (afirmativa 14) obteve o menor índice de concordância, apresentando 40% de neutralidade e 10% de discordância parcial.

A categoria *atenção* tem como objetivo capturar o interesse dos alunos e estimular a curiosidade para aprender. No modelo ARCS, essa categoria dedica-se a oferecer uma experiência de aprendizagem estimulante por meio de: ativação perceptual, criando curiosidade e dúvida a partir de novas abordagens; estimulação da curiosidade, aumentando a curiosidade por meio de perguntas e desafios, e; variabilidade, a fim de manter o interesse por meio da variação no estilo da apresentação (Keller, 2009).

Nesse sentido, as questões referente à atratividade do material educacional (afirmativas 2 e 8) se destacaram entre as respostas dos alunos. A questão 8. *O material educacional é atraente*, obteve 100% de concordância parcial e total. E a questão 2. *Havia algo interessante no início do material educacional que chamou minha atenção*, 90% de concordância parcial e total.

Além disso, os alunos reconheceram que aprenderam “coisas” surpreendentes ou inesperadas (questão 24) e que o material apresentava conteúdo que lhes interessavam (questão 20). Por outro lado, as afirmativas 12 e 22 recebem 30% e 40% de discordância parcial. A questão 12 versa sobre a dificuldade do material e a questão 22 está relacionada à subcategoria variabilidade no estilo da apresentação.

A categoria *confiança* no modelo ARCS recomenda que os professores e os materiais didáticos precisam ajudar os estudantes a acreditarem que eles terão sucesso em sua aprendizagem e que eles têm controle sobre seu sucesso. Keller (2009) classifica a categoria *confiança* em três componentes: exigências de aprendizagem, estabelecendo confiança e expectativas positivas e explicando os requisitos para o sucesso; oportunidades de sucesso, aumentando a confiança na competência, fornecendo experiências variadas que levem ao sucesso, e; controle pessoal, utilizando técnicas que propiciem controle pessoal e fornecendo feedback que atribua para o sucesso ao esforço pessoal.

Os resultados referentes à categoria confiança ($\bar{x} = 3,80$, $\sigma = 0,90$) obtiveram o menor escore médio entre as categorias pesquisadas, ainda assim permaneceu em uma tendência positiva, apresentando cinco questões com mais de 70% de concordância. Esses resultados corroboram com resultados de pesquisas anteriores, das quais também encontraram níveis menores de confiança quando comparados com as demais categorias (Jeon; Jarrett; Ghin, 2014; Moller; Russell, 1994).

A afirmativa 35, referente à boa organização do material didático, obteve 100% de concordância, sendo que mais de 50% de concordância total. E as questões 25 e 13, sobre sentir-se confiante ao trabalhar com o material educacional disponibilizado, obtiveram 90% de concordância. Nesse sentido, o Aluno 1 atribuiu sua confiança à oportunidade de aprender com os laboratórios *online*: “*Minha maior dificuldade teria sido entender como que funcionam os circuitos e o porquê deles funcionarem de tal maneira, mas acho que os simuladores evitaram esse problema; posso dizer que tive quase nenhuma dificuldade com o conteúdo, muito menos sei sugerir algo que poderia ter melhorado esse aprendizado*”.

Por outro lado, as afirmativas relacionadas as oportunidades de sucesso ligadas a percepção de dificuldade ou facilidade em aprender sobre eletricidade (afirmativas 1 e 3) apresentaram uma tendência neutra a negativa. A afirmativa 1, que versa sobre a percepção inicial que o conteúdo seria fácil, obteve 30% de neutralidade e 20% de discordância parcial. E a afirmativa 3, referente ao material didático ser mais difícil do que o esperado, apresentou 20% de neutralidade, 30% de discordância parcial e 20% de discordância total.

7. Considerações finais

As soluções encontradas, em um primeiro momento para o ensino remoto, possibilitam desempenhar predominantemente conteúdos teóricos, não contemplando suficientemente aqueles conhecimentos práticos que exigem a experimentação por parte do aluno. Em disciplinas que envolvam as áreas STEM, a ausência da experimentação pode dificultar na compreensão de uma série de analogias e inferências necessárias à abstração das leis científicas, e conseqüentemente, influenciando negativamente em fatores motivacionais.

Nesse sentido, explorar recursos tecnológicos atrativos de aprendizagem remota, e metodologias de aprendizagem consolidadas, para potencializar o ensino remoto, por meio do uso de estratégias condizentes com o ambiente digital, é essencial para envolver os alunos nesse novo ambiente de aprendizado. Diversos estudos ao longo dos últimos anos trazem importantes soluções tecnológicas e estratégias pedagógicas que têm potencial para enriquecer os processos de ensino e aprendizagem. É o caso dos laboratórios *online*, que oferecem meios de ensinar, apoiar e motivar os alunos.

No atual cenário da pandemia, manter os alunos motivados, sem o apoio presencial dos professores, interação com os colegas e, no caso das disciplinas STEM, sem laboratórios práticos, é um grande desafio. Estudos realizados em diferentes países durante a pandemia demonstraram que, apesar do ensino remoto ter sido implementado com sucesso, muitos alunos demonstraram-se desmotivados, encontrando dificuldades para se manter concentrados nos estudos (Lassoued; Alhendawi; Bashitialshaaer, 2020; Niemi; Kousa, 2020).

Os resultados evidenciados na atual pesquisa demonstram indícios positivos em relação ao uso dos laboratórios *online* para aprendizagem experiencial no ensino de circuitos elétricos, elevando o estado de concentração e satisfação, além de levar os alunos a compreenderem a importância do conteúdo estudado. Entretanto, é preciso destacar uma limitação importante do estudo, o questionário foi respondido por apenas 10 alunos, ou seja, uma taxa de participação menor que 50%. A não participação dos estudantes foi justificada pela falta de tempo devido aos compromissos de fechamento do ensino médio. Essa situação pode representar um viés do estudo, uma vez que os alunos menos motivados podem não terem respondido ao questionário.

Com isso, como trabalhos futuros, os autores pretendem realizar novas pesquisas, contemplando um maior número de participantes, além de atuar nos ajustes destacados pelos usuários durante a avaliação do laboratório *online*, especialmente no que tange as categorias avaliadas: demonstrando como os conteúdos possuem relevância para os seus interesses educacionais (Relevância); tornando os recursos mais acessíveis e de fácil compreensão (Atenção); construindo estratégias que facilitem o aprendizado de eletricidade e permitam construir expectativas positivas (Confiança); e por fim, possibilitando que se sintam positivos com as experiências de aprendizagem proporcionadas (Satisfação).

Fonte financiadora: O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil.

Referências

- CARDOSO-JÚNIOR, A.; GARCIA, V. C. S.; COELHO, D. V.; SAID, C. D. C.; STRAPASSON, A. C. P.; RESENDE, I. S. D. Tradução e Adaptação Transcultural do Instructional Materials Motivation Survey (IMMS) para o Português do Brasil. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 44, 2020.
- DE JONG, T.; SOTIRIOU, S.; GILLET, D. Innovations in STEM education: the Go-Lab federation of online labs. **Smart Learning Environments**, v. 1, n. 1, p. 1-16, 2014.
- DI SERIO, Á.; IBÁÑEZ, M. B.; KLOOS, C. D. Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. **Computers & Education**, v. 68, p. 586-596, 2013.
- GARZÓN, J.; ACEVEDO, J.; PAVÓN, J.; BALDIRIS, S. Promoting eco-agritourism using an augmented reality-based educational resource: a case study of aquaponics. **Interactive Learning Environments**, p. 1-15, 2020.
- HEBEBICI, M. T.; BERTIZ, Y.; ALAN, S. Investigation of views of students and teachers on distance education practices during the Coronavirus (COVID-19) Pandemic. **International Journal of Technology in Education and Science (IJTES)**, v. 4, n. 4, p. 267-282, 2020.
- HODGES, C.; MOORE, S.; LOCKEE, B.; TRUST, T.; BOND, A. The difference between emergency remote teaching and online learning. **Educause Review**, v. 27, 2020.
- HUANG, W.; HUANG, W.; DIESFES-DUX, H.; IMBRIE, P. K. A preliminary validation of Attention, Relevance, Confidence and Satisfaction model-based Instructional Material Motivational Survey in a computer-based tutorial setting. **British Journal of Educational Technology**, v. 37, n. 2, p. 243-259, 2006.
- JEON, K.; JARRETT, O. S.; GHIN, H. Project-based learning in engineering education: is it motivational. **International Journal of Engineering Education**, v. 30, n. 2, p. 438-448, 2014.
- KELLER, J.; SUZUKI, K. Learner motivation and e-learning design: A multinationally validated process. **Journal of educational Media**, v. 29, n. 3, p. 229-239, 2004.
- KELLER, J. M. **Motivational design for learning and performance: The ARCS model approach**. Springer Science & Business Media, 2009. ISBN 1441912509.
- KOLB, A. Y.; KOLB, D. A. **The experiential educator: Principles and practices of experiential learning**. Kaunakakai, Hawaii: Experience based learning systems, 2017. ISBN 0998599905.
- KOLB, D. A. **Experiential learning: Experience as the source of learning and development**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1984. ISBN 0133892506.
- _____. **Experiential learning: Experience as the source of learning and development**. FT press, 2014. ISBN 0133892506.
- KOLB, D. A.; BOYATZIS, R. E.; MAINEMELIS, C. **Experiential Learning Theory: Previous Research and New Directions in Perspectives on Thinking, Learning, and Cognitive Styles (Educational Psychology Series)**. 2001.
- KOLB, D. A.; FRY, R. E. Towards an applied theory of experiential learning. In: COOPER, C. L. (Ed.). **Theories of group processes**. New York: John Wiley & Sons 1975.
- LIASSOUED, Z.; ALHENDAWI, M.; BASHITALSHAAER, R. An Exploratory Study of the Obstacles for Achieving Quality in Distance Learning during the COVID-19 Pandemic. **Education Sciences**, v. 10, n. 9, p. 232, 2020.

- MA, J.; NICKERSON, J. V. Hands-on, simulated, and remote laboratories: A comparative literature review. **ACM Computing Surveys (CSUR)**, v. 38, n. 3, p. 7, 2006.
- MEJÍAS, A. B.; ANDÚJAR, J. M. A Pilot Study of the Effectiveness of Augmented Reality to Enhance the Use of Remote Labs in Electrical Engineering Education. **Journal of science education and technology**, v. 21, n. 5, p. 540-557, 2012.
- MOLLER, L.; RUSSELL, J. D. An Application of the ARCS Model Design Process and Confidence-Building Strategies. **Performance Improvement Quarterly**, v. 7, n. 4, p. 54-69, 1994.
- NICOLETE, P. C.; HERPICH, F.; DE OLIVEIRA JÚNIOR, E. T.; TAROUÇO, L. M. R.; DA SILVA, J. B. Analysis of student motivation in the use of a Physics Augmented Remote Lab during the Covid-19 pandemic. 2021 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2021. IEEE. p.1040-1047.
- NIEMI, H. M.; KOUSA, P. A case study of students' and teachers' perceptions in a Finnish high school during the COVID pandemic. **International journal of technology in education and science.**, 2020.
- PHET. Kit de Construção de Circuitos. 2021. Disponível em: < https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_pt.html >.
- REXLAB. Painel Elétrico CA. 2021. Disponível em: < <http://relle.ufsc.br/labs/2> >.
- RODRIGUEZ-GIL, L.; ZUBIA, J. G.; ORDUÑA, P.; LOPEZ-DE-IPINA, D. Towards new multiplatform hybrid online laboratory models. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, v. 10, n. 3, p. 318-330, 2017.
- SCHLEICHER, A. **The Impact of Covid-19 on education insights From Education At a Glance 2020**: OECD. Retrieved from <https://bit.ly/3jOrnuQ> 2020.
- SIMÃO, J. P. S.; LIMA, J. P. C.; HECK, C.; COELHO, K.; CARLOS, L. M.; BILESSIMO, S. M. S.; SILVA, J. B. A remote lab for teaching mechanics. 2016 13th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV), 2016. 24-26 Feb. 2016. p.176-182.
- UN. **Policy Brief: Education during COVID-19 and beyond.** . August 2020
- YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**: Porto Alegre: Bookman 2005.
- ZUBÍA, J., G; CUADROS, J.; ROMERO, S.; HERNANDEZ-JAYO, U.; ORDUÑA, P.; GUENAGA, M.; GONZALEZ-SABATE, L.; GUSTAVSSON, L. Empirical Analysis of the Use of the VISIR Remote Lab in Teaching Analog Electronics. **IEEE Transactions on Education**, v. 60, n. 2, p. 149-156, 2017.
- ZUTIN, D. G.; AUER, M. E.; MAIER, C.; NIEDERSTÄTTER, M. Lab2go—A repository to locate educational online laboratories. IEEE Educon 2010 Conference, 2010. IEEE. p.1741-1746.