

Vol. 9, Número 2, jul-dez, 2024, p. 85-108.

## **Indicadores de Estratégias de Resolução de Problemas em Práticas Experimentais de Física**

### **Indicators of Problem-Solving Strategies in Experimental Physics Practices**

Silvia Carla Cerqueira Porto  
Amanda Amantes

#### **RESUMO**

A elaboração de um modelo preditivo, que antevê as possíveis estratégias utilizadas pelos estudantes, pode prever não só o comportamento como também o desempenho destes. O conhecimento de um modelo preditivo pode potencializar as intervenções aplicadas pelos professores no contexto educacional. Neste artigo, elencamos quais os possíveis fatores que influenciam as estratégias utilizadas pelos estudantes ao resolverem atividades de natureza tradicional e investigativa em dois ambientes de ensino distintos: material e virtual. Analisamos as habilidades mobilizadas por 237 estudantes, que participaram das intervenções e forneceram respostas à/ao tarefa/desafio proposto. Esta pesquisa é de abordagem quali-quantitativa. Conduzimos uma análise exploratória cujo objetivo foi identificar possíveis indicadores a partir dos dados dos sujeitos. Dessa maneira, avaliamos três possíveis indicadores amostrais – gênero, curso e instituição –, procurando indícios de sua influência a partir das diferenças da frequência de habilidades específicas, mobilizadas em cada ambiente e em cada abordagem.

**Palavras-chave:** Estratégias; Indicadores; Tarefas; Desafio.

#### **ABSTRACT**

The development of a predictive model that anticipates the possible strategies used by students can predict not only behavior but also student performance. Knowledge of a predictive model can enhance interventions applied by teachers in the educational context. In this article we listed the possible factors that influence the strategies used by students when solving activities of a traditional and investigative nature in two distinct teaching environments: material and virtual. We analyzed the skills mobilized by 237 students who participated in the interventions and provided answers to the proposed task/challenge. This research uses a quali-quantitative approach. We conducted an exploratory analysis that aimed to identify possible predictors from the subjects' data. Thus, we evaluated three possible sample indicators – gender, course and institution – looking for evidences of their influence from the differences in the frequency of specific skills mobilized in each environment and each approach.

**Keywords:** Strategies; Indicators; Tasks; Challenge.

## INTRODUÇÃO

Estudos como os desenvolvidos por Gadéa (2016) e Xavier (2018) têm mostrado que, durante o processo de aprendizagem, os estudantes ficam sujeitos à influência de diferentes fatores – indicadores de aprendizagem – associados às suas características individuais, aos grupos de estudantes, à natureza da atividade utilizada, ao ambiente de ensino ou associados a fatores externos ao contexto da sala de aula.

Entendemos como aprendizagem o processo que decorre da evolução dos níveis de entendimento dos sujeitos ao longo do tempo, mesma perspectiva adotada por Amantes (2009) e Coelho (2011), pautada na concepção de desenvolvimento cognitivo (Piaget, 1976; Fischer, 1980). A estratégia é concebida como o conjunto de habilidades explicitadas pelos estudantes no momento em que resolvem tarefas/desafios propostos em atividades (Weinstein; Mayer, 1986).

Em certa medida, há um consenso na literatura sobre o emprego de práticas experimentais para potencializar a aprendizagem de conteúdos formais, em especial a Física, e muitas investigações sobre os diferentes tipos de habilidades explicitadas no ambiente de laboratório vêm sendo conduzidas (Gunawan *et al.*, 2018).

As pesquisas dirigidas por Lunetta, Hofstein e Clough (2007) concluíram que o uso de laboratórios materiais contribui para que os estudantes aprimorem suas habilidades práticas e se envolvam com os fenômenos científicos observados, pois esse tipo de ambiente incorpora o uso de objetos concretos, dando oportunidade para interagirem diretamente com o fenômeno científico observado. Já as realizadas por Trindade, Fiohais e Almeida (2002) concluíram que o uso de ambientes de laboratório virtual possibilita que os discentes formem modelos conceituais por diversos processos, tendo como suporte o uso de recursos tecnológicos.

Destarte, identificamos que existem lacunas nos estudos em relação ao mapeamento das estratégias utilizadas pelos estudantes nesse processo. Embora haja estudos indicando que o emprego de práticas experimentais motiva, engaja e, de certa forma, subsidia um melhor processo de aprendizagem, poucos apontamentos são feitos em relação a como tal abordagem está relacionada a habilidades específicas, o que deixam limitadas as explicações sobre a adequação de práticas experimentais de diferentes formatos a objetivos específicos de ensino.

Ou seja, há escassez de discussão sobre “como” e “quando” aplicar essa abordagem para atender a um ou outro propósito educacional. Nesse sentido, há necessidade de se estudar quais tipos de habilidades e estratégias empregadas nos diferentes formatos de práticas experimentais, pois, dessa forma, estabeleceremos parâmetros para o emprego mais adequado dessa abordagem.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

### **Atividade Experimental, Estratégias dos Estudantes e Indicadores**

A realização de aulas em ambientes de laboratório é tida como parte importante no ensino de Ciências. Esses laboratórios são descritos como ambientes em que é possível a realização de práticas experimentais de maneira controlada (Al Musawi *et al.*, 2018). Essas experiências podem ser realizadas em diferentes tipos de laboratórios, como os do tipo material e os do tipo virtual (Nersesian; Spryszynski; Lee, 2019).

As atividades experimentais têm diferentes classificações (Borges, 2002), sendo que a atividade investigativa tem sido contrastada com a tradicional em termos de otimização da aprendizagem (Carvalho, 2013). Borges (2002, p. 304) apresenta esse contraste levando em consideração “[...] o grau de abertura, o objetivo da atividade e a atitude do estudante em relação à atividade”. Fazer esse contraste é profícuo, principalmente quando o objetivo não é subjugar uma em relação à outra, mas sim avaliar as contribuições e limitações de cada uma.

Uma concepção usual de atividade tradicional é proposta por Hofstein (1988), que a define como aquela que possui um formato “livro de receitas”. Para esse pesquisador, apesar desse tipo de atividade favorecer o processo de construção de conhecimentos formais pelos estudantes, elas apresentam limitações quanto à mobilização de diferentes tipos de habilidades de pensamento. Já a atividade investigativa é definida, dentre outras formas, como aquela que, por exemplo, induz o estudante a pensar sobre o fenômeno observado durante a realização de uma prática experimental, ou seja, eles têm a possibilidade de identificar quais os fatores que necessitam ser investigados (Carvalho, 2013).

O emprego de atividades práticas, tanto tradicionais como investigativas, tem sido discutido em termos do uso do laboratório virtual. Estudos como os realizados por Hohenfeld

(2013) e Al Musawi *et al.* (2018) foram desenvolvidos com o objetivo de identificar semelhanças e/ou diferenças quanto à atuação do ambiente material e virtual de práticas experimentais. Os resultados apontam para as contribuições provenientes da realização de práticas experimentais nesses ambientes. O ambiente de laboratório material se apresenta como recurso muito importante por ser um espaço onde é possível que os estudantes explorem situações inesperadas, como erros associados a processos de medição e sensações táteis (Lunetta; Hofstein; Clough, 2007). Entretanto, algumas vantagens são apontadas quanto ao uso de laboratórios virtuais, como: não há risco físico, as experiências podem ser replicadas quantas vezes o estudante quiser e, principalmente, o fato de poder realizar algumas experiências não observáveis na natureza, como, por exemplo, algumas associadas à Física Atômica (Olympiou; Zacharia, 2012).

Na perspectiva do uso conjugado dos dois tipos de ambientes de laboratório (material/virtual), muitas pesquisas têm mostrado que estes servem para auxiliar os estudantes a explorar, interagir e construir o conhecimento de maneira mais eficaz (Xavier, 2018; Parong; Mayer, 2018). Com esse objetivo em mente, o processo de construção de simulações úteis se torna complexo, pois envolve pôr em execução diferentes componentes de interfaces interativas voltadas para um fim didático-pedagógico.

Stahre Wästberg *et al.* (2019) identificaram alguns fatores associados à criação de laboratórios virtuais que podem impactar diretamente no uso e no desempenho dos estudantes ao empregarem esse recurso. Como principais fatores a serem considerados, foram identificados: a indicação clara para o estudante com o que ele irá interagir (simulação, demonstração etc.); usar *designer* e tecnologia mais simples possível e, ainda assim, atender às demandas solicitadas de maneira eficiente; os níveis de realismo e de precisão devem se adaptar ao nível de entendimento dos grupos-alvo e aos objetivos de aprendizagem pretendidos; ter a capacidade de simular o mais próximo possível um fenômeno natural, contanto que não forneça compreensão por conta própria; suprir o ambiente do laboratório virtual com textos orientadores e explicativos que sirvam de apoio pedagógico para o professor. Enfim, a criação e a implementação de um ambiente de laboratório virtual é um processo complexo, que envolve diferentes requisitos a depender das circunstâncias próprias de cada projeto.

Nos ambientes de laboratório (material/virtual), frequentemente são realizadas práticas experimentais de naturezas distintas. Geralmente, as de natureza tradicionais são as mais comumente utilizadas, seguidas do uso das atividades de natureza investigativa. Apesar de as atividades tradicionais e investigativas serem utilizadas nos ambientes de laboratório, estudos sistemáticos sobre o que cada uma delas oferece, em relação às habilidades desenvolvidas e conhecimentos construídos, são escassos.

Pesquisas como as desenvolvidas por Hofstein *et al.* (2005), Halim e Susana (2016) e Xavier (2018) têm apontado para a necessidade de investigar as estratégias de aprendizagem utilizadas pelos estudantes ao resolverem tarefas/desafios. Uma maneira de conduzir tais estudos é mapear as estratégias de aprendizagem dos estudantes, definidas enquanto um conjunto de habilidades (Weinstein; Mayer, 1986) que podem se apresentar em diferentes graus de complexidade, a depender de diferentes fatores contextuais e individuais. Entender como esses fatores afetam a *performance* em atividades no laboratório também se mostra relevante para melhorar os *designers* instrucionais dessa natureza.

No ramo de Ensino de Ciências, muitos são os estudos realizados com intuito de identificar quais os fatores – associados aos estudantes, ao tipo de atividade, ao contexto de ensino e o ambiente externo – podem ser considerados enquanto indicadores da aprendizagem e de outros traços. Podemos citar os desenvolvidos por: Owusu e Cobbold (2020), que investigaram quais os fatores que influenciaram as estratégias de aprendizagem utilizadas pelos estudantes de economia do Ensino Médio (SHS); Lu *et al.* (2021), que usaram uma análise de modelagem de equação estrutural para examinar as relações entre os fatores-chave que influenciam a aprendizagem dos alunos e seu desenvolvimento das habilidades de pensamento de ordem superior em um ambiente de sala de aula inteligente.

A análise de trabalhos que investigam a influência de indicadores de aprendizagem no desempenho dos estudantes tem mostrado que esses agentes se apresentam de maneira multifacetada, complexa e inter-relacionada. Abarcam desde as características próprias de cada estudante até interações sociais, *status* econômico, estrutura física da instituição educacional e fatores externos, como peculiaridades associadas à comunidade que habita em volta da

instituição educacional, e fatores de risco associados com o ambiente familiar dos estudantes (Binder *et al.*, 2019).

Nessa perspectiva, a identificação de indicadores de aprendizagem se mostra um tema relevante, uma vez que vai permitir que outros recursos, além dos testes e atividades, sejam usados para a averiguação do desempenho. Assim, a observação desses fatores pode facilitar a implantação de um ambiente educacional mais produtivo. Diante dessa necessidade, esta pesquisa visa elencar possíveis fatores amostrais que podem estar relacionados ao emprego de determinadas estratégias de resolução de problemas e desafios, tendo em vista atividades de natureza investigativa e tradicional aplicadas em ambientes virtual e material.

## **METODOLOGIA**

### **Sujeitos e Contexto**

A pesquisa relatada neste artigo foi aplicada em dois *campi* de uma escola pública federal. Tivemos a participação de 341 estudantes. Desses, 104 devolveram as folhas de respostas em branco, então contamos com 237 respondentes. Responderam à atividade de natureza investigativa 130 estudantes de turmas da 1ª e 2ª séries do Ensino Médio Integrado dos cursos de Mecânica, Edificações, Eletrotécnica e Automação. Para a atividade de natureza tradicional, contamos com as respostas de 107 estudantes de turmas da 1ª e 2ª séries do Ensino Médio Integrado dos cursos de Eletrotécnica, Edificações e Mecânica. Assim, contamos com as respostas de 112 estudantes participantes da atividade no ambiente material, e as respostas de 125 que participaram da atividade no ambiente virtual. No total, 107 estudantes resolveram a atividade tradicional e 130 resolveram a atividade investigativa.

### **Instrumentos – Elaboração**

Foram construídos dois instrumentos de pesquisa de natureza distinta a serem utilizados na coleta de dados: um de natureza tradicional e o outro de natureza investigativa. Apesar de os instrumentos serem de naturezas distintas, versavam sobre o mesmo conteúdo, Pêndulo Simples. No momento da elaboração desses instrumentos, cuidados foram tomados para que

houvesse uma equivalência em relação ao conteúdo, às grandezas envolvidas e às relações estabelecidas entre elas<sup>1</sup>.

O instrumento de natureza tradicional continha cinco tarefas. Para a construção, utilizamos modelos de roteiros estruturados, utilizados por universidades, institutos de educação e escolas de Ensino Médio. A atividade de natureza tradicional elaborada necessitava de aproximadamente duas horas/aulas (100 minutos) para ser aplicada. Inicialmente, ao estudante foi apresentada uma abordagem teórica sobre o conteúdo de Pêndulo Simples, seguida de uma descrição das grandezas envolvidas no fenômeno físico a ser observado.

O instrumento de natureza investigativa continha quatro desafios. A intervenção abrangeu sete horas-aula: na primeira aula foi aplicado um teste de conhecimento (teste inicial); na segunda e terceira aula os estudantes resolvessem três desafios; na quarta aula foi aplicado outro teste de conhecimento (teste intermediário); na quinta e sexta aula os estudantes resolveram o quarto desafio. Por fim, na sétima aula, foi aplicado o último teste de conhecimento (teste final).

A maneira como elaboramos as atividades tradicional/investigativa nos deu condições de aplicá-las tanto no ambiente material como no ambiente virtual.

### **Aplicação – *Design* da Pesquisa**

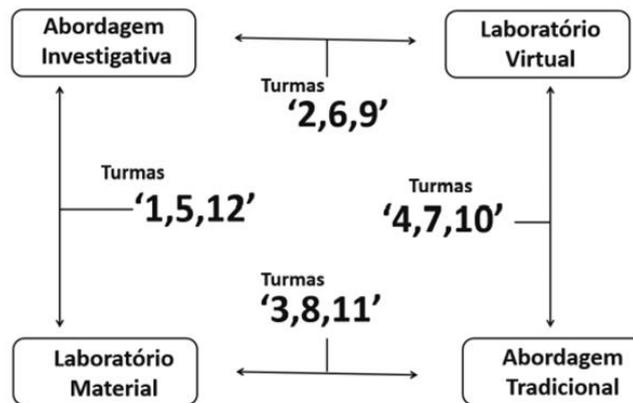
A programação de aplicação das intervenções ocorreu segundo o cronograma de aula de cada turma em particular. Foram aplicados quatro tipos de intervenções com diferentes metodologias: intervenção tradicional no ambiente material, intervenção tradicional no ambiente virtual, intervenção investigativa no ambiente material e intervenção investigativa no ambiente virtual. Em todas as intervenções ocorreu a realização de atividade experimental sobre Pêndulo Simples.

A Figura 1, a seguir, apresenta o desenho das intervenções utilizado na coleta de dados desta pesquisa.

---

<sup>1</sup> Os instrumentos utilizados nessa pesquisa passaram por um processo rigoroso de elaboração e validação reportado por Xavier (2018).

**Figura 1 – Desenho das Intervenções – I**



Fonte: Extraído de Xavier (2018, p. 94)

A Figura 1 mostra que cada uma das intervenções foi aplicada em três turmas, totalizando 12 turmas. As turmas “2”, “6” e “9” participaram da abordagem investigativa no ambiente virtual; as turmas “1”, “5” e “12” participaram da abordagem investigativa no ambiente material; as turmas “4”, “7” e “10” participaram da abordagem tradicional no ambiente virtual; as turmas “3”, “8” e “11” participaram da abordagem tradicional no ambiente material. Entretanto, as respostas dos estudantes de uma das turmas participantes da abordagem tradicional no ambiente material – Refrigeração e Automação – foram extraviadas, assim contamos com os dados de 11 turmas.

Antes de ser iniciada a aplicação da intervenção de natureza tradicional, os estudantes que participaram desse tipo de atividade foram submetidos à exposição de uma aula sobre o conteúdo de Pêndulo Simples. As outras etapas ocorreram no ambiente de laboratório, cabendo ao professor apenas apresentar o aparato experimental utilizado pelos estudantes – *kit* experimental/simulação. Já para a intervenção de natureza investigativa, todas as etapas foram realizadas no ambiente de laboratório. Coube ao professor redigir o desafio no quadro branco, apresentar o aparato experimental e, durante a realização da prática, passar pelos grupos fazendo perguntas provocativas do tipo: “Vocês já sabem como resolverão o problema?”. Uma vez concluída a prática experimental e feitos os registros com lápis e papel, os estudantes tiveram o tempo de dez minutos para socializar as hipóteses experimentais e os resultados

encontrados. Essas discussões em grupo serviram para que entrassem em consenso sobre qual seria a resposta mais apropriada para o desafio proposto.

Cada uma das intervenções compreendeu aproximadamente 7 horas/aulas de 50 minutos cada uma delas, conforme o desenho das intervenções apresentado no Quadro 1.

**Quadro 1 – Desenho das Intervenções – II**

<b>Intervenção tradicional no laboratório virtual e material</b>						
Aula 1	Aula 2	Aula 3	Aula 4	Aula 5	Aula 6	Aulas 7
Teste inicial	Aula expositiva		Teste intermediário	Roteiro tradicional		Teste final
<b>Intervenção tradicional no laboratório virtual e material</b>						
Aula 1	Aula 2	Aula 3	Aula 4	Aula 5	Aula 6	Aulas 7
Teste inicial	Atividades 1, 2 e 3		Teste intermediário	Atividades 4; Fechamento		Teste final

Fonte: Extraído de Xavier (2018, p. 95)

Observando o Quadro 1, podemos verificar que as quatro intervenções envolveram a aplicação de três testes de conhecimento, que também versavam sobre o conteúdo de Pêndulo Simples. Os testes foram os mesmos, independentemente do tipo de intervenção.

### **Ferramenta de Análise**

Inicialmente, consideramos que, para resolverem as atividades propostas, os estudantes mobilizariam habilidades associadas às estratégias de resolução de tarefa/desafio. A partir de um exame minucioso dessas respostas, foi possível inferir quais habilidades foram mobilizadas durante a realização da/o tarefa/desafio (Chuvgunova; Kostromina, 2016).

Já que as estratégias empregadas por eles seriam definidas a partir das habilidades mobilizadas durante a realização da/o tarefa/desafio, consideramos importante identificar inicialmente a natureza da habilidade demandada por cada item em particular. Dessa maneira, cada item da/o tarefa/desafio escolhida/o determinaria o(s) tipo(s) de habilidade(s) possível(is) de ser(em) mobilizada(s). Por conseguinte, definimos que o sistema categórico a ser construído deveria ser composto por duas categorias: natureza do item e habilidades demandadas pelos itens.

### **Natureza dos Itens**

Os itens da/o tarefa/desafio eram de formato discursivo. Em nossa análise, identificamos itens que eram de natureza procedimental e de natureza interpretativa. A partir do enunciado de

cada item analisado, definimos como itens de natureza procedimental aqueles que solicitavam ao estudante utilizar seus conhecimentos teóricos para resolução de um problema. Já para a definição de itens de natureza interpretativa, tomamos como base os itens que solicitavam ao estudante avaliar o resultado encontrado, contrastando-o com resultados previamente definidos. Ou seja, esses itens requeriam que eles fizessem uma análise fenomenológica do(s) resultado(s) obtido(s). Desse modo, cada um dos itens foi classificado segundo o tipo de ação por ele solicitada.

### Habilidades Demandadas pelos Itens

No momento de elaboração do Sistema Categórico, tentamos identificar, a partir do enunciado de cada item em particular, quais elementos os estudantes poderiam ter considerado como relevantes no momento em que resolveram a/o tarefa/desafio. Esse tipo de verificação nos deu condição de construir um Sistema Categórico possível de descrever não só o modo como o estudante coloca o seu conhecimento em ação, mas também como ele faz interpretações de resultados experimentais. Essas qualidades são possíveis de serem avaliadas tendo como base seis categorias específicas, conforme Quadro 2.

**Quadro 2** – Categorias de Habilidades

Natureza do Item	Categorias de Habilidades Específicas	Natureza da Atividade
Procedimental	Habilidade em Executar Medidas ( <i>EXM</i> ); Habilidade em Fazer Cálculo de Média ( <i>FCM</i> ); Habilidade em Resolver Equações Matemáticas ( <i>EQM</i> ); Habilidade em Aplicar Regras Matemáticas ( <i>ARM</i> );	Tradicional e Investigativa
	Habilidade em Propor a Solução do Problema ( <i>PSP</i> );	Investigativa
Interpretativa	Habilidade de Verificar (examinar) a Validade da Resposta Encontrada ( <i>VRE</i> );	Tradicional e Investigativa

Fonte: Elaborado pelas autoras (2022)

Uma vez que o Sistema Categórico foi construído em função das habilidades demandadas por cada item em particular, pudemos avaliar as respostas dos estudantes na modalidade *checklist*, pois queríamos constatar se a habilidade estava presente ou não. Quando a habilidade estava presente, classificamos como 1 (um), e quando ausente, classificamos como 0 (zero).

O Quadro 3 apresenta exemplos de respostas categorizadas usando o Sistema Categórico construído.

**Quadro 3** – Exemplo de categorização

Natureza da atividade	Natureza do item	Enunciado do item	Tipo de ambiente	Resposta do(a) estudante	Categorias de habilidades inferidas na resposta
Tradicional	Procedimental	Utilizando a equação apresentada neste procedimento e o valor médio do período, calcule o valor aproximado da aceleração da gravidade local.	Material	$g=4.3,1416^2.0,3/1,1^2 \rightarrow g=4.9,8696.0,3/1,2 \rightarrow g=9,8696m/s^2$ (Estudante 04; 6812 ATM).	ARM e EQM
			Virtual	$g=4\pi^2.L/T^2 \rightarrow g=4.3,1416^2.1,5/2,45^2 \rightarrow g=4.986965056.1,5/6,0025 \rightarrow g=39,47860224.1,5/6,0025 \rightarrow g=39,21790336/6,0025 \rightarrow g=9,86m/s^2$ (Estudante 37; 1821 ATV).	ARM e EQM
	Interpretativa	Compare o valor da aceleração da gravidade que você encontrou com o valor esperado, destacando elementos que justifiquem ou expliquem as possíveis diferenças.	Material	<i>Aceleração da gravidade obtida: 8,84g. Aceleração da gravidade da Terra: 9,8g. Podemos considerar erros grosseiros ao longo das medições assim como a mudança de clima</i> (Estudante 06; 1º EI ATM).	VRE
			Virtual	<i>Existe uma divergência muito grande entre o valor encontrado e o valor esperado. Suponhamos então que este objeto ou corpo está em outro planeta</i> (Estudante 06; 1º ED01 ATV).	VRE
Investigativa	Procedimental	Como o grupo resolveu este problema? Qual o valor encontrado?	Material	<i>Colocando o comprimento do fio até o centro do pêndulo como 0,25m. O período foi como 5 oscilações, ou seja, um período teve 1,026s. Depois, colocado na fórmula para encontrar.</i> $L=25cm=0,25m;$ $T=5,13/5=1,026s$ $1,026=2\pi\sqrt{0,25/g} \rightarrow 1,026\sqrt{g}$	PSP, EXM, FCM, ARM e EQM

Natureza da atividade	Natureza do item	Enunciado do item	Tipo de ambiente	Resposta do(a) estudante	Categorias de habilidades inferidas na resposta
				$g=2\pi \cdot 0,5 \rightarrow \sqrt{g}=2\pi \cdot 0,5/1,026 \rightarrow \sqrt{g}=\pi/1,026 \rightarrow g=9,8596/1,053 \rightarrow g=9,4m/s^2$ (Estudante 30; 5821 AIM).	
			Virtual	$T=2\pi\sqrt{l/g} \rightarrow t^2/4\pi^2=l/g \rightarrow (2,8)^2/39,4=2/g \rightarrow 0,2=2/g \rightarrow g=10m/s^2$ . Fizemos medição com 10 períodos e comprimento de 2m. $T^2/4\pi^2=l/g \rightarrow (2,62)^2/39,4=2/g \rightarrow 6,9/39,4=2/g \rightarrow 0,2g=2/g \rightarrow g=10m/s^2$ . Fizemos medição com 10 períodos e comprimento de 1,7m (Estudante 24; 6813 AIV).	PSP, EXM, FCM, ARM e EQM
	Interpretativa	Está próximo do valor esperado? Como você interpreta a diferença entre o valor esperado e o encontrado?	Material	Sim, a variação foi pouca se considerada a gravidade $9,8m/s^2$ . A variação no valor encontrado da gravidade pode ser explicada devido à diferença no tempo de reação para acionar o cronômetro e possível falha no momento de medição do fio de pêndulo (Estudante 11; 5821 AIM).	VRE
			Virtual	Um pequeno erro de medição ou até mesmo nas aproximações que foram realizadas de cálculo (Estudante 04; 6813 AIV).	VRE

Fonte: Elaborado pelas autoras (2022)

Avaliamos os dados a partir de uma *checklist*, contabilizando as frequências de aparecimento de habilidades procedimentais e interpretativas. Na sequência, conduzimos um estudo exploratório para verificar se a frequência de aparecimento de determinadas habilidades mudava conforme as características dos sujeitos nos diferentes tipos de ambiente e de atividade.

---

## **ANÁLISES E RESULTADOS**

Apresentamos os resultados e discussões referentes às análises realizadas para tentar responder à questão de pesquisa: “Há diferença do tipo de estratégia utilizada, a depender de características amostrais?”. Para tanto, nossa análise foi dividida em dois estudos: I e II.

Estudo I: “Há diferença do tipo de estratégia utilizada, a depender de características amostrais, quando os estudantes resolvem a atividade tradicional e a atividade investigativa?”.

Realizamos uma análise exploratória para identificar os perfis de estratégias empregadas pelos estudantes ao resolverem as atividades, a depender de três possíveis indicadores: gênero, curso e instituição.

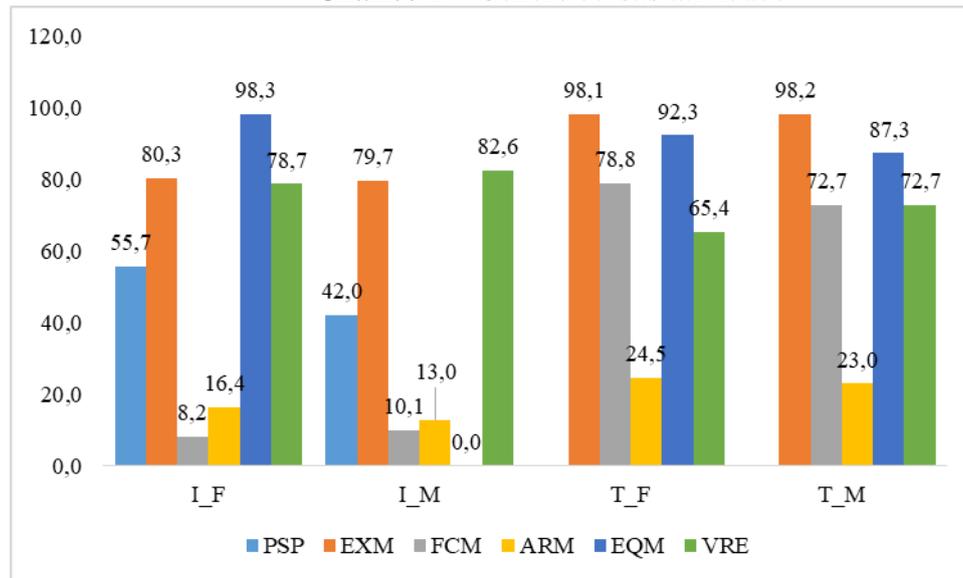
Estudo II: “Há diferença do tipo de estratégia utilizada, a depender de características amostrais, quando os estudantes resolvem as atividades (tradicional/investigativa) em dois ambientes distintos: material/virtual?”.

Realizamos uma análise exploratória para identificar os perfis de estratégias empregadas pelos estudantes ao resolverem as atividades nos ambientes de ensino, a depender de três possíveis indicadores: gênero, curso e instituição.

Estudo I:

a) Gênero: Tradicional x Investigativa

**Gráfico 1 – Gênero versus atividade**



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Leia:

I\_F → Intervenção investigativa para o gênero feminino

I\_M → Intervenção investigativa para o gênero masculino

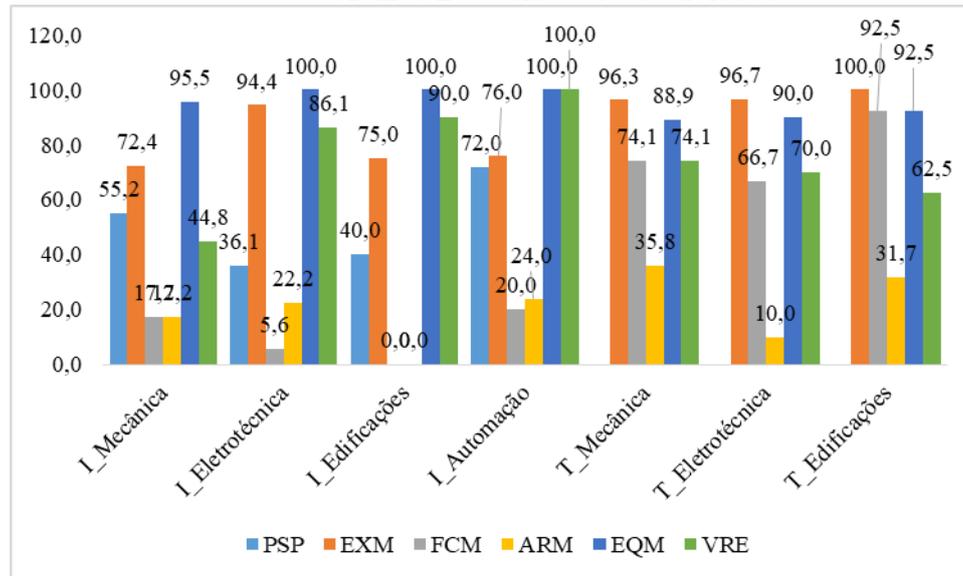
T\_F → Intervenção tradicional para o gênero feminino

T\_M → Intervenção tradicional para o gênero masculino

O Gráfico 1 explicita as frequências de aparecimento das habilidades na atividade investigativa e tradicional, tendo como parâmetro o gênero. Ao avaliar o aspecto das barras, identificamos que não há uma mudança brusca do perfil de frequências, tanto para a atividade tradicional como para a atividade investigativa, ou seja, as categorias *FCM* e *ARM* se apresentam em menor escala do que as de *PSP*, *EXM*, *EQM* e *VRE*, tanto para a tradicional quanto para a investigativa. Contudo, há uma inversão de aparecimento de frequências: enquanto para a investigativa há maior incidência *EQM* (I\_F= 98,36% e I\_M= 100,00) e *VRE* (I\_F= 78,63% e I\_M= 82,61), para a tradicional há maior incidência de *EXM* (T\_F= 98,08% e T\_M= 98,18). Esse resultado indica que, caso o gênero seja fator preditivo, ele se faz de maneira a não explicar muito a variabilidade geral, sendo mais importante para investigar as diferenças entre habilidades específicas.

b) Curso: Tradicional x Investigativa

**Gráfico 2 – Curso versus atividade**



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Leia:

- I\_Mecânica → Intervenção investigativa no curso de Mecânica
- I\_Eletrotécnica → Intervenção investigativa no curso de Eletrotécnica
- I\_Edificações → Intervenção investigativa no curso de Edificações
- I\_Automação → Intervenção investigativa no curso de Automação
- T\_Mecânica → Intervenção tradicional no curso de Mecânica
- T\_Eletrotécnica → Intervenção tradicional no curso de Eletrotécnica
- T\_Edificações → Intervenção tradicional no curso de Edificações
- T\_Automação → Intervenção tradicional no curso de Automação

O Gráfico 2 mostra que, quando comparados os índices de frequências das categorias de habilidades para a atividade tradicional e para a atividade investigativa, o padrão se apresenta discrepante para os cursos de Mecânica, Eletrotécnica e Edificações. Não tivemos estudantes do curso de Automação que realizaram a atividade tradicional.

Quando comparados os perfis para a atividade tradicional e para a atividade investigativa, verificamos que, para as categorias de habilidades *FCM* e *ARM*, os índices de frequência são relativamente diferentes. Para a atividade investigativa, foram encontrados os menores índices quando a atividade foi realizada pelos estudantes que pertenciam aos cursos de Eletrotécnica e Edificações. Não houve mobilização das categorias *ARM* e *FCM* nos estudantes do curso de Edificações, e baixa mobilização da categoria *FCM* para os estudantes do curso de Eletrotécnica (5,56%). Para a atividade tradicional, verificamos o menor índice de

frequência para a categoria *ARM*, quando mobilizada pelos estudantes do curso de Eletrotécnica (10,00%).

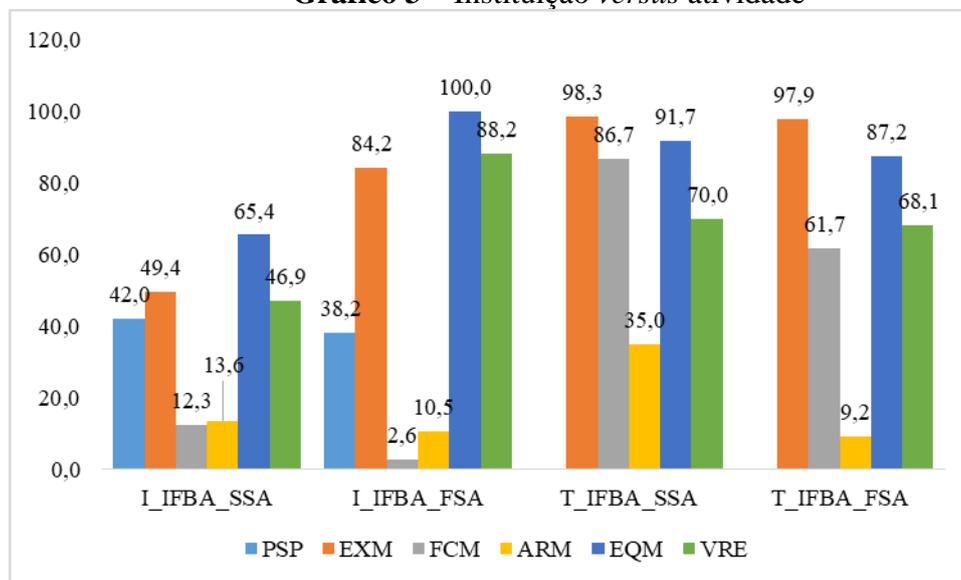
Para a atividade investigativa, o curso de Automação foi o que apresentou os maiores índices de frequências para as categorias de habilidades, com exceção da categoria *EXM*. Para essa categoria, o curso de Eletrotécnica foi o que apresentou maior índice.

Em linhas gerais, esse indicador parece interferir na mobilização de categorias de habilidades gerais e específicas, quando as atividades tradicional e investigativa são aplicadas nos cursos de Mecânica, Eletrotécnica e Edificações.

Do ponto de vista de ensino, esse resultado aponta que o tipo de curso, qual o estudante faça parte, pode interferir no momento em que há a mobilização de habilidades para a resolução de problema.

c) Instituição: Tradicional x Investigativa

**Gráfico 3 – Instituição versus atividade**



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Leia:

I\_IFBA\_SSA → Intervenção investigativa no IFBA campus Salvador

I\_IFBA\_FSA → Intervenção investigativa no IFBA campus Feira de Santana

T\_IFBA\_SSA → Intervenção tradicional no IFBA campus Salvador

T\_IFBA\_FSA → Intervenção tradicional no IFBA campus Feira de Santana

O Gráfico 3 indica existência de possível alternância entre os valores dos índices de frequência das categorias de habilidades, quando comparadas as duas instituições de ensino.

Para a atividade investigativa, verificamos que a categoria *FCM* apresentou baixo índice para o IFBA\_FSA (2,63%), quando comparado com o valor do índice encontrado para o IFBA\_SSA (12,35%). Para a atividade tradicional, verificamos maior discrepância entre os índices da categoria *ARM*, sendo o menor valor o encontrado para os estudantes do IFBA\_FSA (para IFBA\_FSA 9,22% e para IFBA\_SSA 35%).

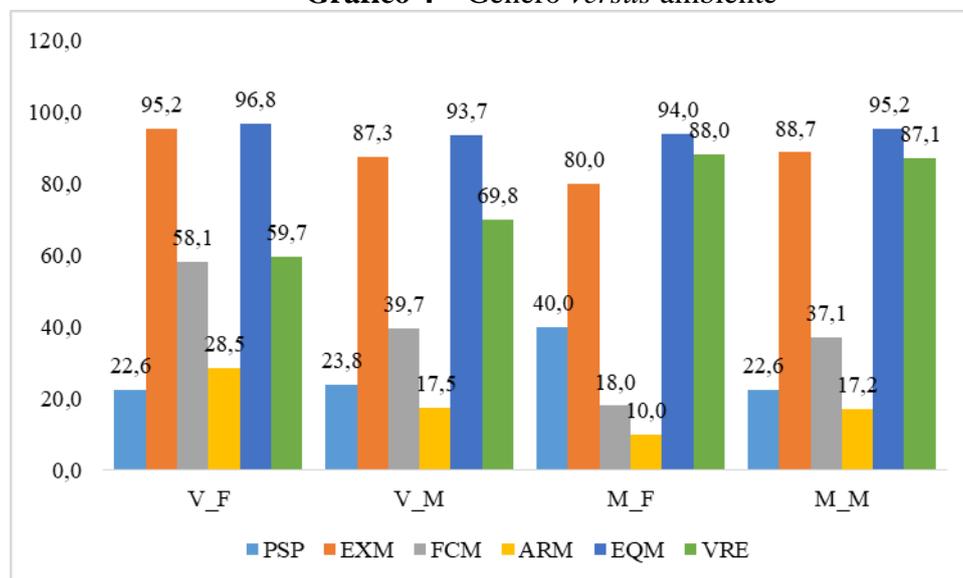
De maneira geral, esse indicador parece interferir na mobilização das habilidades gerais e específicas, quando aplicada a atividade tradicional e a atividade investigativa.

Do ponto de vista educacional, esse resultado aponta para o fato de que, provavelmente, o tipo de instituição de ensino interfere de maneira diferente na mobilização das habilidades dos estudantes ao resolverem problemas.

#### Estudo II:

##### a) Gênero: Material x Virtual

**Gráfico 4 – Gênero versus ambiente**



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Leia:

V\_F → Intervenção no ambiente virtual para o gênero feminino

V\_M → Intervenção no ambiente virtual para o gênero masculino

M\_F → Intervenção no ambiente material para o gênero feminino

M\_M → Intervenção no ambiente material para o gênero masculino

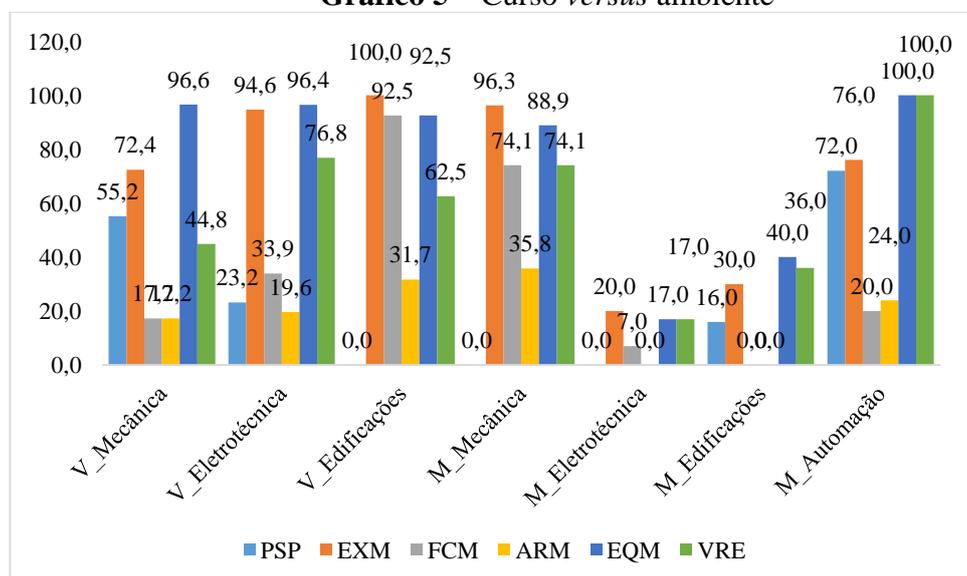
O Gráfico 4 explicita as frequências de aparecimento das habilidades nos ambientes virtual e material, tendo como parâmetro o gênero. Ao avaliar o aspecto das barras, identificamos que há uma mudança do perfil de frequência, tanto para o ambiente virtual como para o ambiente material. Parece haver diferença entre as categorias de habilidades específicas.

Para o gênero feminino, verificamos que: i) houve uma maior mobilização de habilidades procedimentais para as estudantes que participaram da intervenção no ambiente virtual; ii) houve uma maior mobilização da habilidade interpretativa para as estudantes que participaram da intervenção no ambiente material. Para o gênero masculino, os perfis dos índices de frequência das categorias de habilidades se apresentaram bem semelhantes.

Do ponto de vista de ensino, esse resultado mostra que o gênero feminino pode interferir na mobilização das habilidades dos estudantes, mas que provavelmente o masculino não apresenta diferenças na mobilização das habilidades estudadas.

b) Curso: Material x Virtual

**Gráfico 5 – Curso versus ambiente**



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Leia:

V\_Mecânica → Intervenção no ambiente virtual para o curso de Mecânica

V\_Eletrotécnica → Intervenção no ambiente virtual para o curso de Eletrotécnica

V\_Edificações → Intervenção no ambiente virtual para o curso de Edificações

M\_Mecânica → Intervenção no ambiente material para o curso de Mecânica

M\_Eletrotécnica → Intervenção no ambiente material para o curso de Eletrotécnica

M\_Edificações → Intervenção no ambiente material para o curso de Edificações

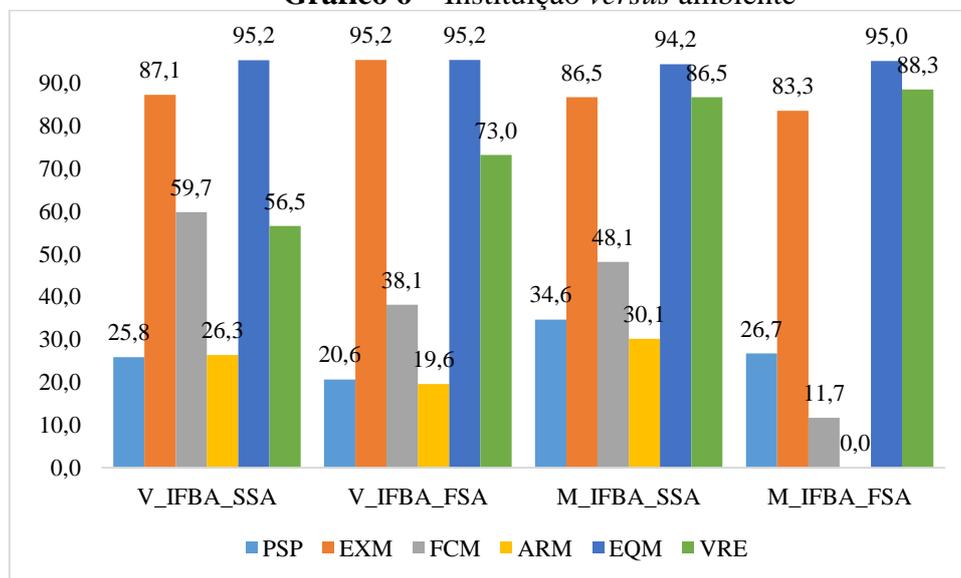
M\_Automação→ Intervenção no ambiente material para o curso de Automação

No Gráfico 5 observamos que, para o curso de Mecânica, os valores mais expressivos foram para as turmas que participaram da atividade no ambiente material. Em contrapartida, para os cursos de Eletrotécnica e Edificações, os maiores índices foram registrados para as turmas que participaram da atividade no ambiente virtual.

Uma hipótese para interpretar esse resultado é a de que os cursos em que os estudantes lidam com objetos computacionais com mais frequência (Eletrotécnica e Edificações) têm mais propensão a mobilizar, de maneira mais direta, as habilidades referentes à resolução de problemas por não terem a demanda de interpretação da interface, o que pode gerar uma carga cognitiva maior (Sweller; Merriënboer; Paas, 1998), e desvio de foco e conteúdo. Dessa forma, temos que, quando se trata de ambiente de ensino, o currículo e formato do curso pode fazer diferença para o emprego de estratégias específicas de resolução de problema.

c) Instituição: Material x Virtual

**Gráfico 6 – Instituição versus ambiente**



**Fonte:** Dados da pesquisa (2022)

Leia:

V\_IFBA\_SSA→ Intervenção no ambiente virtual no IFBA campus Salvador

V\_IFBA\_FSA→ Intervenção no ambiente virtual no IFBA campus Feira de Santana

M\_IFBA\_SSA→ Intervenção no ambiente material no IFBA campus Salvador

M\_IFBA\_FSA→ Intervenção no ambiente material no IFBA campus Feira de Santana

O Gráfico 6 nos mostra que, apesar da alternância entre os valores dos índices de frequências, eles se mantiveram dentro de determinadas faixas de valores que parecem não apresentar diferenças significativas, quando comparadas as categorias de forma individualizada. Identificamos os valores mais discrepantes para o IFBA\_FSA, quando verificamos as categorias *FCM* (V\_IFBA\_FSA de 38,10% e M\_IFBA\_FSA de 11,67%) e *ARM* (V\_IFBA\_FSA de 19,58% e M\_IFBA\_FSA de 0%), sendo a primeira a que parece apresentar maior diferença de valor.

Do ponto de vista do ensino, esse resultado aponta para o fato de que, provavelmente, a instituição em que a intervenção é aplicada não interfere na mobilização das habilidades dos estudantes, mesmo em ambientes distintos.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Neste estudo, apresentamos a análise da natureza da atividade aplicada e do contexto de ensino, mantendo a ênfase na discussão dos possíveis indicadores de estratégias mobilizadas pelos estudantes na realização de práticas experimentais, identificadas por habilidades específicas demandadas. As práticas foram de natureza tradicional e investigativa em dois ambientes distintos de ensino: material/virtual.

Os resultados apontam que as três variáveis amostrais investigadas – gênero, curso e instituição – se apresentaram como possíveis indicadores, a depender das categorias de habilidades avaliadas:

- O gênero feminino, quando houve a mobilização de habilidades procedimentais no ambiente virtual e de habilidades interpretativas no ambiente material;
- O curso, quando houve a mobilização das habilidades específicas *FCM* e *ARM*, a depender da natureza da atividade realizada, sendo que, quando realizada no ambiente material, os menores índices registrados foram para os cursos de Eletrotécnica e Edificações;
- A instituição, na mobilização das categorias de habilidades específicas quando são aplicadas atividades de diferente natureza, independentemente do tipo de ambiente de ensino.

Esses resultados são relevantes para a construção de hipóteses e modelos estatísticos a serem testados a partir dos dados de testes de conhecimento.

As interpretações dos resultados alcançados pelas pesquisas em geral podem abarcar diferentes elementos associados às situações de ensino, culminando na determinação de indícios específicos a cada situação em particular. Entretanto, mesmo que a identificação dos elementos associados aos contextos de ensino seja considerada como essencial para analisar e interpretar resultados de pesquisa educacionais, esse tipo de artifício não se constitui em um método de análise direta. Assim, a identificação de fatores contextuais serve para fundamentar investigações de diferentes naturezas que envolvem processos de aprendizagem, e se constituem em possíveis indicadores da aprendizagem dos estudantes (Fischer, 1980).

Há uma carência de pesquisas que investiguem, não só a existência de indicadores de estratégias de resolução de atividades de diferentes naturezas, como também de ambientes de ensino distintos: material e virtual. Uma vez identificados os possíveis fatores contextuais – indicadores de aprendizagem –, eles serão considerados dados de segunda ordem, os quais foram categorizados na análise qualitativa, podendo ser transformados em dados dicotômicos para que se proceda com uma análise quantitativa. O presente estudo fornece os subsídios para que outras análises, tanto qualitativa como quantitativa, possam ser conduzidas, pois ele aponta para prováveis indicadores a serem estudados, assim como as possíveis relações com a natureza da atividade e o tipo de abordagem, além de estabelecer as habilidades que devam ser avaliadas na atividade investigativa e tradicional.

## REFERÊNCIAS

AL MUSAWI, A. *et al.* The impact of using virtual lab learning experiences on 9th grade students' achievement and their attitudes towards science and learning by virtual lab. **Journal of Turkish Science Education**, Turquia, v. 15, n. 2, p. 13-29, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.12973/tused.10227a>. Acesso em: 18 jul. 2021.

AMANTES, A. **Contextualização no ensino de física**: efeitos sobre a evolução do entendimento dos estudantes. 2009. 275 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/FAEC-84YSWQ>. Acesso em: 30 jul. 2021.

BINDER, T. *et al.* Assessing prior knowledge types as predictors of academic achievement in the introductory phase of biology and physics study programmers using logistic regression. **International Journal Education of STEM**, [s. l.], v. 6, n. 33, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0189-9>. Acesso em: 8 set. 2021.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 291-313, dez. 2002. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6607>. Acesso em: 10 set. 2021.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativa. In: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-20.

CHUVGUNOVA, O.; KOSTROMINA, S. Planning as a learning skill of students. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, [s. l.], v. 217, p. 132-138, Feb. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.02.045>. Acesso em: 1 mai. 2023.

COELHO, G. R. **A evolução do entendimento dos estudantes em eletricidade: um estudo longitudinal**. 2011. 173 f. Tese (Doutorado em Educação ) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/FAEC-8M7F6M>. Acesso em: 25 jan. 2022.

FISCHER, K. W. A theory of cognitive development: the control and construction of hierarchies of skills. **Psychological Review**, [s. l.], v. 87, n. 6, p. 477-531, 1980. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0033-295X.87.6.477>. Acesso em: 20 maio 2023.

GADÉA, S. J. S. **Aprendizagem sobre flutuação nos anos iniciais através da inserção de atividades investigativas**. 2016. 149 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2016. Disponível em: <https://ppgefhc.ufba.br/pt-br/aprendizagem-sobre-flutuacao-nas-series-iniciais-atraves-da-insercao-de-atividades-investigativas>. Acesso em: 17 maio 2023.

GUNAWAN, G. *et al.* Virtual laboratory to improve students' conceptual understanding in physics learning. **Journal of Physics: Conference Series**, Surabaya, Indonesia, v. 1108, 2018. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1108/1/012049>. Acesso em: 14 ago. 2023.

HALIM, A. M.Si; SUSANA, S. An analysis of students' skill in applying the problem solving strategy to the physics problem settlement in facing AEC as global competition. **Journal Pendidikan IPA Indonesia**, Indonesia, v. 5, n. 1, Apr. 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/307850228>. Acesso em: 28 ago. 2023.

HOFSTEIN, A. *et al.* Developing students' ability to ask more and better questions resulting from inquiry-type chemistry laboratories. **Journal of Research in Science Teaching**, [s. l.],

v. 42, p. 791-806, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/tea.20072>. Acesso em: 3 set. 2023.

HOFSTEIN, A. Practical work and science education. *In*: FENSHAM, P. (ed.). **Development and dilemmas in science education**. London: Falmer Press, 1988. pp. 189-217. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=ED309081>. Acesso em: 23 set. 2023.

HOHENFELD, D. P. **A natureza quântica da luz nos laboratórios didáticos convencionais e computacionais no ensino médio**. 2013. 146 f. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/16021/1/Dielson%20Pereira%20Hohenfeld.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2024.

LU, K. *et al.* Examining the key influencing factors on college students' higher-order thinking skills in the smart classroom environment. **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, [s. l.], v. 18, n. 1, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00238-7>. Acesso em: 18 fev. 2024.

LUNETTA, V.; HOFSTEIN, A.; CLOUGH, M. Learning and teaching in the school science laboratory: an analysis of research, theory, and practice. *In*: LEDERMAN, N.; ABEL, S. (eds.). **Handbook of research on science education**. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 2007. p. 393-441. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/283630224>. Acesso em: 15 maio 2023.

NERSESIAN, E.; SPRYSZYNSKI, A.; LEE, M. Integration of Virtual Reality in Secondary STEM Education. **2019 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC)**, Princeton, NJ, USA, 16-16 March, p. 83-90, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ISECon.2019.8882070>. Acesso em: 5 ago. 2023.

OLYMPIOU, G.; ZACHARIA, Z. Blending physical and virtual manipulative: an effort to improve students' conceptual understanding through science laboratory experimentation. **Science Education**, [s. l.], v. 96, p. 21-47, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/sce.20463>. Acesso em: 24 ago. 2023.

OWUSU, A.; COBBOLD, C. Factors that influence learning strategy use among senior high school economics students in Ghana: a quantitative approach. **International Journal of Learning, Teaching and Educational Research**, [s. l.], v. 19, n. 5, p. 167-185, May 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.26803/ijlter.19.5.10>. Acesso em: 2 set. 2023.

PARONG, J.; MAYER, R. Learning Science in Immersive Virtual Reality. **Journal of Educational Psychology**, [s. l.], v. 110, n. 6, 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/322708154>. Acesso em: 19 set. 2023.

PIAGET, J. **Equilíbrio das estruturas cognitivas**. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

STAHRE WÄSTBERG, B. *et al.* Design considerations for virtual laboratories: a comparative study of two virtual laboratories for learning about gas solubility and colour appearance. **Education and Information Technology**, [s. l.], v. 24, n. 3, p. 2059-2080, 2019. <https://doi.org/10.1007/s10639-018-09857-0>. Acesso em: 1 out. 2023.

SWELLER, J.; MERRIENBOER, J. J. G. van; PAAS, F. G. W. C. Cognitive Architecture and Instructional Design. **Educational Psychology Review**, [s. l.], v. 10, p. 251-196, set. 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1023/A:1022193728205>. Acesso em: 19 set. 2023.

TRINDADE, J.; FIOLEAIS, C.; ALMEIDA, L. (). Science learning in virtual environments: A descriptive study. **British Journal of Educational Technology**, [s. l.], v. 33, p. 471-488, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1467-8535.00283>. Acesso em: 9 set. 2023.

WEINSTEIN, C. F.; MAYER, R. F. The teaching of learning strategies. *In*: WITTRUCK, M. C. (ed.). **Handbook of research on teaching**. New York: Macmillan, 1996. p. 315-327.

XAVIER, A. P. **Laboratório virtual versus laboratório material: a aprendizagem de física com intervenções tradicionais e investigativas**. 2018. 221 f. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/27506>. Acesso em: 5 fev. 2024.

Recebido: 29/4/2024.

Aceito: 25/6/2024.

### **Sobre autores:**

#### **Silvia Carla Cerqueira Porto**

Doutora em Ensino, Filosofia e História das Ciências pela Universidade Federal da Bahia/Universidade Estadual de Feira de Santana. Professora do Instituto Federal da Bahia. Instituição: Instituto Federal de Educação da Bahia, Feira de Santana, Bahia, Brasil  
E-mail: silviaporto@ifba.edu.br  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3874-6110>  
País: Brasil

#### **Amanda Amantes**

Doutora em Educação, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Professora Associada do Instituto de Física da UFBA e do Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências (PPGEFHC) da UFBA/UEFS, uma das líderes do Laboratório de Metodologia e Pesquisa Mista em Ensino de Ciências (LAMPMEC).  
Instituição: Universidade Federal da Bahia  
E-mail: amanda.amantes@ufba.br  
Orcid:<https://orcid.org/0000-0003-1678-9870>  
País: Brasil