

## UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DOS CONCEITOS INTRODUTÓRIOS DA FÍSICA MECÂNICA, UTILIZANDO ELEMENTOS DE FÍSICA FORENSE EM UMA ABORDAGEM BASEADA NA EXPERIÊNCIA DA APRENDIZAGEM MEDIADA

*A didactic sequence for teaching the introductory concepts of mechanical physics, using elements of forensic physics in an approach based on the experience of mediated learning.*

**João Eduardo Fernandes Ramos** [joao.framos@ufpe.br]

**Meirere Lucio Pereira** [meirere@gmail.com]

*Universidade Federal de Pernambuco*

*Av. Marielle Franco, s/n - Km 59 – Nova Caruaru, Caruaru-PE, 55014-900*

*Recebido em: 04/09/2023*

*Aceito em: 20/12/2023*

### Resumo

A sequência didática proposta fornece uma opção para o ensino dos conceitos iniciais da mecânica clássica de maneira contextualizada através de casos fictícios de cenas de crime para serem solucionados pelos alunos. A sequência didática é composta por seis casos criminais envolvendo os conteúdos: apresentação das áreas de atuação da física, unidades de medida de comprimento e tempo, notação científica, referencial, trajetória, velocidade escalar instantânea, velocidade escalar média, leis de Newton, força de atrito e energia mecânica. Este trabalho foi baseado nos parâmetros da Experiência da Aprendizagem Mediada formulada por Reuven Feurstein, e na hipótese da integração hierárquica (Pozo, Gómez Crespo, 2009). O produto educacional foi aplicado em duas turmas, de uma escola particular, de 9º ano do ensino fundamental. Como resultado, os alunos indicaram que a atividade realizada trouxe motivação para aprender, desenvolvimento social e transcendeu a sala de aula. O caráter lúdico da atividade se mostrou bastante motivadora.

**Palavras-chave:** Ensino de Física; Perícia criminal; Aprendizagem mediada; Ludicidade.

### Abstract

The proposed didactic sequence provides an option for teaching the initial concepts of classical mechanics in a contextualized way through fictitious cases of crime scenes to be solved by the students. The didactic sequence is composed of six criminal cases involving the contents: presentation of the areas of action of physics, units of measurement of length and time, scientific notation, reference, trajectory, instantaneous scalar velocity, average scalar velocity, Newton's laws, force of friction and mechanical energy. This work was based on the parameters of the Mediated Learning Experience formulated by Reuven Feurstein, and on the hypothesis of hierarchical integration (Pozo, Gómez Crespo, 2009). The educational product was applied to two classes at a private school, in the 9th grade of elementary school. As a result, students indicated that the activity carried out brought motivation to learn, social development and transcended the classroom. The playful character of the activity proved to be very motivating.

**Keywords:** Physics Teaching; Criminal expertise; Mediated learning; playfulness.

## **Introdução**

O presente trabalho irá abordar problemas comuns na área do ensino, especialmente na área do ensino de ciências. Serão revisitados os problemas, já tão conhecidos na área do ensino, como a desmotivação para aprender, o não aproveitamento dos conhecimentos prévios de seus alunos e a falta de eficiência no ensino das ciências, tanto nas instituições públicas quanto nas privadas, frente a uma sociedade que muda constantemente. Também serão pontuadas possíveis causas para eles, pois entendendo melhor suas causas, eles poderão ser mais bem tratados.

Após entender melhor possíveis causas para os problemas da desmotivação para aprender e o despreparo dos jovens que saem da escola, será apresentada uma sequência didática composta de seis elementos de criminalística para contextualizar o aprendizado de conceitos da mecânica clássica. Os seis elementos de criminalística utilizados na sequência didática para contextualizar as aulas de física foram: a profissão do perito criminal, o método científico utilizado por estes em seus trabalhos periciais, um caso de perícia contábil, um caso de reprodução simulada dos fatos, uma cena de homicídio, a análise das imagens de um acidente de trânsito, e o exame pericial em um local de acidente envolvendo a deformação de uma motocicleta e marcas de frenagens.

A presente pesquisa teve como objetivo geral apresentar uma alternativa ao ensino tradicional, e desta forma alcançar objetivos específicos como contribuir com a formação de alunos críticos, criativos, sensíveis às necessidades sociais e com elevados valores éticos e morais. Assim como tornar o ensino de física mais atrativo.

## **Aprendizagem mediada e integração hierárquica**

Neste tópico, discutimos a problemática do desinteresse dos alunos pela escola, com foco nas concepções alternativas que os estudantes possuem em relação aos conceitos científicos. Juan Ignacio Pozo e Miguel Ángel Gómez Crespo (2009) identificam as dificuldades de compreensão dos conteúdos conceituais como uma das causas desse desinteresse, devido à presença de concepções alternativas entre os alunos. As abordagens tradicionais, como a hipótese da compatibilidade, que sugere que as concepções científicas são naturalmente compatíveis com as concepções cotidianas, e a hipótese da incompatibilidade, que propõe a substituição das concepções alternativas pelas científicas, têm limitações em lidar com esse problema. Além disso, a hipótese da independência, que sugere a coexistência das duas formas de conhecimento, também não resolve o desinteresse dos alunos.

Em contraposição, Pozo e Crespo apresentam a hipótese da integração hierárquica, que enfatiza a necessidade de reestruturação teórica, explicitação progressiva e integração gradual das concepções alternativas aos conceitos científicos, oferecendo uma abordagem mais robusta para enfrentar esse desafio educacional. Neste sentido, a sequência didática foi elaborada com essa relação em mente.

Quanto a aprendizagem mediada, observamos a importância da responsabilidade compartilhada entre professores e alunos no processo de aprendizagem. O fracasso não deve ser atribuído exclusivamente ao aluno, pois ambos têm papéis cruciais. O professor deve ensinar com intenção, ou seja, com o desejo genuíno de ensinar e a crença de que o aluno pode aprender. Isso cria um ciclo virtuoso em que o professor motivado busca maneiras de ajudar o aluno, e o aluno, por sua vez, se sente motivado a aprender. Acreditar na capacidade de aprendizado do aluno é essencial, pois isso motiva o professor a se esforçar e encontrar soluções. A neuroplasticidade mostra que, independentemente das barreiras, a modificabilidade cognitiva é possível.

Destacamos que a sequência didática baseada na Teoria da Modificabilidade Cognitiva de Feuerstein envolve a mediação do conhecimento para criar condições preparatórias nas mentes dos alunos. Os principais parâmetros de mediação são:

1. Intencionalidade e reciprocidade: o professor deve ensinar com a intenção de moldar o conteúdo e promover a reciprocidade na aprendizagem.
2. Transcendência: o ensino deve ir além da sala de aula, permitindo que os alunos apliquem o conhecimento em diferentes contextos.
3. Mediação de significado: o professor não deve apenas transmitir informações, mas também dar significado ao que está sendo ensinado, criando motivação e compreensão mais profunda.

Esses parâmetros criam um ciclo virtuoso de aprendizagem, ajudando os alunos a aprenderem não apenas conteúdo, mas também a desenvolver habilidades metacognitivas e a buscar significado em sua aprendizagem.

### **Criminalística e seu diálogo com a alfabetização científica**

Por volta do século XIX os exames forenses eram atividades exclusivas dos médicos, que estavam incumbidos tanto dos exames nos cadáveres como nos demais vestígios relacionados aos crimes investigados. Porém, a técnica aplicada por alguns criminosos exigiu um aprimoramento e especialização dos exames periciais. Passou a ser exigido uma gama maior de conhecimento a ser aplicado ao estudo dos elementos materiais relacionados aos crimes. Não só a medicina, mas outras áreas, como física, biologia, química, engenharia, informática, toxicologia e matemática passaram a compor a criminalística. Atualmente a criminalística é aceita como disciplina autônoma que possui métodos, postulados e princípios próprios. Abaixo seguem os três postulados da criminalística (Dorea et al., 2005):

- 1) A conclusão de uma perícia deve ser invariante em relação ao perito criminal que a realizou.
- 2) A conclusão de um exame pericial deve ser invariante em relação aos meios utilizados, desde que sejam utilizados meios adequados.
- 3) A conclusão dada por um perito criminal é independente em relação ao tempo. Considerando que a verdade é imutável em relação ao tempo decorrido.

Por que ensinar física contextualizando com a criminalística? Porque poderá ajudar numa alfabetização científica. As pessoas, mesmo aquelas que já passaram por todo o ensino médio, e tiveram aulas de física, química e biologia por pelo menos três anos seguidos, não sabem diferenciar o que é científico do não científico. Há sérios problemas na concepção das pessoas acerca da definição de ciência. Para muitos, ciência é um estudo finalizado, um produto acabado, que não permite aprimoramento. Muitas dessas concepções errôneas são fruto da exploração das propagandas, cujos fabricantes procuram se aproveitar da credibilidade das ciências, e rotineiramente colocam pessoas trajando jaleco para apresentar um xampu, um desodorante, um alimento ou quaisquer que sejam o produto e assim afirmar que aquele produto é perfeito, pois foi cientificamente testado.

Porém, o analfabetismo científico não é culpa apenas dos que se aproveitam da imagem das ciências para vender seus produtos. O ensino dessa matéria é por diversas vezes mal realizado. Por vezes, os alunos são expostos às funções matemáticas para representar comportamentos de fenômenos da natureza sem que haja um espaço para reflexão. Muitas vezes falta trazer para sala de aula o caminho percorrido pelos cientistas para enfim sua teoria ser formalizada. Geralmente para ensinar como os cientistas trabalham, é apresentado no quadro branco um esquema de método científico contendo as seguintes etapas: a observação de um fenômeno, a elaboração de hipóteses, os testes das hipóteses (ou experimentos), validação ou negação das hipóteses, se validada, vira uma teoria, e se não, retorna para a etapa da elaboração das hipóteses. É evidente que este modo simplório não permitirá que o aluno assimile a complexidade que envolve o método científico. Os esquemas não abordam como são esses testes. E não respondem as seguintes perguntas: quantos testes precisam serem feitos? Qual a variedade de testes? Quem válida ou nega os testes? Mesmo após a hipótese passar por essas etapas e assim ser criada uma teoria, é possível modificá-la? Quem é o aluno para

refletir acerca de uma lei científica? Ela já foi aceita por diversos cientistas, então quem é o aluno para aprimorar ou questionar uma teoria? Ele deve simplesmente ter uma fé, similar a fé religiosa, no que as leis da ciência afirmam. Sendo assim, os alunos não desenvolverão ferramentas para diferenciar um conhecimento científico de um conhecimento religioso. Pois para ambos ele precisa somente ter uma fé cega.

Pensando no problema do analfabetismo científico, exposto nos parágrafos anteriores, a sequência didática desenvolvida apropriou-se de elementos da criminalística com intuito de estimular os alunos a elaborarem possíveis dinâmicas para as cenas de crimes a serem periciadas por eles, e assim aplicar o método científico, ilustrado na imagem 3, na prática. Ao examinarem as cenas de crime, os alunos terão que elaborar uma possível dinâmica para o fato. E ao final, o professor mediador irá avaliar as hipóteses dos alunos indicando onde acertaram, onde erraram e o cuidado que eles precisam ter ao concluir qualquer coisa. É neste momento que o mediador encontra espaço para mostrar aos alunos que mesmo após refletirem sobre algo, criarem hipóteses e testarem-na obtendo o que acreditam ser um resultado positivo, ainda é possível falsear sua interpretação.

### **Metodologia de pesquisa e produto elaborado**

Os conteúdos de física foram escolhidos baseados no currículo da escola em que o produto foi implementado. A intenção é mostrar que com criatividade é possível trazer contextualização, ludicidade e aplicação prática para os conteúdos. Com isso, alcançar a motivação tão necessária para a aprendizagem. E assim, conduzir os alunos de suas concepções alternativas para concepções científicas. Contextualizando os conteúdos de física com uma temática que desperta bastante curiosidade: o trabalho dos peritos criminais, que graças ao seriado americano CSI<sup>1</sup>, transmitido aqui no Brasil e que obteve altíssima audiência, o trabalho desses ganhou notoriedade e despertou bastante curiosidade.

Tomando proveito da curiosidade pelo trabalho desses profissionais, foi elaborada uma sequência didática contextualizada com casos criminais fictícios que deverão ser solucionados por meios de conteúdos de física. O professor apresenta um caso criminal aos alunos e indica sua relação com determinado conteúdo de física. O Aluno para solucionar o crime, precisará compreender o conteúdo envolvido. Gerando engajamento e cooperação pelo aprendizado.

A coleta de dados ocorreu por meio das respostas dos alunos em atividades escritas, através de Google Formulário (*Google Forms*), avaliação qualitativa e quantitativa (pertencente ao próprio sistema da escola e aplicados pela coordenação pedagógica da instituição de ensino) e avaliações escritas (contendo exercícios tradicionais também pertencentes ao próprio sistema de ensino da escola). A postura dos alunos nas aulas também serviu de análise para avaliação da sequência didática.

A pesquisa se desenvolveu em duas turmas, as duas com 43 alunos, de 9º ano do ensino fundamental dois (9º Fund. II) de uma escola particular localizada no município de Caruaru-PE, e adotante de um Sistema Tradicional de Ensino, ou seja, uma gama relativamente grande de conteúdos, exposição de conteúdos seguida de exame de verificação de aprendizagem composto por exercícios de vestibulares.

A sequência didática envolvida na pesquisa comportou um total de 30 aulas, que foram aplicadas no primeiro semestre de 2023. Essas aulas foram ministradas em 15 (quinze) encontros de duas aulas germinadas, ou seja, cada encontro teve a duração de duas aulas seguidas (50 min + 50 min) totalizando cem minutos de aula (100 minutos). Porém, a inserção de elementos de criminalística no ensino de física se deu em apenas seis desses encontros.

---

<sup>1</sup> Série Americana por nome Crime Scene Investigation - CSI.

Onde entre os momentos de exposição de conteúdo na modalidade mais tradicional foram incorporados elementos de criminalística. Na sequência didática foram abordados os seguintes conteúdos: a apresentação da disciplina de física como sendo uma ciência (foi iniciada a discussão sobre o que é ciência e como funciona o método científico), o estudo das grandezas físicas comprimento e tempo, e suas respectivas unidades de medida, ordem de grandeza e notação científica, os conceitos de referencial, trajetória, velocidade escalar média, velocidade escalar instantânea, leis de Newton, força de atrito e energia mecânica.

A coleta dos dados se deu através de: i) **Diário de campo para observação da postura dos alunos em sala de aula:** as falas, defesa das ideias perante o grupo e o envolvimento e sinais de empolgação também serviram como base para a análise das informações; ii) **Dois avaliações escritas tradicionais (Avaliação 1 e Avaliação 2):** não foram elaboradas pelo professor mediador que desenvolveu a sequência didática, mas por um professor pertencente ao sistema de ensino. A primeira delas (AV1 – Avaliação 1) é composta por oito questões abertas e quatro fechadas, e no que se refere ao nível das questões a distribuição é: duas fáceis, seis medianas e quatro difíceis. O segundo exame (AV2 – Avaliação 2) é composto por dez questões abertas, 05 cinco fechadas e a classificação quanto ao grau de dificuldade é da seguinte maneira: três fáceis, oito medianas e quatro difíceis; iii) **Uma avaliação qualitativa:** aplicada pela coordenação da escola, que escolheu alunos variados com ênfase no índice formativo da turma, num total de aproximadamente 10% dos alunos de cada turma. Onde os alunos puderam falar livremente sobre o professor aplicador das aulas; iv) **Uma avaliação quantitativa:** aplicada com todos os alunos das duas turmas; v) **Um questionário anônimo e voluntário aplicado com a auxílio do Google Forms:** os alunos são convidados voluntariamente a deixar um comentário livre e a responder um questionário.

#### *A proposta didática*

No primeiro encontro, os alunos foram introduzidos à criminalística, começando com a discussão sobre a profissão do perito criminal e as provas criminais aceitas pela legislação brasileira, como a prova documental, testemunhal e objetiva. Os alunos aprenderam que os peritos trabalham com provas objetivas, que são concretas e científicas. Foi discutido o método científico, destacando sua confiabilidade, mas também sua não infalibilidade. Os alunos também assumiram o papel de diretores de uma unidade de perícia forense, onde tiveram que escolher peritos especializados para cenários de crime projetados no quadro. Eles usaram o material didático para ajudá-los na seleção.

No segundo encontro, o foco foi em grandezas como comprimento e tempo, bem como suas unidades de medida. Para tornar o aprendizado mais prático, uma cena fictícia de homicídio foi criada na sala de aula. Os alunos foram divididos em grupos e alternaram entre investigar a "cena de crime" e estudar o conteúdo do livro didático relacionado a comprimento e tempo. Eles também aprenderam a calcular o tamanho do sapato de um suspeito usando notação científica e conversões de unidades de medida.

O terceiro encontro introduziu conceitos de notação científica e ordem de grandeza por meio de um caso de crime contábil. Os alunos receberam registros contábeis fictícios com cifras bilionárias e tiveram que determinar se o saldo após as transações era positivo ou negativo, usando notação científica para facilitar o cálculo.

No quarto encontro, os alunos foram expostos a conceitos de cinemática, como posição, trajetória, distância percorrida e velocidade, utilizando exemplos e analogias geométricas. Além disso, eles exploraram a diferença entre corpo extenso e ponto material e aplicaram esses conceitos em situações de acidente de trânsito, calculando a velocidade de um veículo.

O quinto encontro concentrou-se na velocidade instantânea e média, com um caso de acidente de trânsito em que os alunos tiveram que calcular a velocidade da motocicleta usando imagens

consecutivas e informações sobre a distância entre eixos da motocicleta. O professor explicou que a equação utilizada é empírica, baseada em testes de impacto.

O sexto encontro continuou com elementos de criminalística, desta vez com um acidente de trânsito envolvendo o uso de equações relacionadas à energia mecânica e forças dissipativas, como apresentado na figura 1. Os alunos resolveram o caso e compreenderam a importância de usar notação científica para expressar grandezas muito grandes ou pequenas.

Nesta atividade é ensinado sobre os conceitos de energia mecânica e sua conservação, forças dissipativas e força de atrito. E caso algum grupo pergunte qual a base científica para a equação do cálculo de velocidade de colisão de uma motocicleta por base do encurtamento de sua distância entre os eixos, o professor pode explicar que é uma equação empírica, onde são realizados *crashes tests* (testes de impactos) com um modelo específico de motocicleta e são anotados em um gráfico cartesiano a velocidade do impacto e a deformação consequente da colisão. Depois encontra-se a equação da reta que melhor se adequa aos pontos anotados, o que na matemática é chamado de ajuste de reta (ou regressão linear).

**CROQUI ESQUEMÁTICO RELATIVO AO ACIDENTE QUE OCORREU NO  
CRUZAMENTO DA RUA BAHIA COM A RUA PERNAMBUCO**

Senhor Perito Criminal, para um melhor entendimento de como o fato ocorreu, necessitamos das respostas para os seguintes itens (gentileza, justifique todas as respostas para evitar que os advogados consigam livrar o culpado das consequências de seus atos):

- 1) Como aconteceu o acidente?
- 2) Existe alguma razão pela qual as motocicletas possuam uma arrancada maior que os automóveis?
- 3) A posição do cadáver (piloto da motocicleta) é compatível com o acidente?
- 4) Se foi a motocicleta que colidiu com o automóvel, por que ela sofreu danos? Existe alguma explicação científica?
- 5) O tipo de solo interfere na distância percorrida pelos veículos durante o processo de frenagem? Se a rua fosse de terra solta a colisão teria ocorrido com menor impacto? E se estivesse chovendo?
- 6) O que explica a motocicleta continuar em movimento mesmo após o travamento das rodas?
- 7) Qual a velocidade máxima permitida no trecho da rua Pernambuco onde ocorreu o acidente?
- 8) Qual a velocidade aproximada com que se movia o veículo 1?

Certo de poder contar com seu auxílio,  
Atenciosamente, Promotor de Justiça Frederico Mendes

**Figura 1:** Modelo da atividade realizada sobre forças dissipativas, apresentando o caso de investigativo de um acidente com moto.

Fonte: os autores, 2023.

Em resumo, ao longo desses encontros, os alunos foram expostos a conceitos de física e criminalística, aplicando-os a cenários práticos de investigação de crimes, acidentes e problemas relacionados a medidas e cálculos. Essa abordagem interdisciplinar ajudou os alunos a compreenderem a aplicação prática da física na solução de problemas do mundo real.

## Resultados e discussões

Quanto a da postura dos alunos, foi possível notar o entusiasmo e a alegria demonstrados por eles ao participar das atividades propostas. Eles responderam com atenção aos comandos dados, frequentemente sorriam, mostravam empolgação ao expressar suas opiniões, demonstravam um sentimento de competência ao expor hipóteses e participavam ativamente, sem necessidade de

insistência. Esses comportamentos sugerem que o produto educacional teve um impacto positivo na motivação dos alunos. Na figura 2, abaixo, apresentamos um exemplo de folha de resposta da atividade. A figura destaca a atividade realizada no segundo encontro. Após as investigações os alunos deveriam entregar o relatório com suas respostas.

DOCUMENTO

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA JUSTIÇA  
DEPARTAMENTO DE POLÍCIA FEDERAL  
**INQUÉRITO POLICIAL**

SR/DPF/PE  
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PERNAMBUCO  
IPL Nº 0215/2023 COMBO  
INCIDÊNCIA PENAL art. 121 do Código Penal 648986548

Senhor(a) Perito(a) Criminal, para um melhor entendimento de como o fato ocorreu, necessitamos das respostas para os seguintes itens (gentileza, justifique todas as respostas para evitar que os advogados consigam livrar o culpado das consequências de seus atos):

- 1) Qual o horário do início da perícia? 1h 52 min
- 2) Qual o horário do fim da perícia? 2h 07 min
- 3) Qual o intervalo de tempo dos exames periciais? 1h 15 min
- 4) Qual a natureza jurídica do fato (acidente, suicídio ou homicídio)? homicídio
- 5) Qual o nome da vítima? MARINALVA SOBRAL
- 6) Qual o tipo de arma utilizada na cena de morte (arma branca ou arma de fogo)?  
arma de fogo
- 7) Se arma de fogo, qual o calibre? 9mm
- 8) Qual a dinâmica do fato? (como ocorreu a morte? Houve invasão do local?)  
de corrambov a porta metou ela e fugiu pela se  
nela quebrada.

Certo de poder contar com seu auxílio,  
Atenciosamente, Promotor de Justiça Frederico Mendes

**Figura 02:** Exemplo de folha da atividade investigativa com as respostas dos estudantes após a investigação.

Fonte: autores, 2023.

Em relação as avaliações escritas, elas revelaram que 65% dos alunos da turma "A" e 70% da turma "B" alcançaram notas acima de 6,0. Isso indica um desempenho satisfatório dos alunos nas avaliações após a aplicação do produto educacional. É importante destacar que os alunos participantes da pesquisa cursaram o 6º e 7º ano do ensino fundamental de forma 100% remota, devido à pandemia da Covid-19. Esse contexto de ensino remoto teve impactos nos âmbitos emocional, social e cognitivo dos alunos, o que torna os resultados significativos, uma vez que eles enfrentaram desafios adicionais.

Neste sentido, acreditamos que a sequência didática proposta apresentou resultados motivadores, pois, mais da metade dos alunos, de ambas as turmas, alcançou um desempenho satisfatório ou próximo disso nas avaliações. Isso sugere que a abordagem pedagógica adotada foi adequada para ensinar física, mesmo após um período de ensino e aprendizado deficiente.

A avaliação qualitativa, que envolveu alunos com melhor desempenho formativo, indicou uma alta satisfação dos alunos com o professor e o método de ensino utilizado. Isso é um indicativo positivo do impacto motivacional e da qualidade do ensino proporcionado pelo produto educacional.

Já a avaliação quantitativa, oficial da instituição, na qual todos os alunos atribuíram notas para a didática, aproveitamento da aula, envolvimento e acompanhamento, demonstrou que a sequência



didática trouxe significado para a aprendizagem dos alunos. Eles se sentiram motivados, envolvidos, acolhidos e tiveram suas opiniões respeitadas, conforme evidenciado pelas altas notas atribuídas.

Em relação ao questionário respondido pelos alunos, observamos que eles forneceram uma avaliação positiva sobre o produto educacional. Eles relataram aumento da motivação, transferência dos conteúdos para fora da sala de aula, desenvolvimento do pensamento crítico e criativo, bem como a integração de valores éticos e morais em suas experiências de aprendizado. Além do aprendizado acadêmico, a sequência didática também ajudou os alunos a desenvolverem habilidades interpessoais, como a capacidade de defender suas opiniões diante do grupo. Alguns alunos sentiram dificuldade nesse aspecto, o que é considerado positivo, pois sugere uma oportunidade de crescimento e destaca o papel do professor como mediador.

É relevante observar que a sequência didática foi aplicada considerando os parâmetros da Experiência da Aprendizagem Mediada de Reuven Feuerstein. Isso enfatiza a importância de uma relação equilibrada entre professor e aluno, como evidenciado pelas notas elevadas dadas pelos alunos para o envolvimento e acompanhamento do professor.

Em resumo, os resultados abrangentes deste estudo indicam que o produto educacional foi bem-sucedido em motivar, ensinar e envolver os alunos, superando os desafios do ensino remoto durante a pandemia. Esses resultados sugerem que a abordagem pedagógica adotada pode trazer resultados positivos mesmo em outros contextos educacionais.

### **Considerações finais**

Os resultados deste trabalho apontam que os objetivos iniciais, que visavam contribuir para a formação de alunos críticos, criativos, sensíveis às necessidades sociais e com elevados valores éticos e morais, foram alcançados. Além disso, o problema de falta de motivação dos alunos em frequentar as aulas de física foi abordado com sucesso por meio da inserção de elementos de criminalística. Esses elementos não apenas envolveram os alunos, mas também fortaleceram suas habilidades, como criatividade, atenção e cooperação, dando significado à aprendizagem.

A abordagem lúdica dos conteúdos permitiu que os alunos expressassem suas opiniões livremente, fornecendo ao professor mediador insights valiosos sobre suas concepções alternativas. Isso possibilitou ao professor ajudar os alunos a reestruturarem cognitivamente seu entendimento, sem confrontá-los de maneira abrupta.

Vale destacar que a Experiência da Aprendizagem Mediada desempenhou um papel crucial na obtenção de resultados satisfatórios, especialmente considerando o contexto pós-pandemia. Os alunos demonstraram motivação para aprender e aplicaram o conhecimento além do ambiente escolar. Os resultados surpreenderam a coordenação pedagógica da escola, inclusive os diretores gerais, demonstrando o impacto positivo do trabalho.

No entanto, é importante reconhecer que este trabalho acadêmico está sujeito a críticas, aprimoramentos e correções. Alguns tópicos não abordados, como Algarismos significativos, teorema da energia cinética, lançamento oblíquo e método Monte Carlo, poderiam ser explorados de maneira mais eficaz. Por exemplo, Algarismos significativos poderiam ser incorporados ao medir o calibre do projétil de arma de fogo e a pegada na cena de homicídio simulada. O teorema da energia cinética poderia ser introduzido ao analisar o acidente de trânsito e a motocicleta projetada em um lançamento oblíquo. Além disso, ao estudar colisões envolvendo motocicletas e o encurtamento da distância entre seus eixos, a regressão linear poderia ser ensinada usando dados experimentais coletados em testes de impacto. Por fim, o método Monte Carlo poderia ser contextualizado ao analisar marcas de frenagem em acidentes de trânsito, permitindo que os alunos compreendessem como os peritos criminais usam esse método para calcular velocidades com base em probabilidades.

Portanto, a abordagem de elementos de criminalística pode enriquecer o ensino em diversos níveis de educação, tornando-o mais contextualizado e envolvente.

### **Referências bibliográficas**

Dorea, L. E. C., Stumvoll V. P. E., & Quintela, V. (2005). *Criminalística* (3a. ed.). Campinas: Millenium

Feuerstein, R., Feuerstein, R. S., & Falik, L. H. (2014). *Além da inteligência: aprendizagem mediada e a capacidade de mudança do cérebro*. Petrópolis, RJ: vozes, 259.

Meier, M., & Garcia, S. (2008). *Mediação da aprendizagem: contribuições de Feuerstein e de Vygostsky*. Edição do autor.

Pozo, J. I.; Crespo, M. A. G. (2009). *A aprendizagem e o ensino de ciências: Do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico* (5. ed.) Porto Alegre, RS: Artmed.