



Benedito Maciel e Maciel¹ , Clemerson Santos da Silva², Cleidilane Sena Costa¹ 

¹Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Campus de Abaetetuba, Abaetetuba, PA, Brasil.

²Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará, Belém, PA, Brasil.

Palavras-chave

pêndulo simples
sequência de ensino por investigação
libras
aplicativo VLibras

Resumo

Este trabalho apresenta uma proposta de aula para a inclusão de estudantes surdos com o auxílio do aplicativo VLibras, sob a perspectiva do ensino de física bilíngue. O tema “Pêndulo Simples” será ministrado sob a orientação de uma sequência de ensino por investigação (SEI). A sequência propõe uma situação-problema, com etapas que visam estimular no aluno, surdo ou não, um processo de aprendizagem que o leve a questionar, agir e refletir sobre o fenômeno, construindo assim conhecimentos e habilidades que desenvolvam a autonomia de pensamento de maneira ativa, interativa e colaborativa. Além disso, a SEI permite verificar as teorias de Vygotsky por meio da interação social, da construção de significados, da fala e da zona de desenvolvimento proximal, tornando o aprendizado mais significativo para os estudantes. Dessa forma, assegura-se a possibilidade de aprendizado tanto para os alunos com deficiência auditiva quanto para os que não a possuem, respeitando seus ritmos e estilos de aprendizagem e proporcionando a todos o mesmo conceito ao mesmo tempo. O produto educacional foi aplicado na rede pública estadual de ensino e mostrou-se um recurso didático eficaz, proporcionando aos educandos o desenvolvimento da argumentação, da comunicação e da elaboração de estratégias para solucionar a situação-problema. Além disso, o ensino por investigação provocou mudanças na postura dos discentes, colocando-os como agentes principais do processo de ensino-aprendizagem.

1. Introdução

Este trabalho aborda a inclusão de estudantes surdos sob a perspectiva do ensino de física, pois se compreende que o conhecimento científico desempenha um papel importante na promoção da autono-

mia das pessoas. Isso implica educar cidadãos capazes de interpretar as inúmeras informações que os cercam constantemente, transformando-as em reflexões e ações. O conhecimento científico, construído a partir das relações sociais, contribui

O conhecimento científico, construído a partir das relações sociais, contribui para o desenvolvimento cognitivo do educando e para sua capacidade de pensar criticamente

#Autor de correspondência. E-mail: benedito.maciell@icen.ufpa.br.

Este é um artigo de acesso livre sob licença Creative Commons



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>

para o desenvolvimento cognitivo do educando e para sua capacidade de pensar criticamente.

A educação inclusiva está na pauta das discussões socioeconômicas como uma condição inerente a uma sociedade mais igualitária, justa e democrática. No entanto, algumas situações dificultam o processo de ensino-aprendizagem das pessoas com necessidades educacionais especiais (NEE), tais como a falta de intérpretes ou de profissionais especializados que possam lidar com múltiplas NEE, atuando como facilitadores do processo educacional. Além disso, os professores, os responsáveis diretos pela inclusão dos alunos no mundo do conhecimento formal, enfrentam dificuldades. Também é comum a falta de material didático específico que permita aos alunos com NEE acompanhar o conteúdo e interagir, a fim de facilitar a aprendizagem [1].

A inclusão de pessoas com deficiência nas classes regulares, tema de várias discussões atuais, é resultado de uma longa jornada de lutas pelo direito a um ensino adequado. Inicialmente, o ensino de pessoas com deficiência ocorria paralelamente ao ensino regular, em escolas especiais. Segundo Mendes [2, p. 388], “a educação especial foi constituindo-se como um sistema paralelo ao sistema educacional geral, até que, por motivos morais, lógicos, científicos, políticos, econômicos e legais, surgiram as bases para uma proposta de unificação”.

Dentre os alunos com necessidades educacionais especiais que estão sendo matriculados nas escolas regulares, encontram-se aqueles com surdez. O aluno surdo apresenta perda auditiva, o que muitas vezes o impede de se comunicar oralmente. No entanto, mesmo privado da audição e, conseqüentemente, enfrentando dificuldades para se comunicar, uma pessoa surda pode compreender uma mensagem, seja ela verbal ou não, por meios visuais, destacando-se: a percepção de gestos mímicos ou linguísticos (língua de sinais) e a leitura labial ou orofacial.

Considerando o aspecto cultural da pessoa com surdez, relacionado à sua capacidade de perceber o mundo por meios visuais, sua escolarização deve levar em conta essa característica única de seu grupo [3, p. 21]. Portanto, não se pode afirmar que os processos de ensino e aprendizagem do aluno com surdez ocorrem da mesma forma que os do aluno sem deficiência [4].

Um dos aspectos que caracterizam a singularidade do processo educacional dos surdos é o fato de necessitarem de uma proposta de trabalho diferenciada, por meio da oferta de uma educação bilíngue, ou seja, uma abordagem que envolva o uso de duas línguas em sua escolarização: a Libras e a língua portuguesa.

Entende-se como língua brasileira de sinais (Libras) a forma de comunicação e expressão em que o sistema

linguístico, de natureza visual-motora e com estrutura gramatical própria, constitui um meio de transmissão de ideias e fatos oriundo das comunidades de pessoas surdas do Brasil [5].

Algumas mudanças têm ocorrido na legislação brasileira no sentido de valorizar e promover o uso da Língua Brasileira de Sinais (Libras) como meio de comunicação na educação regular. Em 2002, por meio da Lei 10.436/02, a Libras foi reconhecida como meio legal de comunicação e expressão das pessoas surdas [5].

Com o reconhecimento oficial da Libras e a regulamentação da inclusão, o aluno com deficiência auditiva adquiriu o direito de estudar em escolas regulares e de ter o auxílio de intérpretes em sua educação, sendo esta de caráter bilíngue. O estudante com deficiência auditiva também adquiriu o direito de frequentar salas de recursos, que são espaços adequados para realizar atividades que aprimorem áreas específicas do aluno, a fim de que ele consiga acompanhar as aulas junto às turmas regulares.

Ainda para auxiliar esse processo de ensino-aprendizagem, as tecnologias da informação e comunicação (TICs), em especial a internet, trouxeram inúmeras facilidades à sociedade contemporânea, potencializando o acesso à informação e a troca de conteúdos. Assim, destacam-se as tecnologias assistivas como uma ferramenta de inclusão social para pessoas com as mais diferentes deficiências.

Desse modo, existem inúmeros aplicativos e plataformas gratuitas que possibilitam a inclusão de pessoas com deficiência, como é o caso do VLibras, que, segundo Oliveira e colaboradores:

O aplicativo Vlibras é uma iniciativa do Governo Federal, fruto de parceria desenvolvida entre o Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão (MP), por meio da Secretaria de Tecnologia da Informação (STI), e a Universidade Federal da Paraíba (UFPB). O aplicativo consiste em uma ferramenta online que visa auxiliar a compreensão de conteúdos, para pessoas que necessitam comunicar-se por meio da Linguagem Brasileira de Sinais, Libras, o aplicativo traduz conteúdos digitais, seja em formato de texto, áudio ou vídeo, para a Língua Brasileira de Sinais [6, p. 8].

Dessa forma, o aplicativo VLibras revela-se uma importante ferramenta no auxílio da tradução da língua portuguesa para a Língua Brasileira de Sinais (Libras). Trata-se de um aplicativo de fácil acesso, podendo ser utilizado tanto em desktops/computadores fixos quanto em tablets e smartphones.

Aliadas a essas ferramentas, temos as metodologias ativas, entre as quais se destaca a sala de aula invertida. O conceito de sala de aula invertida consiste, basicamente, na inversão da lógica da aula tradicional,

Um dos aspectos que caracterizam a singularidade do processo educacional dos surdos é o fato de necessitarem de uma proposta de trabalho diferenciada, por meio da oferta de uma educação bilíngue, ou seja, uma abordagem que envolva o uso de duas línguas em sua escolarização: a Libras e a língua portuguesa.

permitindo que a aprendizagem se inicie antes mesmo da presença do professor. Assim, ao chegar à sala de aula, os alunos já estão familiarizados com o conteúdo a ser trabalhado, possibilitando avanços pedagógicos no momento presencial com o professor. Dessa forma, as ações dos alunos são invertidas, pois, previamente, em casa, realizam o estudo do assunto indicado pelo professor por meio de pesquisas, videoaulas e leituras. Quando chegam à sala de aula, participam de discussões e atividades práticas [7].

A física é uma das disciplinas que os alunos consideram mais difíceis. Esse status pode ser explicado pela necessidade de interpretar resultados por meio de equações matemáticas e compreender fenômenos de forma abstrata e, com frequência, descontextualizada. No entanto, a física possibilita envolver os alunos em investigações que ultrapassam os limites da sala de aula, proporcionando motivação e engajamento, o que culmina no desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas e na compreensão dos fenômenos físicos [8]. Considerando a inclusão do aluno surdo, essa dificuldade assume proporções ainda maiores, conforme já exposto.

Muitas das dificuldades encontradas advêm da tentativa equivocada de se utilizarem, para os surdos, os mesmos métodos elaborados para pessoas ouvintes, sem considerar as diferenças e peculiaridades cognitivas manifestadas pelos surdos no processo de aprendizagem.

O processo de aprendizagem e desenvolvimento do indivíduo no contexto social atual, no qual a difusão de informações e a apropriação do conhecimento ocorrem de forma acelerada e intensa devido aos grandes avanços nos setores científico e tecnológico, tem revelado novas necessidades e desafios à prática pedagógica, bem como à participação do indivíduo na sociedade e em sua transformação.

Considerando o que foi argumentado, nota-se a influência do meio e de todos os seus aparatos no comportamento e na ação do indivíduo, assim como em seu desenvolvimento, conforme a teoria de Vygotsky.

A língua, devido à sua estrutura gramatical, permite o pensamento, e Vygotsky, ao discorrer sobre a relação entre linguagem e pensamento, chega à conclusão de que:

o desenvolvimento do pensamento é determinado pela linguagem, isto é, pelos instrumentos linguísticos do pensamento e pela experiência sócio-cultural da criança (...), o crescimento intelectual da criança depende de seu domínio dos meios sociais do pensamento, isto é, da linguagem [9, p. 62-63].

Muitas das dificuldades encontradas advêm da tentativa equivocada de se utilizarem, para os surdos, os mesmos métodos elaborados para pessoas ouvintes, sem considerar as diferenças e peculiaridades cognitivas manifestadas pelos surdos no processo de aprendizagem

Dessa forma, podemos relacionar a SEI às teorias de Vygotsky por meio da interação social, da construção de significados, da fala e da zona de desenvolvimento proximal (ZDP). Segundo Vygotsky [10, p. 52], a ZDP situa-se entre o nível de desenvolvimento real (funções já amadurecidas, experiências cotidianas ou conhecimentos prévios), geralmente determinado pela

solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial (funções em processo de maturação, alcançadas com o auxílio da ZDP), determinado pela solução de problemas e/ou execução de atividades com a orientação de um adulto ou a colaboração de colegas mais experientes. Parte-se aqui da premissa de que o professor, ao promover o desenvolvimento cognitivo do estudante, facilita o diálogo, a interação entre os alunos e a formulação de hipóteses, o

que proporciona maior engajamento. Além disso, não se deve esquecer de considerar o contexto social e cultural do indivíduo, pois os processos mentais superiores, como o pensamento, a linguagem e os comportamentos, têm origem nos processos sociais. No desenvolvimento da cognição, há uma interação entre as relações sociais e as funções mentais [11, p. 32].

O professor deixa de ser o único responsável pela construção do conhecimento. O estudante contribui ativamente para o próprio desenvolvimento cognitivo e o professor assume o papel de mediador [12]. A visão de Vygotsky é clara quanto ao processo de aquisição do conhecimento, que advém das relações sociais e, na sala de aula, pode acontecer por meio de trabalhos em grupo, interações e proposições resolutivas entre os alunos.

O conhecimento inicial do aluno (conhecimento prévio, conceitos intuitivos, sua leitura sobre o cotidiano ou até mesmo a zona de desenvolvimento real) é essencial, pois permite ao estudante levar para a sala de aula a curiosidade em entender e aprender os novos conhecimentos apresentados pelo professor. Em geral, qualquer abordagem fundamentalmente nova de um problema científico leva, inevitavelmente, a novos métodos de investigação e análise [11, p. 32].

A SEI, termo usado para referir-se a uma determinada abordagem pedagógica, não tem como meta formar futuros cientistas, mas sim criar uma cultura investigativa que, ao realizar ações que se aproximam do fazer científico, permite ao aluno desenvolver soluções para os problemas apresentados. A SEI deve ocorrer em um ambiente investigativo, de modo que o professor possa ensinar, conduzir e mediar os alunos no processo do trabalho científico. Os alunos devem, gradativamente, ampliar sua cultura científica, adqui-

rindo, a cada aula, a linguagem científica e construindo um novo conhecimento [13].

Além disso, a SEI baseia-se na premissa de que o aluno não seja um agente passivo no processo de ensino-aprendizagem, mas sim o protagonista desse processo, buscando desenvolver habilidades cognitivas e aprimorar sua capacidade de argumentação, comunicação e elaboração de estratégias para solucionar problemas. Quando bem planejada, a SEI tem como objetivo aperfeiçoar as ideias prévias dos alunos com o aporte científico apresentado nas aulas de física, permitindo que o discente realize deduções, estabeleça relações e faça interpretações sobre o tema abordado. Outro ponto importante é a necessidade de mudança de percepção tanto por parte do professor quanto do aluno, uma vez que os alunos devem ser considerados seres pensantes, intelectualmente ativos e participantes de todo o processo de ensino-aprendizagem [14].

O conceito de SEI e suas etapas são apresentados por Carvalho [13, p. 1-20, 15, p. 8-15], Azevedo [16, p. 19-33] e Carvalho e Sasseron [14, p. 249-266], que definem as sequências de ensino, no caso da física, como aquelas que, por meio de situações-problema, instigam os alunos a estudar, investigar e solucionar os problemas apresentados, utilizando diversos recursos de ensino. Segundo os autores, a SEI valoriza o conhecimento prévio como ponto de partida; encara o erro como uma conquista de experiência, que permite ao aluno construir o conhecimento de maneira mais sólida; incentiva o discente a organizar e desenvolver suas próprias ideias; valoriza o trabalho em grupo e contempla a discussão com colegas de sala e professores como parte do processo de construção do conhecimento.

Dessa forma, este trabalho apresenta uma proposta didática sobre o tema “Pêndulo Simples”, tradicionalmente abordado na educação básica. O material inclui experimentos e a utilização da ferramenta de tradução VLibras para atender minimamente à comunidade surda, considerando que a Libras é um recurso de comunicação que facilita a aprendizagem desses conteúdos científicos específicos.

Assim, o objetivo principal do trabalho é aproximar os conhecimentos dos alunos, surdos e ouvintes, dos conceitos físicos por meio de práticas e experiências investigativas, com o auxílio da Libras. Isso possibilita aos alunos, ouvintes e surdos, a construção da definição de frequência de oscilação e período, bem como a compreensão de que a massa não influencia no valor do período de oscilação de um pêndulo simples.

2. Metodologia

Dada a realidade da turma (inclusiva, com aluno surdo), buscou-se desenvolver uma proposta de ensino

bilíngue que utilizasse simultaneamente o português e a Libras. Levando em consideração a necessidade de um recurso lúdico que incentivasse a participação e a atenção dos alunos, favorecendo, assim, a aprendizagem de todos, optou-se por executar um experimento, permitindo aos alunos sair da abordagem meramente teórica e entrar na prática da experimentação.

Para alcançarem os objetivos propostos, os textos e orientações devem ser traduzidos para a língua de sinais com o auxílio do aplicativo VLibras, juntamente com a SEI. Segundo Sasseron [17, p. 49-67], essa sequência consiste em etapas de investigação que englobam o método experimental utilizado em sala de aula, submetendo o objeto de estudo à influência de variáveis em condições conhecidas e controladas.

Quanto ao aplicativo VLibras, este possibilita a tradução e a gravação do conteúdo que será abordado na SEI, facilitando a compreensão do assunto pelos alunos não ouvintes. A tradução é apresentada por meio de um avatar, como se observa na Fig. 1.

Diante do exposto e antes de apresentar a proposta de SEI, elaboramos a seguinte estruturação, que servirá como direcionamento a ser utilizado no processo de ensino-aprendizagem e que poderá ser aplicada a outros temas da disciplina de física.

1. Realização de uma análise diagnóstica dos pré-requisitos necessários para a compreensão do assunto a ser estudado.
2. Desenvolvimento de atividades com o objetivo de facilitar a compreensão de conceitos relevantes (que ainda não foram bem compreendidos pelos alunos), utilizando os seguintes recursos didáticos:
 - Uso do aplicativo VLibras e de outras estratégias visuais nas explanações, como a apresen-

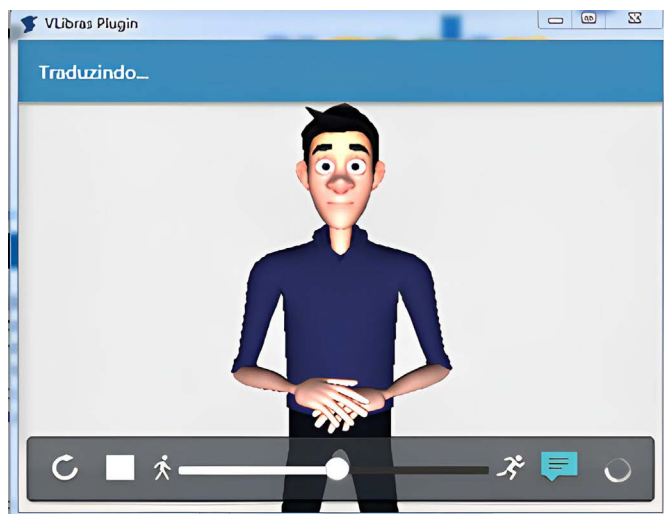


Figura 1 - Aplicativo VLibras. Fonte: Governo Digital. Conheça as ferramentas da Suite VLibras. [18].

tação das grandezas relacionadas ao tema escolhido por meio de recursos como PowerPoint, vídeos e simulador PhET.

- Utilização de experimentos que permitam a observação de fenômenos físicos, a coleta de dados experimentais e a análise dos resultados obtidos pelos alunos.
- Utilização da internet como ferramenta de estímulo e aprimoramento cultural.

A proposta SEI, apresentada a seguir, é voltada para o ensino de física no Ensino Médio. Dependendo da carga horária, o professor pode planejar a quantidade de horas para cada SEI delineada e, se não for possível executar todas as etapas apresentadas, pode optar pelas etapas fundamentais inspiradas nos trabalhos de Carvalho [13, p. 1-20; 15, p. 8-15] e Sasseron [14, p. 249-266]. Carvalho [15, p. 8-15] sintetiza quatro etapas que são os fundamentos básicos para a elaboração de atividades investigativas:

Etapas 1: Diagnóstico dos conhecimentos prévios dos educandos, distribuição do material experimental e proposição do problema pelo professor.

Etapas 2: Resolução do problema pelos alunos.

Etapas 3: Sistematização dos conhecimentos elaborados.

Etapas 4: Escrita e desenho.

Desse modo, o professor pode adaptar-se à realidade na qual está inserido. O importante é sair do paradigma do ensino mecânico e adotar um ensino que incentive o aluno a estudar e compreender os fenômenos da física.

Em relação aos meios de investigação ou procedimentos técnicos, foi utilizado o método de pesquisa-ação, o qual, de acordo com Thiollent [19, p. 26], busca uma relação dialética entre reflexão e ação, levando em consideração percepções e interações com os sujeitos da pesquisa e visando à intervenção participativa na realidade social. Quanto aos meios de coleta de dados, foram empregadas a observação no contexto da vida real e a aplicação de questionários contendo perguntas abertas e fechadas.

Na análise e interpretação dos dados, buscou-se evidenciar as relações existentes entre o processo de ensino-aprendizagem na perspectiva de Vygotsky e a SEI. Assim, antes, durante e após a aplicação da proposta metodológica, a análise dos dados teve uma abordagem qualitativa. Segundo Oliveira [20, p. 56], a abordagem qualitativa, ou pesquisa qualitativa, é conceituada como um processo de reflexão e análise da realidade por meio da utilização de métodos e técnicas para a compreensão detalhada do objeto de estudo em seu contexto histórico e/ou de acordo com sua estruturação. Esse processo implica um estudo

baseado na literatura pertinente ao tema, observações, aplicação de questionários, entrevistas e análise de dados, os quais devem ser apresentados de forma descritiva.

Guerra [21, p. 14] corrobora essa visão e ressalta que as abordagens qualitativas são mais adequadas a investigações científicas de grupos, segmentos delimitados e focalizados, histórias sociais sob o ponto de vista dos atores sociais, relações e análises de discursos e documentos. O método qualitativo envolve a empiria e uma sistematização progressiva do conhecimento, até que a compreensão da lógica interna do grupo seja desvelada.

Assim, por meio da análise dos dados, tem-se como objetivo identificar os conhecimentos prévios dos estudantes, sejam eles superficiais, aprofundados, corretos ou errados; intervir na realidade estudada, visando à modificação por meio da aplicação da SEI como recurso metodológico de aprendizagem em sala de aula; e, ao final, expor quais fatores contribuíram para o processo de ensino-aprendizagem.

Essa metodologia deve proporcionar ao aluno, seja surdo ou ouvinte, a aquisição de novas habilidades importantes no desenvolvimento de seu conhecimento, permitindo-lhe a capacidade de ler e interpretar a realidade, bem como desenvolver as competências necessárias para uma atuação efetiva na sociedade.

O produto educacional apresentado é formado por uma SEI sobre o pêndulo simples totalizando oito aulas. Essa proposta pode ser aplicada em qualquer escola que tenha um aluno com deficiência auditiva

2.1. O produto educacional: SEI sobre o pêndulo simples

A SEI apresentada neste trabalho tem como foco o estudo e a análise do pêndulo simples, a partir da compreensão dos conhecimentos prévios dos educandos e das aulas que abordam os elementos (fio, materiais de diferentes massas, instrumento de medida) e conceitos teóricos (período, massa, ângulo, gravidade e comprimento “L” do fio).

O produto educacional apresentado é formado por uma SEI sobre o pêndulo simples, dividida em seis etapas interligadas, totalizando oito aulas. Para observar a lógica do planejamento e execução dessa SEI, foi elaborado um planejamento de aula geral (Quadro 1) e outro para cada etapa. Essa proposta pode ser aplicada em qualquer escola que tenha um aluno com deficiência auditiva, e sugere-se uma determinada quantidade de tempo para cada etapa, a qual pode ser adaptada conforme necessário. Essa adaptação pode incluir, inclusive, a quantidade de etapas, desde que o professor realize o planejamento necessário.

Quadro 1: Etapas da SEI.

Etapas	Atividade	Duração
01	Aferição dos conhecimentos prévios através de um questionário. Organização das equipes.	1 aula
02	Aula expositiva com leitura de texto (com tradução simultânea em Libras) sobre os elementos do pêndulo simples, utilizando o simulador PhET e avaliação (perguntas dialogadas durante a aula aos estudantes).	1 aula
03	Aula expositiva com leitura de texto (com tradução simultânea em Libras) sobre os conceitos do pêndulo simples, apresentação do aparato experimental e avaliação (perguntas dialogadas durante a aula).	1 aula
04	Proposta da situação-problema, montagem do arranjo experimental, levantamento das hipóteses e coleta de dados pelos educandos.	2 aulas
05	Análise dos dados e sistematização dos conteúdos aprendidos.	2 aulas
06	Avaliação de aprendizagem.	1 aula

2.2. Aplicação do produto educacional na escola

A aplicação do produto educacional ocorreu em uma turma do 3º ano da Escola Cristo Trabalhador, localizada na cidade de Abaetetuba, no estado do Pará, no período de 3 a 22 de junho de 2023. Participaram da pesquisa uma turma composta por 36 alunos, que foram distribuídos em seis grupos, com cinco a seis alunos cada.

Passamos a apresentar a aplicação das seis etapas da SEI que compõem o produto educacional.

Na primeira etapa, realizou-se a aferição dos conhecimentos prévios dos alunos. A turma foi dividida em grupos e, por meio de um questionário com perguntas abertas aplicado aos grupos, buscou-se entender o nível de compreensão dos educandos em relação ao movimento oscilatório, especificamente o pêndulo simples, suas aplicações no dia a dia e o reconhecimento dos fenômenos que envolvem as oscilações do pêndulo simples, ainda que de forma superficial. Nesse momento, foi apresentado o tema que seria abordado na SEI. A seguir, apresentamos a lista de questões do primeiro questionário:

Questão 1. O que você entende por movimento periódico ou oscilatório?

Questão 2. Na sua concepção, você conseguiria definir o que é um pêndulo simples?

Questão 3. Você identificaria exemplos de pêndulo simples no seu dia a dia? Quais seriam?

Questão 4. Você sabe explicar os fenômenos que envolvem as oscilações do pêndulo simples?

Depois de 40 min, o questionário foi recolhido e distribuiu-se um material sobre os elementos do pêndulo simples para leitura prévia em casa.

As respostas do questionário foram analisadas e os resultados serão apresentados e discutidos nas análises de resultados.

Na segunda etapa, ocorreu a aula expositiva e demonstrativa ministrada pelo docente, na qual foram apresentados os elementos do experimento do pêndulo simples, como mostrado na Fig. 2, com o auxílio do aplicativo de simulação PhET (com tradução simultânea em Libras). Durante essa etapa, houve uma discussão com os alunos sobre a leitura e a interpretação do material de apoio disponibilizado, o qual continha os elementos envolvidos no estudo do pêndulo simples.

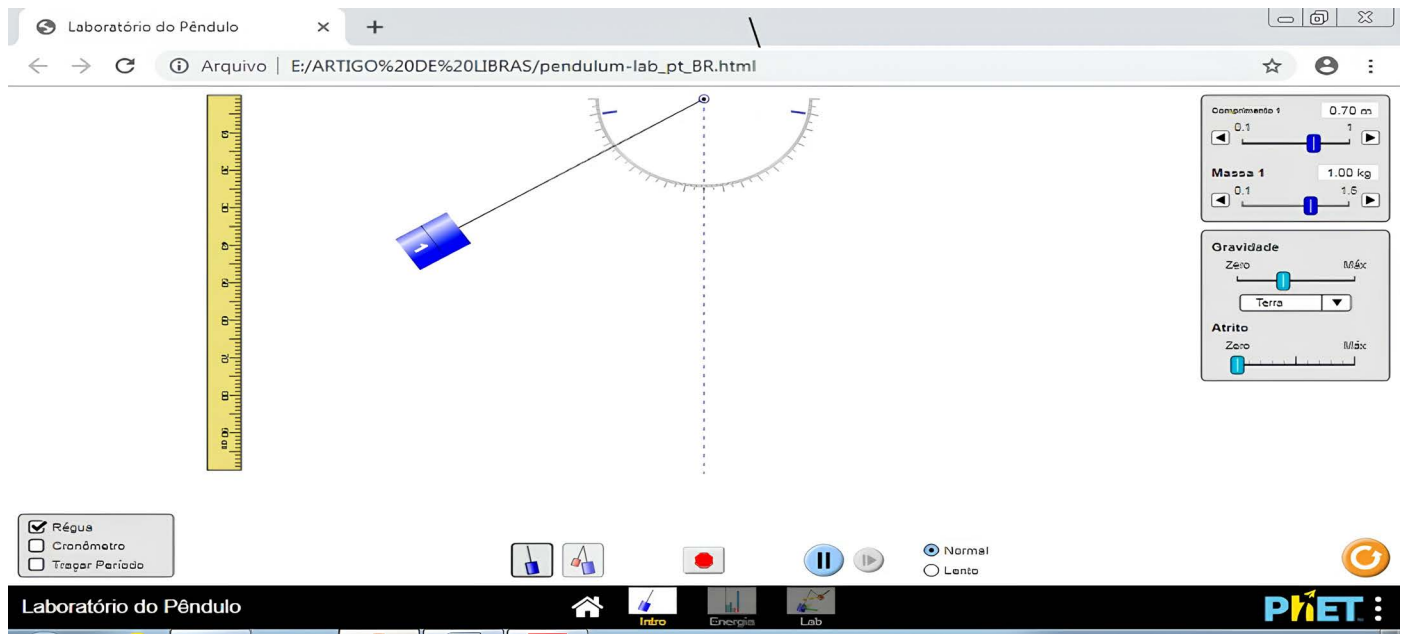


Figura 2 - Esquema do pêndulo simples. Fonte: Simulações Phet da Universidade do Colorado, EUA [22].

Para o início da demonstração, a classe foi posicionada da maneira considerada mais viável para a apresentação, sendo o formato em U uma organização recomendada. Foram mostrados os elementos envolvidos no movimento do pêndulo simples, como o fio, o material de massa (m), o ângulo, o material de medida, entre outros. Ao final, foi aplicado um segundo questionário sobre o conteúdo abordado.

Além disso, foi entregue outro material contendo conceitos sobre o pêndulo simples para que a turma fizesse uma leitura prévia em casa. Esse segundo material aborda os conceitos físicos do pêndulo simples e exemplifica sua aplicação no cotidiano do aluno com exemplos observáveis no dia a dia, como barcos oscilando no cais, balanços em parques de diversão, movimento dos pistões nos motores dos carros, vibrações sonoras produzidas por um clarinete, movimento elíptico de translação de um planeta em relação ao Sol, entre outros.

A lista de perguntas do segundo questionário, mostrada a seguir, foi respondida pelos alunos. As respostas foram analisadas e os resultados serão apresentados e discutidos nas análises de resultados.

Questão 1. Quais são os elementos do pêndulo simples?

Questão 2. No fio, qual é a grandeza e a unidade de medida?

Questão 3. No objeto, qual é a grandeza e a unidade de medida?

Questão 4. Qual é a grandeza e a unidade de medida do período?

Questão 5. Qual é a grandeza e a unidade de medida do ângulo?

Na lista de perguntas do segundo questionário, foram realizados aprimoramentos com o objetivo de melhorar a formulação das perguntas. A seguir, estão expostas as novas perguntas do segundo questionário com as modificações:

Questão 1. Quais são os elementos do pêndulo simples?

Questão 2. Para medir o tamanho do fio, qual é a grandeza física utilizada e qual é a unidade de medida?

Questão 3. Na força peso do objeto, qual é a grandeza e a unidade de medida do objeto suspenso?

Questão 4. Qual é a grandeza e a unidade de medida do tempo necessário para o objeto oscilante retornar à posição inicial?

Questão 5. Qual é a grandeza e a unidade de medida da amplitude formada entre a posição de equilíbrio do objeto suspenso e sua posição após o deslocamento desse ponto de equilíbrio?

A terceira etapa consistiu em apresentar aos educandos os conceitos físicos sobre os pêndulos simples e

como esses conceitos estão ligados aos fenômenos do seu cotidiano. A aula teve início com a explanação do fenômeno, auxiliada por uma imagem apresentada em um slide para facilitar a compreensão. Em seguida, foram abordados os conceitos teóricos relacionados, tais como período, massa, ângulo, gravidade e comprimento 'L' do fio.

Foi utilizada uma metodologia diferente da tradicional, envolvendo ativamente o discente como protagonista de sua aprendizagem. Houve uma discussão em sala de aula para aprofundar a compreensão dos conceitos estudados, especialmente os princípios básicos de funcionamento de um pêndulo simples, juntamente com a apresentação de exemplos de sua aplicação no cotidiano, permitindo que os alunos citassem exemplos observados em sua realidade.

Com base no texto de apoio, os conceitos e a definição do pêndulo simples foram explicados detalhadamente, buscando-se clareza e acessibilidade. Além disso, a aula foi traduzida simultaneamente em Libras com o auxílio do aplicativo VLibras, que explicou o assunto, acompanhado de perguntas para avaliar se os educandos compreenderam o conteúdo abordado.

A lista de perguntas do terceiro questionário foi a seguinte:

Questão 1. O que você entende por movimentos periódicos ou oscilatórios?

Questão 2. O que é um pêndulo simples?

Questão 3. Quais são as grandezas e unidades de medida envolvidas no pêndulo simples?

Questão 4. Qual é o nome da força restauradora?

Questão 5. Dê exemplos de pêndulos no seu dia a dia.

Os alunos responderam ao questionário. As respostas foram analisadas e os resultados serão apresentados e discutidos nas análises de resultados.

Na quarta etapa, foi apresentada a problematização com o objetivo de incentivar o aluno, seja surdo ou ouvinte, a investigar as grandezas físicas que interferem no período de um pêndulo simples. Nessa etapa, a SEI foi dividida em seis momentos, que representaram fases a serem superadas pela turma para a construção do conhecimento sobre o assunto ministrado.

1º Momento: Proposta do problema

Dinâmica: O professor apresentou uma problematização para incentivar o aluno, surdo ou ouvinte, a investigar as grandezas físicas que interferem no período de um pêndulo simples. Nesse momento, o intérprete virtual (VLibras) passou a desempenhar o papel de elo entre professor e aluno.

Os conceitos e a definição do pêndulo simples foram explicados detalhadamente, buscando-se clareza e acessibilidade. Além disso, a aula foi traduzida simultaneamente em Libras com o auxílio do aplicativo VLibras, que explicou o assunto, acompanhado de perguntas para avaliar se os educandos compreenderam o conteúdo abordado

Problematização:

Marcelinha, de cinco anos de idade, mora em Abaetetuba e brinca no balanço com Melissa, sua irmã mais velha, todos os sábados à tarde. As meninas fizeram uma aposta para o próximo final de semana para ver qual delas consegue realizar o maior número de oscilações.

No entanto, devido à diferença de idade, a irmã mais velha considera a aposta injusta, pois acredita que, por ter uma massa maior, isso influenciará na competição.

2º Momento: Organização das equipes e levantamento das hipóteses

Foi realizada uma análise qualitativa, pois, antes de qualquer planejamento quantitativo, é fundamental compreender a situação-problema apresentada aos educandos. Assim, buscou-se definir ou redefinir com precisão a situação-problema a ser estudada.

Dinâmica: O professor entregou uma folha com um questionamento, que deveria ser respondido ao final da aula e utilizado como critério de avaliação na nota de participação. A questão poderia ser respondida individualmente ou em equipe, com base na seguinte pergunta, traduzida pelo intérprete virtual (VLibras):

Melissa tem razão ao considerar injusto competir com sua irmã pelo fato de ela ter uma massa menor?

O professor anotou as sugestões para melhor organização das ideias.

3º Momento: Elaboração do plano de trabalho

Nessa fase, os alunos tiveram que decidir, a partir de considerações qualitativas sobre a situação-problema em estudo, os procedimentos para a realização da atividade. Selecionaram o material necessário e planejaram a metodologia para a coleta dos dados. Esse processo envolveu o levantamento de hipóteses, determinando quais dados seriam necessários para a solução do problema.

Dinâmica: O professor entregou materiais como: suporte para montagem do pêndulo, dois objetos com massas diferentes, fios de comprimentos distintos, trena, balança, cronômetro (o próprio celular) e fichas para anotação dos dados obtidos.

4º Momento: Montagem do arranjo experimental e coleta de dados

Essa fase foi a mais prática, pois correspondeu ao momento em que os alunos executaram o experimento. Esse momento é essencial, pois permite que os alunos percebam a física como uma ciência experimental.

Após a apresentação da haste que serviu de suporte para o pêndulo, os comprimentos dos fios foram medidos com o auxílio de uma trena e as massas dos corpos, que representavam as crianças na situação-problema, foram pesadas. Em seguida, iniciou-se a montagem do experimento e a coleta de dados, realizada conforme o planejamento da fase anterior, alternando os fios e as massas.

A elaboração de estratégias de resolução pressupõe a explicitação de uma visão global do problema, ou

seja, sua elaboração não deve se basear apenas nos princípios teóricos, mas também na análise qualitativa, nas hipóteses formuladas e na experiência e nos conhecimentos particulares dos alunos.

Essa foi a etapa em que se efetuou a resolução propriamente dita da situação-problema. A solução foi buscada de acordo com a estratégia estabelecida na etapa anterior, chegando-se assim a um “resultado”, ou seja, a uma das possíveis respostas para a situação-problema em questão.

5º Momento: Análise dos dados

Os dados obtidos foram analisados para fornecer informações sobre a situação-problema. A análise foi realizada por meio de planilhas, equações, testes de hipóteses e construção de gráficos, entre outros recursos. Nessa fase, o auxílio e a orientação do professor foram fundamentais para ajudar os alunos na análise e na solução do problema.

6º Momento: Avaliação

A avaliação consistiu na entrega da resposta à questão proposta, bem como na participação e na disciplina dos alunos durante o desenvolvimento das atividades. Seu objetivo foi contrastar e verificar as hipóteses formuladas, permitindo averiguar se a avaliação qualitativa da situação (origem de todo o desenvolvimento) estava correta e se a estratégia seguida foi adequada.

Dinâmica: Por fim, foi realizada a conclusão da atividade investigativa, discutindo-se que, na atividade experimental, o período de um pêndulo simples não depende da massa.

O [Quadro 2](#) refere-se ao roteiro da proposta de uma aula sobre o ensino de conceitos de movimento periódico ou oscilatório no contexto da Libras. O roteiro contém cenas com suas respectivas falas, narrações e legendas, escritas de forma a facilitar a interpretação pelo intérprete real ou virtual (VLibras) e permitindo que as falas fossem gravadas em arquivos de vídeo.

Além disso, o [Quadro 2](#) apresenta as etapas 5 e 6, que corresponderam à sistematização dos conteúdos aprendidos e à avaliação da aprendizagem.

A seguir, apresentamos o questionário de avaliação da aprendizagem da etapa 6:

1. O que você entende por movimento periódico?
2. O que você entende por movimento oscilatório?
3. Na sua concepção, você conseguiria definir o que é um pêndulo simples? Se preferir, pode representá-lo em forma de desenho.
4. Quais são as grandezas e suas unidades de medida envolvidas no pêndulo simples?
5. Se aumentarmos ou diminuirmos a massa do objeto suspenso no fio, o tempo de oscilação (período) será o mesmo para massas diferentes? Justifique.
6. A massa do objeto influencia no período do pêndulo simples? () Sim ou () Não

Quadro 2: Roteiro do vídeo sobre movimentos oscilatórios em Libras.

Cena 1	Aspecto da cena	Fala/narração/legenda
Apresentação do conceito de movimentos periódicos ou oscilatórios.	Usando o aplicativo VLibras, serão interpretadas e gravadas em vídeo as correspondentes falas em Libras.	• Hoje falaremos sobre movimentos periódicos ou oscilatórios. • São aqueles movimentos que se repetem em intervalos regulares ou indefinidamente. Exemplos de movimentos oscilatórios que estão no nosso dia a dia são vários, como nos barcos oscilando no cais, balanços em parques de diversão, movimento dos pistões nos motores dos carros, vibrações sonoras produzidas por um clarinete, entre outros. • E é por isso que as oscilações desempenham um papel fundamental em todos os ramos da física (mecânica, óptica, acústica etc.).
Cena 2	Aspecto da cena	Fala/Narração/Legenda
Apresentação do pêndulo simples	Usando o aplicativo VLibras, serão interpretadas e gravadas em vídeo as correspondentes falas em Libras. Depois, será mostrado no simulador o comportamento do pêndulo, com o auxílio do intérprete de Libras virtual.	• O pêndulo simples consiste em um sistema idealizado, composto por um fio leve e inextensível de comprimento L (como mostrado na Fig. 2). Sua extremidade superior fica fixada a um ponto que permite sua livre oscilação, enquanto na extremidade inferior é preso um corpo de massa (m). Quando esse corpo é retirado de sua posição de equilíbrio e depois solto, passa a oscilar em um plano vertical e a força restauradora acontece sob a ação da gravidade. Com auxílio do simulador Phet da Universidade do Colorado, EUA, será mostrado esse comportamento. • Esse sistema é utilizado para estudar oscilações e o movimento harmônico simples, que consiste no comportamento dos mais variados movimentos oscilatórios (como no balanço), que está no movimento de objetos com pequenas amplitudes formadas. Na física, é frequentemente utilizado como exemplo clássico de sistema oscilatório.
Cena 3	Aspecto da cena	Fala/Narração/Legenda
Proposição do problema	Usando o aplicativo VLibras, serão interpretadas e gravadas em vídeo as correspondentes falas em Libras.	• Marcelinha, de cinco anos de idade, mora em Abaetetuba, e brinca com Melissa, sua irmã mais velha, no balanço todos os sábados à tarde. As meninas fizeram uma aposta para o próximo final de semana para ver qual delas consegue realizar o maior número de oscilações. • No entanto, devido à diferença de idade, a irmã mais velha acha a aposta injusta, pois acredita que, devido à sua massa maior, isso influenciará na competição.
Cena 4	Aspecto da cena	Fala/Narração/Legenda
Orientação das medições, a serem observadas e anotadas.	Usando o aplicativo VLibras, serão interpretadas e gravadas em vídeo as correspondentes falas em Libras.	• Você deverá registrar, com auxílio de um cronômetro, o tempo que o pêndulo levará para retornar uma vez ao seu ponto inicial. Essas medições ocorrerão em função de cada uma das variáveis levantadas (aquelas possíveis de serem modificadas em laboratório, nesse caso, o comprimento do fio e as massas).
Cena 5	Aspecto da cena	Fala/Narração/Legenda
Quinta etapa: Análise dos dados e sistematização dos conteúdos aprendidos.	Usando o aplicativo VLibras, serão interpretadas e gravadas em vídeo as correspondentes falas em Libras.	• A aula de hoje é para sanar dúvidas sobre a experimentação e os conteúdos repassados. • Juntem-se nos mesmos grupos que estavam organizados e debatam os aspectos que mais chamaram a atenção tanto na aula teórica quanto na aula prática. Após 60 min de debate, vocês devem compartilhar suas conclusões com a turma. • Nesse segundo momento, vamos debater todas as etapas realizadas nas aulas teóricas e, em seguida, vamos interagir explorando a situação-problema analisada nas etapas anteriores, além da socialização dos possíveis erros nas respostas dos questionários aplicados.
Cena 6	Aspecto da cena	Fala/Narração/Legenda
Sexta etapa: Avaliação de aprendizagem.	Usando o aplicativo VLibras, serão interpretadas e gravadas em vídeo as correspondentes falas em Libras.	• Para a aula de hoje, vamos responder ao questionário de avaliação da aprendizagem, que servirá para identificar se houve mudança conceitual por parte dos educandos durante a aplicação da SEI e a formalização conceitual dos conteúdos.

7. O período do movimento oscilatório de um pêndulo simples depende:
- a. Do movimento descrito pelo objeto em sua trajetória.
 - b. Do número de oscilações descritas pelo objeto em intervalos de tempo específicos.
 - c. Da massa do objeto.
 - d. Do comprimento do fio ao qual o objeto está preso.
 - e. Não sei.

Os alunos responderam ao questionário. As respostas foram analisadas e os resultados serão apresentados e discutidos nas análises de resultados.

2.3. Materiais, montagem e execução experimental

O orçamento para essa aula, que emprega a SEI, é relativamente baixo, quase zero, pois puderam ser utilizados materiais à disposição em casa ou na própria escola, tais como: cano de PVC, cabo de vassoura, restos de madeira que servirão de suporte para o pêndulo (Fig. 3), fios e pequenos objetos de formas iguais e massas diferentes.

A montagem do experimento é simples. Deve-se entregar aos educandos os materiais, tais como o suporte para a montagem do pêndulo, dois objetos de formas iguais e massas diferentes, fios de comprimentos diferentes, trena, balança, cronômetro (o próprio celular) e fichas para anotação dos dados obtidos.

2.3.1. Procedimento de montagem durante a aplicação

Primeiramente, foi medido o comprimento do fio, de 30 cm e 60 cm, e as massas dos objetos já haviam sido pré-estabelecidas em 40 g e 80 g. Em seguida, os educandos realizaram a primeira montagem com o fio



Figura 3 - Suporte para pêndulo.

de 30 cm de comprimento e a massa de 40 g, suspendendo o Pêndulo Simples a um ângulo de 10 graus, que já estava pré-estabelecido, e o soltaram. Foi marcado o tempo para as oscilações completas. Logo depois, a massa do objeto foi trocada para 80 g, mantendo o fio de 30 cm, e repetiram o mesmo procedimento. Os dados foram anotados pelos educandos na ficha disponibilizada. Para a segunda montagem, utilizando o fio de 60 cm, todos os grupos de educandos executaram os mesmos procedimentos citados acima. Durante a execução do experimento, o professor atuou como mediador, auxiliando os educandos.

3. Análise de resultados da aplicação do produto educacional na escola.

A aplicação da SEI, alinhada à teoria de interação social de Lev Vygotsky, buscou investigar como ocorre o processo de ensino-aprendizagem. A distribuição do material, juntamente com o aparato experimental, proporcionou a resposta à situação-problema e contemplou a aprendizagem do conteúdo pelos alunos.

A estruturação dos resultados obtidos está dividida em duas etapas: a primeira consiste em mostrar os resultados da aplicação do primeiro, segundo e terceiro questionários e a segunda traz os relatos sobre o desenvolvimento da atividade SEI, juntamente com a avaliação final dessa metodologia.

1ª etapa: Os resultados da aplicação do primeiro, segundo e terceiro questionário.

Verificou-se, através da divisão da turma em grupos e da aplicação do questionário de conhecimentos prévios dos alunos, a importância de realizar trabalhos em grupo e valorizar o conhecimento prévio do aluno na construção do conhecimento. Evidencia-se, por meio das questões respondidas, que o conhecimento inicial da maioria dos alunos se aproximou dos conceitos científicos. No entanto, o conhecimento anterior que não pôde ser realinhado aos conceitos científicos exigiu a busca de situações que permitissem aos estudantes perceber que esse conhecimento anterior não explicava todas as situações. A Fig. 4 refere-se à discussão em grupo dos educandos acerca da resolução da situação-problema, na qual o diálogo foi interpretado pela intérprete de Libras para a estudante surda. O Quadro 3 apresenta algumas respostas das questões de 1 a 4 do questionário de conhecimento prévio. Vale ressaltar que, como as respostas foram dadas em grupo, as respostas da aluna surda foram contempladas nas respostas dadas pelos diálogos em grupo da equipe.

No que tange aos erros conceituais apresentados nas respostas dos educandos no Quadro 3, tais erros foram trabalhados na etapa de sistematização dos conhecimentos, na qual o professor utilizou a aula interativa, abordando os assuntos estudados nas aulas para possibilitar o entendimento e a reflexão dos possíveis erros nas respostas dos alunos. Erros esses, como



Figura 4 - Diálogo entre o grupo.

os conceitos que implicam o movimento do pêndulo simples, que foram explicados pelo docente.

Na etapa 2, foi trabalhado o conceito de pêndulo simples e os elementos que envolvem as oscilações, incluindo grandezas e unidades. Evidenciou-se, através das respostas ao questionário 2, que mais da metade da turma respondeu de forma satisfatória às questões propostas. O **Quadro 4** apresenta algumas questões respondidas pelos educandos. Constatou-se a importância da aula invertida, na qual o material disponibilizado para leitura prévia aos alunos e as teorias apresentadas na sala de aula e discutidas com todos os colegas de turma proporcionaram uma nova visão e geraram um novo significado científico.

Na etapa 3, realizou-se a incorporação dos conceitos físicos relacionados aos pêndulos simples e como esses conceitos estão ligados aos fenômenos do coti-

diano dos educandos. Eles puderam expor suas ideias e argumentações, colaborando com a exposição e a leitura do material disponibilizado sobre o conceito de pêndulo simples. O docente, atuando como mediador, estimulou os educandos a responderem ao questionário 3. O **Quadro 5** apresenta as respostas. Percebe-se, através das respostas dos educandos, que os conceitos de movimentos periódicos, pêndulo simples, grandezas e unidades, ação da força da gravidade, bem como a aplicação do pêndulo simples no cotidiano dos alunos, foram compreendidos e assimilados pela turma.

Evidencia-se, por meio dos questionários 2 e 3, que a aprendizagem adquirida e o conhecimento científico sobre o pêndulo simples - incluindo seus elementos, grandezas e conceitos - resultaram em uma aprendizagem significativa. Isso ocorreu porque os alunos, por meio das discussões em grupo e da interação com os colegas, conseguiram relacionar os conhecimentos ensinados às novas questões propostas nos questionários, que foram respondidos, apesar de alguns erros, de forma satisfatória.

No que se refere aos erros nas respostas dos alunos nos Quadros 3 e 4, que correspondem, respectivamente, aos questionários 2 e 3, os erros foram trabalhados na etapa 5 de sistematização dos conteúdos aprendidos. Nessa etapa, o professor juntou os grupos de estudos e discutiu em sala de aula, explorando as principais informações mediante a socialização com os educandos de suas principais dúvidas em relação aos conteúdos abordados. Foram trabalhadas as dificuldades no processo de assimilação das informações dos alunos em relação aos conceitos de pêndulo simples e aos questionários aplicados. Realizaram-se debates com a turma, abordando todas as etapas aplicadas nas aulas teóricas, assim como na aula prática com a situação-

Quadro 3: Resposta do grupo sobre o questionário de conhecimentos prévios.

Questão 1. O que você entende por movimento periódico ou oscilatório?

“É o movimento que se repete de maneira igual e tempo igual.”

Questão 2. Na sua concepção, você conseguiria definir o que é um pêndulo simples?

“É um movimento de um objeto com massa que está pendurado por um fio no qual faz oscilações com mesmo tempo.”

Questão 3. Você identificaria exemplos de pêndulo simples no seu dia a dia? Quais seriam?

“Os ponteiros de um relógio analógico, sino da igreja.”

Questão 4. Você sabe explicar os fenômenos que envolvem as oscilações do pêndulo simples?

“Os principais fenômenos são o peso do objeto e a atração do fio que o está segurando.”

Quadro 4: Resposta do grupo sobre o questionário 2.

Questão 1. Quais são os elementos do pêndulo simples?

“Fio leve de comprimento (L), objeto de massa (m), ângulo e período.”

Questão 2. No fio, qual é a grandeza e a unidade de medida?

“Grandeza comprimento e unidade metros, mas também pode ser em centímetros.”

Questão 3. No objeto, qual é a grandeza e a unidade de medida?

“Massa e grama.”

Questão 4. Qual é a grandeza e a unidade de medida do período?

“Grandeza tempo e unidade segundos.”

Questão 5. Qual é a grandeza e a unidade de medida do ângulo?

“A grandeza é o ângulo e a unidade é graus (radianos).”

Questão 1. O que você entende por movimentos periódicos ou oscilatórios?

“Movimentos periódicos ou oscilatórios são aqueles que se repetem em intervalos de tempo iguais.”

Questão 2. O que é um pêndulo simples?

“Consiste em um sistema composto por um fio leve, com sua extremidade superior fixada a um ponto que permite a sua livre oscilação, e sua extremidade inferior a um corpo de massa (m).”

Questão 3. Quais são as grandezas e as unidades de medida envolvidas no pêndulo simples?

“Grandezas: comprimento, massa, tempo e ângulo. Unidades: metro, grama, segundo e graus.”

Questão 4. Qual é o nome da força restauradora?

“Ação da gravidade.”

Questão 5. Dê exemplos de pêndulos no seu dia a dia.

“Balanço de parque, guindaste, tec tec, relógio de pêndulo.”

problema. Essa socialização dos conceitos já abordados foi imprescindível para não restar dúvidas, principalmente nos erros das respostas dos questionários. Essa abordagem foi feita na forma de socialização, com a sala anotando as principais ideias e colocações do professor sobre os tópicos estudados, de modo que todos os alunos, juntamente com o docente, evidenciaram a importância de grifar as principais ideias e dúvidas correlatas. Apesar dos erros nas respostas do questionário, vale ressaltar que as perguntas dissertativas e abertas dos questionários foram importantes para os alunos exporem suas ideias com liberdade, além do objetivo de aferir as competências e habilidades trabalhadas em todas as etapas realizadas. Assim, evidenciou-se que a sugestão diferenciada de abordagem em sala de aula tornou o assunto mais atrativo e contextualizado. Usando metodologias ativas e atividades que despertaram o interes-

Apesar dos erros nas respostas do questionário, vale ressaltar que as perguntas dissertativas e abertas dos questionários foram importantes para os alunos exporem suas ideias com liberdade, além do objetivo de aferir as competências e habilidades trabalhadas em todas as etapas realizadas

se dos alunos, pôde-se notar um engajamento e um comprometimento dos educandos com o conteúdo.

2ª etapa: Os relatos do desenvolvimento da atividade SEI com a avaliação final dessa metodologia.

Na aplicação da SEI, imagem da Fig. 5(a), a atividade estava relacionada a uma situação-problema que se concentrou em um problema do cotidiano dos alunos, relacionado ao fenômeno físico do movimento de um balanço em um parque de diversões, o qual pode ser comparado a um pêndulo simples. Observou-se, por meio da proposta dessa situação-problema, se era justo que duas irmãs competissem para ver qual delas conseguia o maior número de oscilações, considerando que possuíam massas diferentes. Essa situação-problema criou um ambiente investigativo no qual os educandos puderam compartilhar e expandir seus conhecimentos, tornando os alunos o centro do aprendizado.

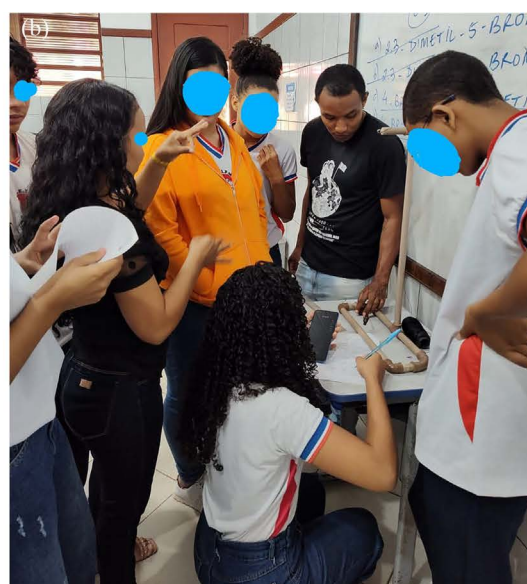


Figura 5 - (a) imagem da aplicação da SEI, (b) imagem do aparato experimental manuseado pelos alunos.

A realização dessa atividade em grupos permitiu observar que a interação entre os membros das equipes promoveu a troca de ideias e ajuda mútua, beneficiando a aquisição do conhecimento. Assim, os diálogos e as discussões realizados em grupos possibilitaram que os alunos com mais dificuldades na compreensão do conteúdo interagissem com aqueles que tinham mais facilidade, alinhando-se à visão de Lev Vygotsky sobre o processo de aquisição do conhecimento, que postula que o conhecimento é construído por meio das relações sociais. Assim, ficou evidente também que tal método pode promover a socialização e o crescimento no aprendizado dos alunos com necessidades especiais (surdos), visto que os mesmos interagiram por meio da exposição dos trabalhos práticos de física.

Na etapa de resolução do problema, o docente demonstrou o aparato experimental, imagem da Fig. 5(b), que auxiliou na solução da situação-problema. Vale ressaltar que, nesse processo, o professor atua como mediador entre o conhecimento e o aluno. Além de planejar as atividades investigativas, ele desempenha o papel de orientador para o desenvolvimento do conteúdo científico abordado durante as aulas e promove a evolução de conceitos e significados socialmente aceitos. Nota-se que a experiência na sala de aula revelou-se positiva ao ensinar através da prática experimental com materiais acessíveis, especialmente considerando as dificuldades enfrentadas pela aluna surda no ensino tradicional. Isso permitiu que alunos ouvintes e surdos interagissem com os conceitos de física do cotidiano, despertando o interesse pela disciplina e proporcionando um aprendizado significativo.

Nesse contexto, a dimensão social merece reflexão, com base nas ideias de Lev Vygotsky, quando relacionadas à SEI. Essa abordagem busca fundamentos por meio de dois temas desenvolvidos em seus trabalhos: as funções mentais superiores do indivíduo em processos sociais, que transformaram a relação e interação entre os alunos e o professor; e a demonstração de que os processos sociais e psicológicos se consolidam por meio de experimentação, ferramentas e artefatos culturais que fazem parte da interação entre os indivíduos e o mundo físico.

Dessa forma, o professor age como mediador, tendo os alunos como ponto central das ações, o que permite a interação, a discussão, a troca de conhecimento entre os alunos e o esclarecimento de dúvidas e possibilita uma maior aproximação do educador com os educandos.

Na etapa de sistematização do conhecimento adquirido, evidencia-se que a leitura prévia dos conteúdos desempenhou um papel importante na discussão do tema abordado, bem como no desenvolvimento

de novas habilidades, como a autonomia do aluno para buscar informações sobre o assunto, saindo assim da zona de conforto em direção a uma zona de aprendizagem. Além disso, a sistematização do conhecimento ocorreu ao final de cada aula, com o objetivo de verificar se ainda persistiam dúvidas por parte dos alunos.

Deve-se destacar que a etapa de sistematização do conhecimento foi dividida em dois momentos: a sistematização realizada pelos alunos em seus respectivos grupos, o que promoveu a interação entre eles, e a sistematização conduzida pelo professor por meio de uma aula interativa, abordando todos os tópicos estudados nas aulas e no processo de resolução da situação-problema. Vale lembrar que os erros das perguntas dos questionários foram debatidos nessa etapa.

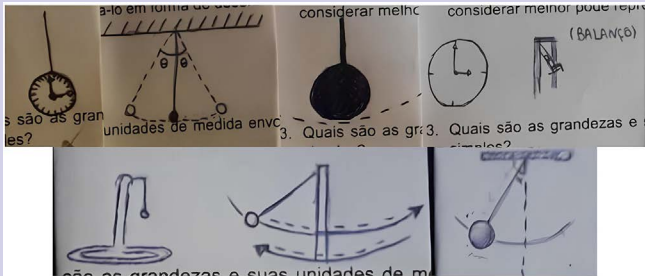
Com relação à aula prática, os educandos desempenharam um papel mais investigativo, indo além do uso de papel e caneta, o que demandou mais tempo em comparação com as demais etapas. Nessa fase, os grupos precisaram abordar o problema de forma semelhante a cientistas, a fim de solucionar a questão relacionada à influência da massa corporal de Melissa (a personagem criada para a situação-problema) na oscilação do movimento do balanço. Para chegar a uma solução, mediram a massa de dois objetos e o período de oscilação para diferentes comprimentos de fios. Nesse momento, as anotações e observações realizadas pelos alunos durante o procedimento levaram à matematização dos resultados ao final do experimento. Além disso, observou-se que a aula experimental se tornou indispensável, uma vez que promoveu a investigação por meio de ação, manipulação, operação e experimentação em diferentes formas e níveis, além de estimular a curiosidade e o espírito investigativo do aluno. A atividade experimental possibilitou a observação direta do fenômeno físico relacionado à situação-problema, tornando-o acessível ao aluno.

Na etapa da atividade avaliativa, é importante ressaltar que houve uma mudança na metodologia de ensino. O ensino deixou de ser completamente tradicional, baseado na memorização e assimilação de conteúdo para a realização de provas de caráter avaliativo somativo, que visam classificar os alunos. Durante essa etapa, adotou-se um enfoque no processo de aprendizagem dinâmica do educando, que contempla a construção de conceitos e noções científicas, as ações em atividades em grupo e as atitudes demonstradas durante a resolução de situações-problema. Isso significa que o formato da avaliação da aprendizagem passou a ser baseado na avaliação contínua, observando a evolução do discente ao longo das aulas.

Além disso, nas respostas às questões com diferentes níveis de dificuldade (Quadro 6), foi observada uma

A aula experimental se tornou indispensável, uma vez que promoveu a investigação por meio de ação, manipulação, operação e experimentação em diferentes formas e níveis, além de estimular a curiosidade e o espírito investigativo do aluno

Quadro 6: Respostas do questionário de aprendizagem.

Perguntas	Respostas
1. O que você entende por movimentos periódicos ou oscilatórios?	Grupo 1- Movimentos periódicos são aqueles que possuem um ciclo de tempo igual. Grupo 2- Movimentos periódicos se repetem em intervalos iguais.
2. Na sua concepção, você conseguiria definir o que é um pêndulo simples? Se preferir, pode representá-lo em forma de desenho.	
3. Quais são as grandezas e suas unidades de medida envolvidas no pêndulo simples?	Grupo 1- Comprimento (metro), Massa (grama), tempo (segundo) e ângulo (Radianos).
4. Se aumentarmos ou diminuirmos a massa do objeto suspenso no fio, o tempo de oscilação (período) será o mesmo para massas diferentes? Justifique.	Grupo 1- Sim, pois a variação do período depende do comprimento do fio, não da massa do objeto. Grupo 2- Sim, pois o movimento oscilatório depende do comprimento do fio que está preso à massa.
5. A massa do objeto influencia no período do pêndulo simples?	Grupo 1- Não. Grupo 2- Não.
6. O período do movimento oscilatório de um pêndulo simples, depende: a) Do movimento descrito pelo objeto em sua trajetória. b) Do número de oscilações descritas pelo objeto em intervalos de tempo específicos. c) Da massa do objeto. d) Do comprimento do fio ao qual o objeto está preso. e) Não sei.	Resposta  a) b) ¹c) d) e)

compreensão básica dos elementos do pêndulo simples (objeto, fio, período e ângulo), do conhecimento sobre o pêndulo simples e sua aplicação no cotidiano, com exemplos da realidade do aluno. Os conceitos fundamentais, como grandezas e unidades relacionadas, a matematização e as respostas à situação-problema sugerida também foram avaliados.

O Quadro 6 mostra algumas das respostas das questões abertas e dissertativas sobre os conceitos aprendidos.

Como avaliação final da metodologia da aplicação do projeto SEI na turma com 36 alunos, observou-se que a SEI sobre o estudo do pêndulo simples para alunos ouvintes e surdos do Ensino Médio, aliada à perspectiva da teoria educacional da interação social de Lev Vygotsky, obteve ampla participação e colaboração da turma. Além disso, é um recurso educacional que pode ser aplicado em qualquer escola, pois o aparato experimental é confeccionado com materiais recicláveis e o tradutor virtual é gratuito e de fácil manuseio, o que permite que o produto educacional seja utilizado

por qualquer docente interessado em ensinar por meio da investigação.

Foi evidenciado que o ensino por investigação proporcionou aos educandos o desenvolvimento de novas habilidades de argumentação, comunicação, interação e elaboração de estratégias para solucionar a situação-problema. Essas novas habilidades foram adquiridas ao longo das etapas por meio da interação com os colegas. Além disso, a SEI provocou mudanças de postura dos discentes, colocando-os como agentes principais no processo de ensino-aprendizagem. Ficou comprovado que, por meio dessa atividade, os alunos adquiriram uma nova perspectiva sobre a física, tornando as teorias, conceitos e princípios mais acessíveis e relacionados a sua realidade. Isso incentivou os alunos a deixarem de ser meros receptores passivos de conhecimento para se tornarem pensadores ativos no processo de ensino. Por meio de tentativa e erro, eles aprenderam como o mundo funciona, desenvolvendo habilidades de argumentação e raciocínio hi-

A SEI provocou mudanças de postura dos discentes, colocando-os como agentes principais no processo de ensino-aprendizagem

potético-dedutivo, o que lhes permitiu pensar de maneira mais científica.

A avaliação individual da aluna surda consistiu em estratégias de avaliação diferenciadas para expressão dos conhecimentos do conteúdo ao longo desse processo. Diferentemente da ideia enraizada no sistema educacional de que a avaliação tem como objetivo apenas a promoção ou reprovação do aluno em uma etapa da educação, o presente estudo concentrou-se na avaliação contínua da aluna surda e dos educandos ouvintes. Sendo assim, o processo educacional e de avaliação da aluna surda não se limitou à compreensão dos conteúdos ensinados, mas também se inseriu no desenvolvimento de habilidades que a auxiliaram nas respostas aos questionários e na solução de situações-problema.

Além disso, foram utilizadas ferramentas que favoreceram a avaliação da educanda surda, como a utilização de um produto educacional que envolveu a educação bilíngue, ou seja, o uso de duas línguas em sua aprendizagem (a Libras e a língua portuguesa). Dessa forma, a educanda surda teve a oportunidade de escolher a língua na qual se sentia mais confortável para expressar seu conhecimento e aprendizado. Nesse viés, houve uma mudança na percepção da avaliação, na qual a educanda surda foi avaliada com base nos avanços conquistados a cada etapa de aprendizagem, utilizando respostas escritas nos questionários, na interação com os colegas e na expressão do conhecimento por meio da discussão, traduzida e expressa em Libras.

4. Considerações finais

Apesar da aparente complexidade inicial de se trabalhar as atividades de resolução de problemas na perspectiva de investigação, esta pode se mostrar uma atividade didática adequada para definir conceitos e pequenas deduções de equações, que possam contemplar tanto o aluno ouvinte quanto o surdo.

A metodologia, através da teoria sociointeracionista de Vygotsky, em que a construção do conhecimento nasce de funções mentais, relações e processos sociais, pode promover a construção do novo conhecimento com base na valorização do conhecimento anterior, na

realização de atividades em grupo e na mudança de postura do professor e do aluno.

O processo avaliativo, como as argumentações durante as discussões em sala (como ocorrido durante a etapa de proposta do problema) e a construção de textos, indica formas diferentes de avaliar, que ampliam e se somam na construção do conhecimento.

Desta forma, a SEI poderá proporcionar aos alunos uma visão coerente, ainda que simplificada, da metodologia empregada nas atividades científicas. Para concluir, acreditamos que o ensino de física por investigação no Ensino Médio é uma metodologia de ensino que instiga, estimula, incentiva e permite melhorar a qualidade do ensino do nosso país e, quando o professor a realiza, essa metodologia se adapta a sua realidade, ocorrendo uma aproximação na relação professor-aluno que promoverá o que esperamos da nossa educação: a construção do conhecimento científico.

ção do conhecimento científico.

O uso das situações-problema para introduzir o conceito de movimento oscilatório, como o pêndulo simples e as dependências nesse movimento, pode ser muito eficaz e conduzir a uma maior participação dos alunos na aula. Com o auxílio da Libras (por meio do aplicativo VLibras), de elementos visuais como vídeos, juntamente com a parte experimental, é possível alcançar todos os alunos, ouvintes e surdos, respeitando suas particularidades, o que se espera em uma proposta de ensino inclusiva.

Assim, para que haja um ensino inclusivo de qualidade, em especial quando se trabalha com os educandos surdos (como no caso da aluna surda), é preciso considerar aspectos inclusivos, como a experimentação, metodologias ativas (como a aula invertida) e a utilização de um produto educacional (SEI) que envolva a educação bilíngue (a Língua Brasileira de Sinais - Libras e a língua portuguesa). Esses aspectos devem ser facilitadores de uma aprendizagem significativa, utilizando ferramentas de uma educação integradora e inclusiva.

Recebido em: 7 de Novembro de 2023

Aceito em: 1 de Outubro de 2024

Referências

- [1] F.G.O. Figueiredo, *A Inclusão do Surdo no Ensino da Física - Estudo de Caso no Ensino Médio em Salinópolis, Pará*. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Pará, 2020.
- [2] E. Mendes, *Revista Brasileira de Educação* **11**, 387 (2006).
- [3] G. Perlin, K. Strobel, *Fundamentos da Educação de Surdos* (Editora da UFSC, Florianópolis, 2008), p. 21.
- [4] O.W. Sacks, *Vendo Vozes: Uma Viagem ao Mundo dos Surdos* (Companhia das Letras, São Paulo, 1998), v. 3, p. 192.

- [5] Brasil, *Lei n° 10.436 de 24 de Abril de 2002. Dispõe Sobre a Língua Brasileira de Sinais* (Governo Federal, Brasília, 2002). Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10436.htm, acesso em 10 mai. 2023.
- [6] R.S. Oliveira, R.L.S. Cruz, R.J. Magalhães, in: *Anais do 4° Congresso Internacional de Direito e Contemporaneidade: Mídias e Direitos da Sociedade em Rede* (Mídias e Direitos da Sociedade em Rede, Santa Maria, 2017).
- [7] A.T. Trevelin, M.A.A. Pereira, J.D. Oliveira Neto, *Revista de Estilos de Aprendizagem* **12**, 11 (2013).
- [8] T.I. Pasqualetto, E.A. Veit, I.S. Araújo, *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* **17**, 551 (2017). [doi](#)
- [9] L.S. Vygotsky, *Pensamento e Linguagem* (Martins Fontes, São Paulo, 2008), v. 4, p. 61-62.
- [10] L.S. Vygotsky, *Formação Social da Mente* (Martins Fontes, São Paulo, 2008), v. 2, p. 52.
- [11] L.S. Vygotsky, *Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem* (Ícone, São Paulo, 1988), v. 1, p. 32.
- [12] M.A. Moreira. *Aprendizagem Significativa: Um Conceito Subjacente. Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review* (Editora da UnB, Brasília, 2012).
- [13] A.M.P. Carvalho, in *Ensino de Ciências por Investigação: Condições Para Implementação em Sala de Aula*, Editado por Moodle USP, editado por A.M.P. Carvalho (Cengage Learning, São Paulo, 2016), p. 01-20.
- [14] A.M.P. Carvalho, L.H. Sasserón, *Ensino Re-Vista* **22**, 249 (2015). [doi](#)
- [15] A.M.P. Carvalho, *Ensino de Ciências por Investigação: Condições Para Implementação em Sala de Aula* (Cengage Learning, São Paulo, 2013), v. 2, p. 8-15.
- [16] M.C.P.S. Azevedo, in *Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática*, editado por A.M.P. Carvalho (Cengage Learning, São Paulo, 2009), 19-33.
- [17] L.H. Sasserón, *Revista Ensaio* **17**, 49 (2015).
- [18] Governo Digital, *Conheça as Ferramentas da Suíte VLibras*. Disponível em <https://www.gov.br/governodigital/pt-br/acessibilidade-e-usuario/vlibras#:~:text=A%20suite%20VLibras%20%C3%A9%20um,access%C3%ADveis%20para%20as%20pessoas%20surdas>, acesso em 13 de nov. 2024.
- [19] M. Thiollent, *Metodologia da Pesquisa Ação* (Cortez, São Paulo, 2011), v. 18, p. 26.
- [20] M.M. Oliveira, *Como Fazer Pesquisa Qualitativa* (Vozes, Petrópolis, 2007), v. 5, p. 56.
- [21] E.L.A. Guerra, *Manual Pesquisa Qualitativa* (Anima Educação, Belo Horizonte, 2014), v. 1, p. 14.
- [22] Phet Simulações da Universidade do Colorado EUA. *Laboratório do Pêndulo Simples*. Disponível em https://phet.colorado.edu/sims/html/pendulum-lab/latest/pendulum-lab_pt_BR.html, acesso em 10 mai. 2023.