

UM MODELO DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM: UM ARTEFATO PARA O ENSINO DE FÍSICA

A MODEL OF A TEACHING-LEARNING SEQUENCE: AN ARTIFACT FOR TEACHING PHYSIC

NELSON DA SILVA NUNES
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS -UFAL
nelsonfisica123@gmail.com

Resumo: O Ensino de Física busca metodologias distintas de propor aprendizagem. Esse trabalho teve como objetivo principal criar um artefato; que é uma Sequência de Ensino-Aprendizagem (SEA). Essa SEA foi pensada com a finalidade de que os alunos pudessem identificar o coeficiente angular de forma matemática e experimental, por meio da relação Peso versus Massa, e estabelecesse uma correlação com a constante física em estudo, que foi da aceleração gravidade local (g). Como problema norteador para esse trabalho temos: será que uma SEA é um artefato metodológico válido para ensinar um conceito de física partindo da constante? Objetivando responder esse questionamento este trabalho tem um delineamento teórico. Como metodologia teórica para elaboração da SEA usamos a *Design Science Research* (DSR). Como resultados obtidos foi verificado que ela não pode ser rígida, ela precisa ser flexível e ajustável durante o processo de aplicação.

Palavras-chave: *Design Science Research*. Sequência de Ensino-Aprendizagem. Ensino de Física. Artefato.

Abstract: *Physics Teaching seeks different methodologies to propose learning. The main objective of this work was to create an artifact; which is a Teaching-Learning Sequence (SEA). This SEA was designed so that students could identify the angular coefficient in a mathematical and experimental way, through the relationship Weight versus Mass, and establish a correlation with the physical constant under study, which was the local gravity acceleration (g). As a guiding problem for this work we have: is an SEA a valid methodological artifact to teach a physics concept based on the constant? Aiming to answer this question, this work has a theoretical outline. As a theoretical methodology for developing the SEA, we use Design Science Research (DSR). As results obtained, it was verified that it cannot be rigid, it needs to be flexible and adjustable during the application process.*

.Keywords: *Design Science Research. Teaching-Learning Sequence. Physics Teaching. Artifact.*

1 INTRODUÇÃO

As aulas de Física em sua grande parte realizam um processo de ensino que segue uma lógica tradicional, em que o conteúdo é apresentado de forma pronta e que o aluno desenvolve pouca ou nenhuma atividade que os levem a construção de conceitos (Moreira, 2018). Na Física grande parte dos conceitos são estruturados a partir de funções e equações matemáticas que usa esse artifício como linguagem estruturante para a formação do pensamento físico (Karam; Pietrocola,

2009). No entanto, entender sobre o que é uma constante no formalismo matemático difere da Física, pois ela leva, em sua essência, uma relação constante com a natureza e com o tempo. A compreensão da natureza por meio da modelagem matemática não é regida apenas de termos variáveis, e sim por relações invariantes, chamadas de constantes. Pode-se expor como exemplo, velocidade da luz (c), constante gravitacional universal (G), carga do elétron (e), aceleração gravitacional na superfície da terra (g), constante de Planck (h) dentre outra. Para fundamentar a ideia de termos invariantes na física, é preciso dimensioná-las em espaço [L], tempo [T] e matéria [M] como condições existentes preliminares para compreender o comportamento da constante em uso (Duff; Okun; Veneziano, 2002).

Não se deve pensar nas constantes simplesmente como um valor numérico com a finalidade de ajustar as equações, ela tem uma relação com o fenômeno físico que é estudado. Segundo o *Committee on Data for Science and Technology* (Comitê de Dados para Ciência e Tecnologia) podemos expor como exemplo a aceleração local da queda livre (g) que é definida como uma constante fundamental para a física. Para receber a definição de constante fundamental, é preciso, a cada quatro anos, passar por uma avaliação do Comitê de Dados para Ciência e Tecnologia (CODATA) em que eles elaboram um relatório que apresenta valores recomendados para todas as constantes, em que são ajustadas segundo experimentação, no caso da aceleração gravitacional (g) o valor permanece de aproximadamente $9,81\text{m/s}^2$ (Mohr; Taylor; Newell, 2012).

No tocante a metodologia desse trabalho, temos como objetivo norteador, proporcionar a aprendizagem por meio de um modelo teórico de um artefato, construído com o viés metodológico da *Design Science Research* (DSR), que serve como suporte para criação do nosso artefato que é uma Sequência de Ensino–Aprendizagem (SEA). Essa SEA foi elaborada pelo autor justamente para guiar os alunos em uma atividade experimental. No qual o aluno, por meio do coeficiente angular do gráfico gerado da aula experimental pudesse estabelecer uma relação Peso versus Massa aferida, de modo que fosse possível correlacionar o coeficiente angular com a constante física em

estudo, que foi a aceleração da gravidade local (g).

Nesse trabalho, o modelo da SEA, foi criado pelo autor e avaliado com ajuda dos alunos, em que esse artefato teve como a constante fundamental a aceleração local da gravidade (g). Essa SEA depois de elaborado foi aplicado para 16 alunos voluntários, composta por séries diversas do Ensino Médio, com o objetivo, de posteriormente, o artefato sofrer melhorias. Como pergunta norteadora, essa pesquisa se propôs a responder: será que uma SEA é um artefato metodológico válido para ensinar um conceito de física?

A organização deste artigo segue uma ordem sistemática, inicia com uma abordagem teórica sobre Transposição Didática (TD), posteriormente foi descrito uma breve fundamentação da Teoria Sociointeracionista. Depois apresentamos a metodologia *Design Science Research* (DSR), logo em seguida uma seção de análise e por fim as considerações finais.

2 UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM (SEA) COMO TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA (TD)

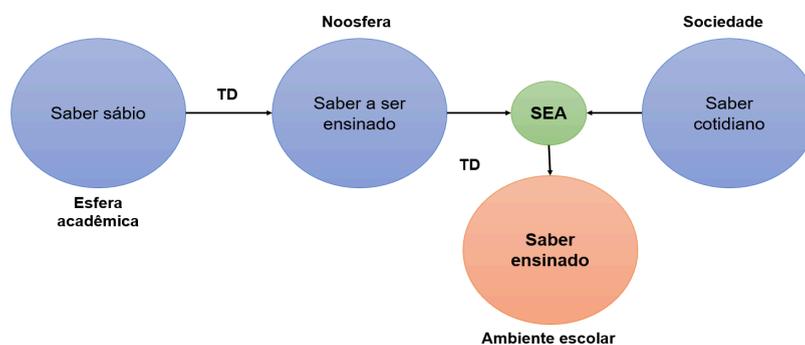
A Sequência de Ensino-Aprendizagem (SEA) se estrutura em uma elaboração sistemática de processos que relacionem o conhecimento a ser alcançado, passando por adaptações que sejam reguláveis à realidade aplicada. A SEA também consegue potencializar alguns elementos, tal como a aprendizagem pré-existente, a interação, seja ela entre artefato e aluno, ou entre professor e aluno, ou aluno e aluno de modo que consegue estabelecer uma solidificação do conhecimento adquirido.

A SEA, deve ter como objetivo ajudar o professor em sua Transposição Didática (TD) como também colaborar para o aluno compreender um conhecimento científico, traçando intervenções que sejam organizadas sistematicamente de forma que seja compreendido o conceito a qual o professor está querendo transmitir (Silva; Chagas, 2017). A SEA, também pode ser pensada como uma forma de TD, em que, por meio dela deverá promover o aprendizado de um conteúdo, considerando os caminhos que o professor vai determinar na SEA (Pereira; Paiva, Freitas, 2018).

O modelo de TD proposto por Chevallard (1991) fragmenta a ideia de transposição em duas formas diferentes, no qual a primeira seria o saber academicamente dominado (focado no professor) e a segunda o saber a ser transmitido (focada no aluno) objetivando que o conhecimento seja dos que sabem para os que ainda não sabem, daqueles que aprenderam para aqueles que aprendem (Chevallard, 1991). Uma outra dimensão pode ser acrescentada na TD, é a dimensão social, que trata do local e contexto social e físico que o aluno está inserido (Santos, Heck, Vargas, 2020).

A TD é algo que contribui para que o professor tome as melhores decisões sobre como conduzir didaticamente a abordagem do saber a ser ensinado, organizando um conjunto de processos adaptativos que torna o objeto de saber-sábio em objeto de ensino para o saber-ensinar (Pereira; Paiva, Freitas, 2018. Santos, Heck, Vargas, 2020). A definição do processo de TD irrigada com os elementos mencionados, pode ser melhor interpretada e representada pelo esquema na figura 1:

Figura 1: Esquema da definição da TD



Fonte: Autor (2024)

Conforme a figura 1, é possível notar que a SEA se enquadra em um processo de TD, a SEA pode ser visualizada como um meio para converter o saber a ser ensinado que dialoga com os aspectos sociais e experienciais do aluno, convertendo essas dimensões em um saber ensinado. É possível partir da definição de TD na visão de Siqueira e Pietrocola (2006, p.01) “A Transposição Didática analisa as transformações ocorridas no saber desde a sua origem, denominado Saber Sábio até às salas de aula, quando o conteúdo chega aos alunos pelo professor, chamado de Saber Ensinado.”

Partindo dessa perspectiva a TD seria o processo e a SEA seria o artefato colaborador para o processo, por isso se justifica a esfera do saber a ser ensinado e do saber cotidiano estarem conectada a dimensão da SEA, que se encaixa como o artefato para levar/guiar o saber ao ambiente escolar, não como uma mera simplificação, mas como um processo adaptativo do saber acadêmico.

Olhando a TD por meio da ótica do docente, o professor deve ir além do domínio da sua matéria, ele precisa desenvolver formas e maneiras de propor um conhecimento relativo e possa, por meio desta, desenvolver outros saberes nos alunos (Tardif, 2002). Logo, pensando nessa perspectiva é possível visualizar a SEA como um artefato que o professor pode se dispor a usar para transmissão de um saber.

Uma SEA é fundamentada em critérios que são julgados como essenciais, esses elementos envolvidos, são: o professor, aprendizes (alunos), mundo material e conhecimento a ser desenvolvido (Méheut, 2005). Pode-se pensar nos extremos de um contexto de TD, professor e aluno, saber sábio e saber cotidiano, culminando em um processo de ensino-aprendizagem que perpassa pela SEA.

Uma outra característica da SEA, é seu caráter multi articulado de envolver pesquisa e extensão, professor-aluno, aluno-SEA, aluno-aluno, aluno-ambiente, objetivando um desenvolvimento do aluno a ponto de o processo ensino-aprendizagem ser mútuo, ou seja, há um processo de integração do professor, aluno e conhecimento a ser desenvolvido (Andrade; Vina-Barbosa, 2022. Santos, Heck, Vargas, 2020), portanto uma SEA não pode ser pensada isoladamente, caso isso aconteça, teremos, por exemplo, uma SEA que se assemelha às aulas tradicionais.

2.1 TEORIA SOCIOINTERACIONISTA DE LEV VYGOTSKY

O processo de ensino e aprendizagem é algo complexo e construído ao longo de toda a vida do indivíduo. No campo de ensino de ciência muitas são as pesquisas que buscam entender como se dá o processo de construção do conhecimento ou saber científico. Quando o saber científico é

levado ao estudante através de uma organização bem elaborada de forma que ele possa adquirir o conhecimento através do viés pedagógico estamos organizando essa comutação baseada em alguma estrutura teórica de aprendizagem.

O aluno passa por um processo de estímulo na aprendizagem à medida que consegue se relacionar com diversos contextos sejam eles culturais, científicos e históricos (Vygotsky; Luria; Leontiev, 2017). Essa é a ideia central da teoria de aprendizagem denominada de Teoria Sociointeracionista de Lev Vygotsky. O conhecimento se dá através da ação do sujeito sobre o meio, e essa ação é fruto de uma inteligência prática para depois se tornar uma inteligência propriamente dita, ou seja, há uma importância do ensino escolar para o desenvolvimento de conceitos científicos para resolver problemas do nosso cotidiano e para potencializar essa capacidade do indivíduo (Lomônaco, 1999).

A teoria do sociointeracionismo de Vygotsky trabalha a ideia que tem como fonte uma dimensão social e cultural do estudante, dando importância ao contexto em que se apreende no qual tem alicerce em uma linguagem de relacionamento interpessoal. A aprendizagem inserida em um contexto social, cultural e histórico possibilita a interação entre homem e meio, em que é considerada uma relação comunicativa, no qual o indivíduo sofre uma ampliação em seu desenvolvimento. Além disso, são elaboradas algumas mediações que de maneira interna estabelecem formas culturais como também as modificam e as transformam, mediando assim uma interação do ato de ensinar e aprender (Kienen; Santos, 2013).

Vygotsky propôs, a ideia da Zona de Desenvolvimento Proximal do aluno (ZDP), como sendo uma distância entre o intelecto do aluno real e ao seu desenvolvimento potencial (Andrade; Giraffa; Vicari, 2003; Nunes, 2021). De fato, a ZDP pode ser entendida como sendo a distância entre a capacidade que o indivíduo tem de realizar algo com e sem ajuda. Além disso, essa distância não é fixa, mas pode mudar e o conhecimento que hoje é potencial pode se tornar real no futuro, ou seja, Vygotsky chamou de ZDP, a distância entre aquilo que a criança compreende/entende sozinha – o

desenvolvimento real - e o que é capaz de realizar com a ajuda de alguém mais experiente - o desenvolvimento potencial. Dessa forma, o que é zona de desenvolvimento proximal hoje se torna nível de desenvolvimento real amanhã (Santos, 2014; Nunes, 2021).

Nessa teoria de aprendizagem, a zona de desenvolvimento proximal pode ser compreendida em duas frentes, seja ela; a zona de desenvolvimento real, em que o indivíduo tem a capacidade de compreender/entender sozinho, sem a necessidade de ajuda, já a outra, chamada de zona de desenvolvimento potencial, que propõem uma capacidade de compreender/entender determinada atividade com a ajuda necessária para seu estímulo (Nunes, 2021).

As zonas se aproximam, principalmente quando ocorre o processo de potencialização do conhecimento por meio da interação. Entretanto, a potencialização não acontece de forma espontânea, é preciso que esse indivíduo usufrua desse processo interagente, na qual pode ser mediada por várias vias, entre elas o próprio professor, tutor, colega de turma ou algum meio de mediação que potencialize o conhecimento, tal como a SEA (Nunes, 2021). Entretanto o ensino de física quando utiliza da interação, gera um conhecimento mais solidificado entre o estudante e conteúdo a ser aprendido.

3 METODOLOGIA

No que corresponde ao presente trabalho, em relação à dimensão epistêmicas, foram considerados na elaboração desse modelo de SEA um conteúdo relacionado à Mecânica Newtoniana (com o propósito de trabalhar a aceleração gravitacional por meio da relação peso versus massa) é também, consideramos as características sociointeracionista que o artefato pode estabelecer, sendo ele um guia interagente com o aluno, de modo que para ser utilizado basta o estudante ter uma breve noção do conceito de força peso. A SEA foi pensada e elaborada para ser aplicada ao número de duas aulas consecutivas, de forma que a abordagem fosse diferente da didática tradicional, fazendo assim que os alunos conseguissem entender o que era proposto por

interação aluno-aluno e SEA-aluno, e quando preciso professor mediador e aluno.

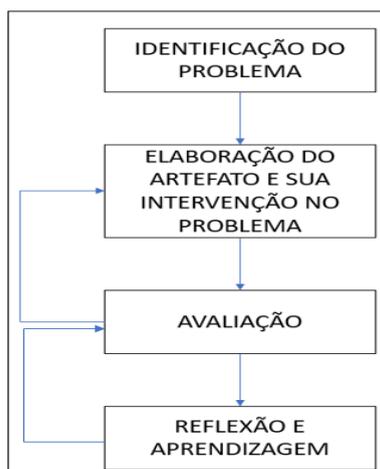
Para atender ao objetivo geral desse trabalho, optamos por utilizar um método conhecido como *Design Science Research* (DSR) que se apoia na conjectura da prescrição de uma determinada solução por meio do desenvolvimento de um artefato (Dresch, Lacerda, Antunes Júnior, 2015). A DSR tem em sua fundamentação uma preocupação com o projeto/artefato, de modo que ela possa estabelecer métodos para que o artefato que realize determinado objetivo específico (Dresch, Lacerda, Antunes Júnior, 2015; Simon, 1996).

A área da educação passou a incorporar a ciência de projeto, de forma que dialoga com conceitos fundamentais de pesquisa. Para pensar a DSR na perspectiva de Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015, p. 57) ela “procura desenvolver e projetar solução para melhorar sistema existentes” Em sua essência a DSR carrega o paradigma de ser uma metodologia com potencial para resolver problemas ou criar novos artefatos, para isso ela se organiza em três elementos fundamentais, que são: objetivo, artefato e ambiente (Dresch, Lacerda, Antunes Júnior, 2015; Simon, 1996).

Para sustentar a criação da SEA como artefato, usamos o delineamento da DSR, a fim de aplicá-la em um ambiente, verificar se o instrumento tem a potencialidade de propor para os alunos o conhecimento sobre o tema proposto pela SEA.

Para o rigor do método, foi apropriado o modelo de condução da pesquisa fundamentada em DSR proposto por Robert Cole (2005), que combinou a abordagem de DSR e a pesquisa-ação, formulando um design reflexivo e estruturado de modo que consegue atender ao que é proposto nessa pesquisa (Cole, 2005). Para adaptar à realidade da aplicação foi feita adaptações do modelo proposto por Cole na figura 3.

Figura 3: Diagrama



Fonte: Cole - adaptado (2024)

Cada etapa do diagrama, é discutida na análise dos dados em função da SEA. Para a etapa de avaliação do artefato participaram 16 alunos do Ensino Médio de uma escola pública, de um estado do nordeste, de série variadas. O artefato (SEA), é composto por uma atividade experimental. É válido relatar que a intencionalidade é verificar a validade educacional do artefato/SEA, para que ela seja utilizada como um modelo que tenha o potencial de colaborar com o Ensino de Física em sala de aula de educação básica para nível médio, independente da região e estado.

Para a seleção dos alunos, foi selecionado de forma voluntária 16 alunos (esse número de 16 alunos se justifica por termos, durante a aplicação do projeto, apenas quatro kits experimentais, sendo assim possível formar quatro equipes com quatro alunos). Para selecionar os alunos, foi perguntado nas turmas do Ensino Médio quem queria participar de uma proposta de aula diferenciada de física. Posteriormente separamos em quarteto e aplicamos a SEA. Para avaliar e validar a última etapa da DSR (reflexões e aprendizagem), perguntamos aos alunos voluntários:

“foi possível compreender o conceito de aceleração gravitacional, por meio dessa aula?”. Os alunos tinham como possíveis respostas, sim, mais ou menos e não, entretanto eles tinham a liberdade de indagar ou comentar a respeito, caso quisesse.

Para interpretar e analisar esse questionamento feito aos alunos voluntários, tomamos um suporte metodológico de *Survey*, que é um tipo de pesquisa que interroga diretamente as pessoas envolvidas sobre o que se pretende conhecer (Mattar, Ramos, 2021). A *survey* também fornece margem para estabelecer uma análise descritiva e inferencial sobre os dados coletados (Mattar, Ramos, 2021). É válido frisar que a amostra coletada foi pequena, apenas de 16 alunos voluntários, e que ela teve o objetivo de propor para o autor uma avaliação do artefato a fim de retornar a fase de elaboração e fazer ajustes para sua melhoria e aplicação com um quantitativo maior de alunos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para verificar a validade do artefato teórico SEA, sistematizamos a análise fundamentada na metodologia DSR, em que tomamos como referência o modelo de projeto/construção do artefato em um contexto e ambiente real, em que o artefato quando sofre um objetivo de uma determinada classe, pode ser denominado com instanciação, o que pode demandar uma interação com o pesquisador (Cole, 2005; Dresch, Lacerda, Antunes Júnior, 2015).

Segundo o diagrama de Cole (2005), a primeira etapa para elaboração do desenho de pesquisa científica é identificar o problema. O problema que foi propulsor para elaboração dessa pesquisa é: uma SEA é capaz de ser pensada como um artefato metodológico válido para ensinar um conceito de física partindo da constante? Como contexto mencionado em diversas literaturas que debatem o ensino de Física, fica evidente que a falta de motivação dos alunos em aprender física, as aulas serem tecnicista baseada apenas na resolução de exercícios juntamente com uma falta de abordagem e significado para os estudantes, são fundamentações amplamente discutidas como

desafiadoras no ensino de Física (Moreira, 2021; Moreira, 2018; Rosa, Rosa, 2007).

No delineamento do desenho proposto por Cole (2005 - Figura 3) propõe a elaboração do artefato e sua intervenção no problema, de maneira que criamos o artefato de modo que ele tivesse potencial para resolver o problema anteriormente mencionado. Como resultado da criação do artefato surgiu a SEA².

A SEA teve sua etapa de avaliação da seguinte maneira. Inicialmente foram convidados, de maneira voluntária, 16 alunos de série distintas do Ensino Médio. No início dividimos os alunos em grupos de quatro e entregamos a SEA impressa com uma tabela (contida na própria SEA) e um papel milimetrado, juntamente do aparato experimental. Pedimos também, que antes de procurar o pesquisador para tirarem dúvidas, discutissem a questão com seus colegas de grupo, isso foi pensado para estimular a interação entre aluno-SEA e aluno-aluno.

Ao final da atividade o pesquisador questionou individualmente cada aluno com a seguinte indagação: “foi possível compreender o conceito de aceleração gravitacional (g), por meio dessa aula?”, das 16 respostas coletadas tivemos; 7 respostas, sim (43,75%), 5 respostas, mais ou menos (31,25%) e 4 respostas, não (25%). Um ponto a ser mencionado é que alguns poucos voluntários relataram de forma espontânea algumas dificuldades (quadro 1) Por exemplo:

Quadro 1: apresentação das falas dos voluntários

Aluno	Fala do aluno
A	“Foi um pouco complicado no início, porém quando o professor foi explicando os procedimentos foi ficando fácil.”
B	“Quando o professor foi lendo, ajudando, e explicando, eu fui entendendo melhor”
C	“Foi um jeito bem diferente de entender a física”

Fonte: Autor (2024)

² Link para acessar a SEA:

https://docs.google.com/document/d/1Gr3QVvXEdKh_wCKPS2ICoxPO1vGiorq0/edit?usp=sharing&ouid=109057835199238631794&rtpof=true&sd=true

Esses apontamentos foram registrados e serviram de reflexão, que levou a uma avaliação, fazendo o pesquisador retornar para o passo da elaboração do artefato, de modo que levou o autor a acrescentar a seção de observações para aplicação (que de forma inicial não tinha na SEA). Outro ponto que nos levou a uma reflexão e conseqüentemente uma avaliação da SEA foi a necessidade de uma leitura (por parte do professor aplicador) da seção de procedimento experimental (que inicialmente o autor tinha pensado que os alunos poderiam realizar sozinhos), de forma que pudesse propor um desenvolvimento da ZDP do estudante (Santos, 2014).

Uma outra forma de analisar o passo de avaliação proposto, no modelo de Cole (2005), é a luz do referencial teórico apresentado nesse trabalho. A avaliação do artefato pode ser vista por meio de processos interagentes, de modo que ao utilizar a SEA o estudante possa criar uma visão crítica sobre o estudo da constante (g), por meio de um processo cognitivo do sujeito, chegando a transformá-lo de maneira que potencialize seu conhecimento (Wertsch; Tulviste, 2013). Pensando a SEA como instrumento para o professor, podemos avaliar a luz do referencial de TD, de maneira que ela se propõe a ser um artefato potencializador do conhecimento, de modo que guia o aluno a uma sequência lógica e harmônica a ser seguida, com procedimentos a serem cumpridos, com finalidade clara e objetiva de chegar ao saber proposto.

Quando olhamos a luz da TD o ensino deixa de ser centrado no professor e passa a ter como objetivo o saber do aluno, entretanto isso não desmerece o papel do professor, pois ele como mediador toma um papel importante nesse processo de transposição, dessa forma precisa-se levar em consideração que o saber deixa de ser homogêneo para se tornar heterogêneo, de tal maneira que essas mudanças estabelecem uma triangulação entre aluno, saber e professor, fazendo que gere vínculos interacionais que potencializam a aprendizagem, e se intercale diretamente com a prática pedagógica ofertada, que nesse caso é a SEA (Santos, Heck, Vargas, 2020).

Uma outra característica da SEA atrelada a TD, é seu caráter de envolver experimentação guiada, de modo que ela pode ser encarada como um artefato que colabora com o professor na mediação de um conteúdo, objetivando um desenvolvimento cognitivo do aluno a ponto de o processo ser

mútuo, ou seja, há uma prática docente estruturada e transposta para desenvolver o conhecimento objetivado de maneira geral como também específica (Andrade; Barbosa. 2022). Para cumprir e colaborar com a finalidade dessa pesquisa, na última etapa da DSR (Reflexões e aprendizagem), usamos a estatística descritiva dos percentuais apresentados no questionamento feito individualmente para cada aluno voluntário. De acordo com o que foi coletado como resposta é possível que a SEA tenha o potencial de aprendizagem de física por meio da interação com o artefato e com os colegas (Kienen, Santos, 2013).

Pode-se considerar, baseado no que foi realizado, que o uso da SEA é uma estratégia diferente, e que tem o potencial de abordar a Física de outra maneira, em que ela já é um guia transposto, ou seja, o conhecimento que antes era dominado academicamente pelo professor, passou a ser compreendido e ter significado para o aluno depois de sofrer adaptações, e se tornar um saber a ser ensinado (Silva; Chagas, 2017; Chevallard, 1991). Um outro ponto a ser destacado é que esse trabalho traz o compromisso de apresentar uma SEA estruturada (metodologicamente) e fundamentada, que sirva de modelo para outros professores e que seja adaptável à realidade em que for utilizada.

5 CONCLUSÃO

Esse trabalho teve como objetivo validar a aplicação de um artefato para propor um Ensino de Física, transposto e diferente do tradicional, de modo que a SEA pudesse guiar o aluno a identificar o coeficiente angular de forma matemática e experimental, de maneira que o artefato tivesse o potencial de estabelecer uma correlação com a constante física em estudo, que foi da aceleração gravidade local (g). Entretanto podemos concluir que a SEA é um artefato metodológico válido para ensinar um conceito de física partindo da constante (g), de modo que ela sofra processos de avaliação e reflexão por parte do professor aplicador, para que possa fazer ajustes para sua realidade local.

De acordo com o problema de pesquisa proposto e com a figura 3 apresentada, o leitor pode se

questionar se a SEA foi avaliada, repensada/reorganizada e reaplicada considerando os dados obtidos? Como resposta para esse potencial pergunta, pode-se dizer que não aconteceu uma nova aplicação com outros alunos/turma, o que de fato ocorreu foi a volta ao processo de elaboração do artefato segundo o modelo proposto de Cole-adaptado (2024), surgindo assim a seção de observação para aplicação, em que na primeira versão da SEA não existia. Um outro ponto é que o grupo de alunos participantes voluntariosos, tinham uma afinidade com a disciplina de física, o que nos leva a acreditar que para uma turma com maior quantitativo de alunos a etapa de elaboração e avaliação tem que ser cuidadosamente adaptada e reelaborada quantas vezes for preciso para a SEA ser um instrumento de TD com maior potencial possível.

6 REFERÊNCIA

ANDRADE, Carla Dayane; VIANA-BARBOSA, Celso José. ANÁLISE DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM BASEADA EM METODOLOGIAS DE APRENDIZAGEM ATIVA PARA ENSINAR ESTÁTICA. **Revista do Professor de Física**, [S. l.], v. 6, n. Especial, p. 164–176, 2022. DOI: 10.26512/rpf.v1i1.45945. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/45945>. Acesso em: 9 jul. 2024.

ANDRADE, A. F.; GIRAFFA, L. M. M; VICARI, R. M. Uma Aplicação da Teoria Sociointeracionista de Vygotsky para construção de um Modelo de Aluno. **XIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, Rio de Janeiro, p. 525-534, 2003. Disponível em: <file:///C:/Users/nelso/Downloads/283-490-1-PB.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2024.

COLE, R. et al. Being proactive: Where action research meets design research. In: **international conference on information systems**, 26., 2005, Las Vegas. Proceedings...[S.l.: s.n.], 2005.

CHEVALLARD, Yves. **La transposición didáctica: Del saber sabio al saber enseñado**. EditoraAique: Buenos Aires. 1991.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. Valle. **Design Science Research: Método de pesquisa para o avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2015. 01-181 p. v. 1. ISBN 978-85-8260-298-0.

DUFF, M. J.; OKUN, L. B.; VENEZIANO, G. *Dialogue on the number of fundamental constants*. **Institute of Physics Publishing for SISSA/ISAS**. v. 1, p. 01-30, 2002.

Disponível: <http://jhep.sissa.it/archive/papers/jhep032002023/jhep032002023.pdf>, Acesso em: 8 abr. 2024.

KARAM, R. A. S.; PIETROCOLA, M. Habilidades Técnicas Versus Habilidades Estruturantes: Resolução de Problemas e o Papel da Matemática como Estruturante do Pensamento Físico. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, [s. l.], v. 2, ed. 2, p. 181-205, 2009. DOI ISSN 1982-5153. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37960>. Acesso em: 6 abr. 2024.

KIENEN, Pollyanna Weber; SANTOS, Simone Aparecida dos. **A TEORIA SOCIOINTERACIONISTA DE VYGOTSKY E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A EDUCAÇÃO**. 2013. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Pedagogia) - Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2013. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/xmlui/bitstream/handle/1884/80157/POLLYANNA%20WEBER%20KIENEN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 9 jul. 2024.

LOMÔNACO, J. F. B. **Psicologia e educação: hoje e amanhã**. Psicologia Escolar e Educacional, v. 3, n. 1, p. 11-20, 1999 Tradução. Acesso em: 21 jun 2024.

MATTAR, J.; RAMOS, D. K. **Metodologia da pesquisa em educação: abordagem qualitativas, quantitativas e mista**. 1ed. -São Paulo: Edição 70, 2021.

MÉHEUT, M. **Teaching-learning sequences tools for learning and/or research**. In: Research and Quality of Science Education. Holanda: Spring, p. 195-207, 2005.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos avançados**, [s. l.], v. 94, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/3JTLwqQNsfWPqr6hjzyLQzs/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 05 mar. 2024

MOREIRA, M. A. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 43, 2021. DOI <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0451>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/xpwKp5WfMJsfcRNFCxFhQly/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 20 mar. 2024.

MOHR, P. J.; TAYLOR, B. N.; NEWELL, D. B. CODATA *Recommended Values of the Fundamental Physical Constants: 2006*. **National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, Maryland**, [s. l.], p. 01-105, 2012. DOI 20899-8420. Disponível em: <https://www.nist.gov/programs-projects/codata-values-fundamental-physical-constants>. Acesso em: 6 mar. 2024.

NUNES, Nelson da Silva. **Um jogo de tabuleiro: uma proposta de uma aula diversificada para o ensino de física**. Orientador: Kléber Cavalcanti Serra. 2021. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Alagoas, 2021. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/bitstream/123456789/10854/1/Um%20jogo%20de%20tabuleiro%20-%20uma%20proposta%20de%20uma%20aula%20diversificada%20para%20o%20ensino%20de%20f%C3%ADsica.pdf>. Acesso em: 7 set. 2024.

PEREIRA, R. C.; PAIVA, M. A. V.; FREITAS, R. C. O. A transposição didática na perspectiva do saber e da formação do professor de matemática
The Didactic Transposition in the perspective of knowledge and of the professor's mathematics. **Educação Matemática Pesquisa Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática**, São Paulo, v. 20, n. 1, 2018.

DOI: 10.23925/1983-3156.2018v20i1p41-60. Disponível em:

<https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/33639>. Acesso em: 9 jul. 2024.

ROSA, C. W.; ROSA, Á. B. Ensino da Física: tendências e desafios na prática docente. **Revista Iberoamericana de Educación**, [S. l.], v. 43, n. 1, p. 1–12, 2007. DOI: 10.35362/rie4312343.

Disponível em: <https://rieoei.org/RIE/article/view/2343>. Acesso em: 10 jul. 2024.

SANTOS, R., **Inteligências múltiplas e Aprendizagem – Coursepack**. São Paulo: editora, 2014.

Disponível

em: <<http://pt.scribd.com/doc/213921208/Inteligencias-Multiplas-e-prendizagem-Prof%C2%AA-Ros-angela-Pires-dos-Santos-bd>>. Acesso em: 21 Mai. 2024.

SANTOS, E. J.; HECK, M. C.; VARGAS, R. S. DESAFIOS DE SER PROFESSOR: A RELAÇÃO ENTRE SABER-PROFESSOR-ALUNO E A TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA NOS PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM. **Salão do Conhecimento**, [S. l.], v. 6, n. 6, 2020. Disponível em:

<https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaconhecimento/article/view/18478>.

Acesso em: 9 jul. 2024.

SIMON, H. A. **The Sciences of the Artificial: Science--Philosophy**. 3. ed. Cambridge: MIT Press, 1996. ISBN 978-026-2193-74-0.

SILVA, Geilson Rodrigues; CHAGAS, Edvanio. TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA: UMA ANÁLISE DO DISTANCIAMENTO DOS SABERES DE QUÍMICA QUÂNTICA NOS LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO MÉDIO. **HOLOS**, [S. l.], v. 7, p. 284–298, 2017. DOI: 10.15628/holos.2017.3005. Disponível em:

<https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/3005>. Acesso em: 9 jul. 2024.

SIQUEIRA, Maxwell; PIETROCOLA, Maurício. A Transposição Didática aplicada a teoria contemporânea: A Física de Partículas elementares no Ensino Médio. **X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Londrina**, v. 13, p. 14, 2006. Disponível em: <

https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39282604/t0062-1-libre.pdf?1445206697=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DA_Transposicao_Didatica_aplicada_a_teor.pdf&Expires=1726599034&Signature=Asgtm0GodvG8xAfJVt7jjXnBHimZYzkLPRyqbt6sujZpsJPGBo8zO57j6x1nNvER~SeA-re3fSVYs8BnUlre~fhLvdejgyhbECsGD5MAODs0ZJq-kDmdLjTSBBDbFA71HrPWkcKyx-VEF4MzyOokyfChRZzsjsDby2nr9chAbaQTerMuAePs-r2QMGRDr4uR0MZl1CITJbxOCrIhP9ZjPMfV3O5irPw0gOMvfqIU4L253KIBjzWUPXKfDr4IRg5GkdDHa2rOnJhQ3qC4EZDuC8Adf1Hv91LjyEHqvc6ta~53IPydm69brREQ1o6bZjika2UpPXgGHieE-IME6xFw__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA> Acesso em: 17 Set. 2024.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis: Vozes, 2002.

VIGOTSKY, Lev S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar. *In*: **LINGUAGEM, desenvolvimento e aprendizagem**. 16. ed. São Paulo: Ícone, 2017. p. 103-118. ISBN 978-85-274-0046-6.

WERTSCH, James V.; TULVISTE, Peeter. L. S. Vygotsky e a psicologia evolutiva contemporânea. *In*: DANIELS, Harry (org.). **Uma introdução a Vygotsky**. São Paulo: Edições Loyola, 2013. p. 61-82.