

# A Teoria Sociointeracionista de Vygotsky e os Três Momentos Pedagógicos: uma proposta de sequência didática sobre reações nucleares



Larissa Esser<sup>1</sup>,#Alex Bellucco<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, SC, Brasil.

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, SC, Brasil.

## RESUMO

*Buscando alternativas para amenizar as problemáticas relativas ao ensino de física, bem como a inserção de conceitos de física moderna e contemporânea no currículo escolar da educação básica, desenvolvemos uma proposta que visa a contextualização e a reflexão destes conceitos. O presente trabalho objetiva a construção de uma sequência didática desenvolvida para o ensino das reações nucleares, que pode ser aplicada em turmas da terceira série do Ensino Médio, na disciplina de física. Essa sequência didática apresenta atividades que fomentam uma ação didático-pedagógica interativa e reflexiva, enfatizando as relações entre o meio da perspectiva sociointeracionista e os indicativos formativos da metodologia de ensino dos Três Momentos Pedagógicos.*

**Palavras-chave:** ensino de física; Três Momentos Pedagógicos; sociointeracionismo; reações nucleares

## 1. Introdução

As discussões acerca das dificuldades e deficiências no ensino de ciências, vêm, há décadas abrangendo pesquisas e propostas. Nesse ponto, nossa preocupação é com o ensino de física, que comumente é trabalhado mediante a apresentação de fórmulas, conceitos e leis, distantes do cotidiano dos alunos e sem significado. Observa-se nas escolas de nível médio que pouco se aprende de física e, ainda, aprende-se a não gostar dela [1]. Geralmente, o estudante ingressa no Ensino Médio com expectativas e curiosidades com relação à física. Porém, em muitos casos o contato com a disciplina se dá de forma desmotivadora e desarticulada, acarretando uma aversão à ela.

O currículo escolar de física vem seguindo uma mesma sequência dentro de uma divisão por áreas: mecânica, termologia e termodinâmica, ondas e oscilações, óptica, eletricidade e eletromagnetismo. Assim, a diversificação dentro desta divisão é sempre reduzida e acaba excluindo a física desenvolvida nos séculos XX e XXI, conteúdos que englobam as áreas da física moderna e contemporânea (FMC).

De acordo com as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para Física do Ensino Médio [2], devemos evitar uma abordagem isolada do mundo físico, pois as competências abrangidas pela disciplina de física se constroem de maneira contextualizada e articulada com competências de outras áreas e, dessa maneira, passam a fazer um sentido para a realidade dos estudantes.

Uma abordagem centrada na temática das reações nucleares é uma alternativa para a inserção da FMC na Educação Básica. Embora a energia nuclear seja uma fonte eficaz de geração de energia elétrica, há um contraponto entre a eficácia da sua utilização e o medo de possíveis acidentes nucleares e do uso indevido desta energia. Discutir esse assunto em sala de aula com os alunos do Ensino Médio, permite desenvolver um posicionamento crítico dos estudantes perante estas situações e envolver a física a esse assunto por ora polêmico.

Diante das problemáticas apresentadas, propomos neste trabalho uma sequência didática sobre as reações nucleares, com uma intervenção para o ensino

**Propomos neste trabalho uma sequência didática sobre as reações nucleares, com uma intervenção para o ensino de FMC de forma contextualizada, em turmas de terceira série do Ensino Médio**

de FMC de forma contextualizada, em turmas de terceira série do Ensino Médio. As etapas da proposta foram estruturadas nos pressupostos teóricos dos Três Momentos Pedagógicos, prática didático-pedagógica proposta por Delizoicov, Angotti e Pernambuco

[3], apoiada na problematização e que possibilita a presença constante e sistematizada de situações das vivências dos estudantes. Concomitantemente a isso, procuramos dialogar com a teoria sociointeracionista de Vygotsky [4], enfatizando o processo de significação dos conceitos, as relações entre o aprendizado e o desenvolvimento, e as interações sociais na construção do conhecimento.

## 2. Três Momentos Pedagógicos sob uma perspectiva sociointeracionista

A dinâmica didático-pedagógica de Delizoicov, Angotti e Pernambuco [3]

#Autor de correspondência. E-mail: fisica.larissa@gmail.com.

fundamentada na perspectiva de abordagem temática, conhecida como Três Momentos Pedagógicos (3MP), apresenta três etapas: 1) problematização inicial; 2) organização do conhecimento; 3) aplicação do conhecimento. Nessa abordagem, as intervenções são estruturadas com base em temas; assim, os conteúdos e os conceitos são selecionados de maneira a facilitar a compreensão de um determinado tema. Bonfim, Costa e Nascimento [5] apresentam os 3MP com o objetivo de auxiliar o processo de ensino e aprendizagem de física, possibilitando um maior envolvimento dos alunos na construção de seu próprio conhecimento, como um meio facilitador para o crescimento do educando. Vygotsky [6] enfatiza uma preocupação acerca da significação conceitual, processo no qual a interação entre os conhecimentos espontâneos e os conhecimentos científicos permitem a elaboração de uma explicação para as situações cotidianas e de vivência dos alunos. Dessa forma, buscamos estabelecer uma relação entre a metodologia supracitada e a teoria de aprendizagem sociointeracionista, nos apropriando das ideias de Vygotsky e da sua proposta de organização curricular baseada em temas (situação de estudo).

O primeiro momento pedagógico, que é a problematização inicial, objetiva identificar as interpretações que os alunos têm sobre a situação abordada, problematizando as diferentes ideias apresentadas e proporcionando um posicionamento crítico com relação à situação em discussão. No momento inicial, o professor apresenta aos alunos uma questão e/ou situação que deve ser discutida por eles, sendo que as perguntas feitas nesse momento são consequência de um problema/tema que fundamenta o processo didático-pedagógico. Percebemos aqui uma aproximação com Vygotsky [6], em que o desenvolvimento do conceito espontâneo da criança deve atingir um nível mais elevado de abstração para que ela possa tomar consciência do conhecimento científico e generalizá-lo. A problematização na situação de estudo objetiva significar as linguagens que se tornarão uma discussão conceitual, portanto, o professor precisa ter conhecimentos dos conceitos científicos centrais em que será introduzida a palavra necessária [7]. Assim como nos 3MP, a teoria sociointeracionista de Vygotsky ressalta a importância de resgatar e aproveitar o entendimento que o aluno tem sobre determinada problemática, propondo-lhe

questionamentos de forma dialógica, envolvendo o aluno com a situação de estudo e diagnosticando suas concepções.

No segundo momento dos 3MP, ocorre a organização do conhecimento, em que se sistematiza o conhecimento necessário para a compreensão da situação de estudo. O professor é responsável por selecionar os conhecimentos científicos necessários para dialogar com as questões apontadas pelos alunos afim de que eles possam confrontar o seu conhecimento com o conhecimento científico. Segundo Muenchen e Delizoicov [8], por meio de atividades de aprofundamento (exposição, formulação de questões, texto para discussão, trabalho extraclasse, revisão e destaque dos aspectos fundamentais e experienciais), os estudantes terão contato com conhecimentos científicos para além da palavra representativa de um determinado conceito. O trabalho de Gehlen [9] apresenta um diálogo entre os momentos pedagógicos e a situação de estudo. O autor sintetiza que a etapa da organização do conhecimento precisa ser sistematizada de acordo com as etapas da significação conceitual, sendo elas: a) problematização; b) primeira elaboração; c) função da elaboração e compreensão conceitual. A significação conceitual presente na situação de estudo é caracterizada por Maldaner [10] como uma proposta curricular que contempla uma preocupação com o processo de interação entre os conhecimentos cotidianos e científicos. Sendo assim, o processo de significação de conceitos potencializa a organização do conhecimento, agregando elementos da teoria vygotskyana ao segundo momento pedagógico.

O terceiro e último momento dos 3MP objetiva abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo estudante, retomando as situações iniciais e abordando novas situações [3]. Ele consiste na etapa em que o aluno, tendo desenvolvido o conhecimento científico, utiliza-o tanto para compreender a situação inicial quanto para estabelecer relações e interpelar outras questões. Esse momento possibilita aos alunos que entendam que o conhecimento, além de ser uma construção histórica, é acessível a qual-

quer pessoa e pode ser usado por todos. O processo de formação de conceitos envolve o movimento ascendente e descendente entre os conceitos científicos e o cotidiano. Há uma interação dialética entre os conhecimentos, que desempenha diferentes funções na teoria do desenvolvimento e resulta no que Vygotsky [6] denomina de conceitos verdadeiros. Estes conceitos verdadeiros são alcançados à medida que o sujeito se desenvolve e as generalizações elementares são substituídas por um tipo cada vez mais elevado.

Diante do exposto, buscamos na abordagem metodológica dos 3MP, juntamente com a perspectiva sociointeracionista, uma maneira de contribuir para o diálogo entre professor e aluno, valorizando os conhecimentos iniciais e contextualizando as reações nucleares, a fim de ampliar a visão de mundo dos estudantes.

**Assim como nos 3MP, a teoria sociointeracionista de Vygotsky ressalta a importância de resgatar e aproveitar o entendimento que o aluno tem sobre determinada problemática**

### 3. A proposta

Com o objetivo de desenvolver os conceitos de reações nucleares na disciplina de física na educação básica, em consonância com a teoria sociointeracionista e baseada nos 3MP, as atividades propostas para a sequência didática estão sistematizadas no [Quadro 1](#).

Inicialmente deve-se realizar uma contextualização dos conceitos compreendendo o posicionamento dos estudantes diante da situação de estudo. Em seguida, faz-se uma sistematização do conhecimento através das etapas da significação conceitual e, por fim, uma análise da compreensão sobre os conceitos iniciais e suas extrapolações para os demais contextos. A seguir, detalhamos os 3MP da nossa proposta.

#### 3.1. Problematização inicial

O primeiro momento conta com a apresentação de três vídeos aos estudantes: o primeiro, acerca da bomba que foi lançada sobre Hiroshima<sup>1</sup>; o segundo, sobre a bomba de hidrogênio<sup>2</sup>; e o último, sobre a *Tsar Bomb*<sup>3</sup>, a maior bomba de teste já utilizada no mundo. Após assistirem aos vídeos, o professor deve indagar aos alunos sobre a origem da energia dessas explosões. Em seguida, novas situações-problemas são apresentadas à classe: a) Em quais condições é possível alcançar energias tão

Quadro 1: Síntese das atividades propostas.

Etapas	Aulas	Atividades
Problematização inicial	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação de vídeos e contextualização inicial sobre as reações nucleares;</li> <li>• Levantamento dos conhecimentos iniciais dos alunos e discussão em grupo;</li> <li>• Construção coletiva de uma nuvem de palavras.</li> </ul>
Organização do conhecimento	4	<p>a) <i>Problematização:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inserção das palavras representativas dos conceitos através de novos vídeos;</li> <li>• Aula expositiva e dialogada sobre as reações nucleares.</li> </ul> <p>b) <i>Primeira elaboração:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprofundamento de conceitos através da simulação do <i>Phet</i>.</li> </ul> <p>c) <i>Função da elaboração e compreensão conceitual:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação da nova problemática e separação dos grupos para realização do debate;</li> <li>• Pesquisas;</li> <li>• Realização dos debates.</li> </ul>
Aplicação do conhecimento	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Considerações sobre o debate;</li> <li>• Mediação do professor entre os conceitos científicos e concepções apresentadas pelos estudantes;</li> <li>• Separação dos alunos em grupo menores para construção de um mapa conceitual;</li> <li>• Discussão e socialização dos mapas.</li> </ul>

altas? b) De onde vem a bomba usada nas guerras? Como ela foi construída? c) E no caso da bomba de hidrogênio? Como ela é construída? d) A energia dessas duas explosões provém da mesma causa?

Todas estas questões/situações deverão ser discutidas em um grande grupo, sob a mediação do professor. Muenchen [11] salienta que as perguntas feitas pelo professor devem abrir espaço para a voz do aluno, pois a problematização consiste no exercício da curiosidade e da inquietação pelo saber, instituindo o diálogo que respeite as diferentes concepções de mundo e estimulem a visão crítica acerca da realidade vivenciada. Os alunos deverão anotar em seus cadernos as respectivas respostas para as situações-problemas levantadas durante a sequência didática. A utilização desta estratégia objetiva significar as linguagens que se tornarão uma discussão conceitual, pois, o problema que será explorado tem relação com conceitos já estruturados e com os estruturadores para uma nova compreensão da situação de estudo. Neste momento será possível identificar o Nível de Desenvolvimento Real (NDR), apresentado por Vygotsky [12] como o conjunto de atividades a que os estudantes atribuem um significado por meio dos elementos já formalizados na sua estrutura cognitiva e que podem ser tratados por sua linguagem intrapessoal, ou seja, aquilo que os estudantes conseguem fazer sozinhos.

No intuito de reconhecer a aprendizagem referente aos conceitos estudados na aula, propomos a mediação com os estudantes, para a criação de uma

nuvem de palavras, através do site *Mentimeter*<sup>4</sup>, que possibilita aos estudantes inserir, de forma on-line, as palavras que consideram essenciais sobre a temática da aula, podendo utilizar um computador ou um aparelho celular.

### 3.2. Organização do conhecimento

Partindo das discussões do momento anterior e organizando o segundo momento pedagógico de acordo com as etapas da significação conceitual de Vygotsky [6], temos a seguinte proposta:

a) *Problematização:* Nesta etapa os alunos são questionados sobre os conceitos científicos que fundamentam a situação de estudo. Eles têm o primeiro contato com as palavras representativas do conceito, portanto sugerimos atividades em que as palavras e os conceitos que serão significados apareçam para além da abordagem dos conceitos realizada no primeiro momento pedagógico [13]. Sendo assim, propomos que novos vídeos sejam exibidos aos alunos: um deles sobre o alcance da energia da fusão nuclear como energia renovável<sup>5</sup> e o outro sobre bombas atômicas e armas nucleares<sup>6</sup>; acompanhados de uma aula expositiva e dialogada, discutindo os conceitos de reação nuclear, bem como fusão e fissão. De acordo com Vygotsky [6], o professor deve estabelecer uma relação entre os conceitos científicos e os espontâneos, atuando na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) do aluno, definida como a distância entre o NDR – o que ele é capaz de resol-

ver sozinho – e o seu nível de desenvolvimento potencial (NDP) – o que ele é capaz de resolver com a colaboração de parceiros mais experientes.

b) *Primeira elaboração:* Buscando aprofundar os conceitos trabalhados na etapa anterior com relação às reações nucleares e aos processos de fissão e fusão, sugerimos o uso do simulador do *Phet* sobre Fissão Nuclear<sup>7</sup>, visualizando o processo em um núcleo, uma reação em cadeia e no reator nuclear. Inicialmente, podemos observar a fissão em um núcleo de urânio-235, em que um nêutron é disparado contra ele. Quando o núcleo absorve o nêutron, observa-se um aumento na sua energia, deixando-o ainda mais instável e, então, o núcleo sofre fissão, se transformando em dois núcleos-filhos e liberando três nêutrons. Na parte da reação em cadeia, é possível fazer diversas combinações e são disponibilizados núcleos de urânio-235 e urânio-238. Quando um nêutron é disparado em um núcleo de urânio-238, ele apenas absorve o nêutron e não ocorre nenhuma reação. Porém, quando um nêutron é disparado contra um núcleo de urânio-235, ele se fissiona em dois núcleos-filhos e libera outros três nêutrons, que são absorvidos por outros três núcleos que também se fissionam e liberam outros três neutros, dando continuidade à reação em cadeia, que permanece até que todos os núcleos de urânio-235 sejam fissionados. Com relação à simulação do

reator nuclear, podemos explorar seu funcionamento e analisar durante os disparos de nêutrons, as informações de temperatura e a energia produzida por segundo. Quando um nêutron é disparado sem retirar as barras controladoras do reator, pode-se observar que a reação cessa em alguns instantes, pois os nêutrons que dão continuidade à reação em cadeia são absorvidos pelas barras. Entretanto, quando as barras são retiradas, a reação em cadeia continua. Assim, é possível controlar a reação subindo ou descendo as barras de controle. Esperamos que com essa atividade o aluno seja capaz de compreender de que maneira as reações nucleares ocorrem e de quais condições dependem o seu acontecimento, diferenciando os processos de fissão e fusão e agregando significado aos conceitos científicos discutidos.

- c) Função da elaboração e compreensão conceitual: Após finalizar a atividade anterior, o professor, no intuito de generalizar o conceito, deverá questionar os alunos sobre as vantagens e as desvantagens das reações nucleares. Neste momento, a turma será dividida em dois grupos para realizarem um debate na próxima aula. Um grupo ficará responsável por argumentar e defender as vantagens das reações nucleares, enquanto o outro se encarregará das desvantagens. No restante dessa aula, o laboratório de informática será disponibilizado para que os alunos façam suas pesquisas e, caso a escola não tenha um, sugere-se que eles utilizem seus aparelhos celulares. Eles deverão pesquisar e/ou verificar suas respostas e seus argumentos acerca das situações-problemas iniciais, assim como as demais levantadas nas aulas subsequentes. Assim, com o uso de diferentes ferramentas e signos, a situação de estudo é apresentada em

outros contextos, evoluindo em seu significado e atingindo novos níveis de abstração.

Após verificarem os conhecimentos e realizarem pesquisas extraclasse oportunizadas no momento destinado às pesquisas no laboratório de informática, a última aula da Organização do Conhecimento é reservada ao debate sobre a questão lançada: “Quais são as vantagens e as desvantagens das reações nucleares?”. A produção de um debate proporciona uma observação muito rica, em que o professor pode se pôr na condição de observador/mediador e identificar a concepção de cada estudante sobre os conhecimentos construídos até então. Pode, ainda, perceber se o educando tem subsídios suficientes para se posicionar de forma crítica com relação à situação de estudo discutida. Espera-se que todos os alunos participem e contribuam com a atividade, além de utilizarem conhecimentos científicos para as suas argumentações. Dessa maneira, um debate proporciona a troca de saberes entre eles e a prática da linguagem para alcançar a formação de conceitos, valorizando o “aprender com o outro”.

Em resumo, este momento da sequência extrapola o contexto inicial, objetivando a significação conceitual, visto que a recontextualização e a significação do conhecimento científico são o produto da ação pedagógica. Com base nele, o conceito inicial e nos novos podem ser analisados e compreendidos em nível mais elevado e com tomada de consciência [7].

### 3.3. Aplicação do conhecimento

Partindo da premissa de que novos conceitos físicos tenham sido encontrados pelos alunos através de suas pes-

quisas e no decorrer dos debates, o professor, como adulto conhecedor do procedimento metodológico, deve mediar a construção do conhecimento dos estudantes, questionando-os e utilizando estratégias que aproximem os conceitos científicos do NDP do aluno.

Em seguida, eles deverão se reunir em pequenos grupos e retomando a problematização inicial e a nuvem de palavras construída pela turma, construir um mapa conceitual. O professor deve revisar com os alunos como um mapa conceitual é construído, chamando a atenção deles para as característi-

cas dessa ferramenta de organização e representação do conhecimento: o contexto central, os conceitos-chave, os termos de ligação e os exemplos. Também se faz necessário refletir sobre as palavras presentes na nuvem de ideias, questionando-os sobre quais delas permanecem e quais ainda precisam ser incluídas. Segundo Novak e Cañas [14], o mapa deve obedecer a uma organização hierárquica, partindo do conceito mais inclusivo/geral para o mais específico, interligando-os por linhas que contêm palavras ou frases de ligação. Essas ligações também podem ser cruzadas, relacionando conceitos de diferentes segmentos; além disso, exemplos específicos ou objetos podem ser apresentados para auxiliar no entendimento desses conceitos.

Por fim, os mapas produzidos serão trocados entre os grupos para que sejam feitas comparações e sugestões. Essa comparação deve ser qualitativa, buscando aspectos que envolvam concepções alternativas dos alunos e conceitos científicos. Após as discussões, o professor poderá fazer suas últimas considerações sobre os conceitos de fissão e de fusão nuclear, abordando também a aplicação dessas formas de ener-

**Com o uso de diferentes ferramentas e signos, a situação de estudo é apresentada em outros contextos, evoluindo em seu significado e atingindo novos níveis de abstração**

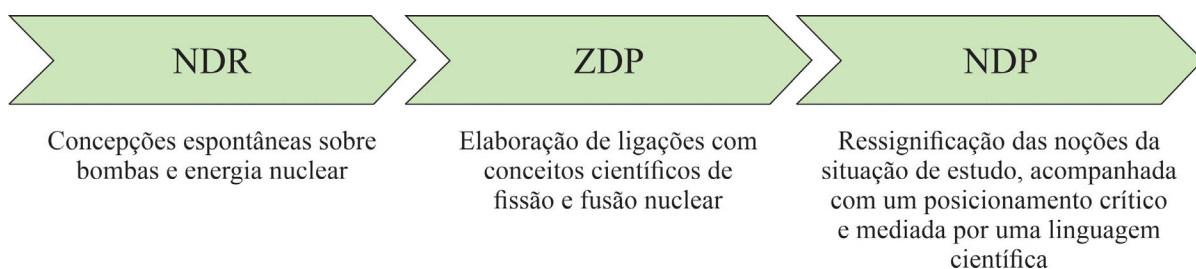


Figura 1 - Configuração das etapas esperadas ao final da sequência.

gia e destacando as vantagens e as desvantagens que já foram pesquisadas e apresentadas pelos alunos em seus mapas.

Esta atividade procura ressignificar as definições de fissão e de fusão nuclear no entendimento dos alunos e verificar se, de fato, houve uma apropriação desses conceitos. Assim, podemos alterar os elementos de NDR e ZDP e chegar ao NDP. Logo, a ZDP, juntamente com o NDR e o NDP, estão em transformação constante, pois o que o sujeito faz hoje com a ajuda de alguém, poderá muito em breve, fazer por si só [15]. Estas etapas, sucedidas linearmente e reconfiguradas a partir da interação entre o meio e o sujeito, são apresentadas na Fig. 1.

Dessa forma, espera-se que, ao término da sequência didática, o conjunto de atividades a que os estudantes atribuem significado por meio dos elementos já formalizados na sua estrutura cognitiva e que podem ser tratados por sua linguagem intrapessoal (NDR) passe pela ZDP e componha as atividades em que o sujeito tenha condições de realizar com a ajuda do outro (NDP) e no futuro de forma independente [12]. Com a formação de um pensamento conceitual, os alunos terão condições para compreender outras situações além das

apresentadas durante a situação de estudo. No entendimento de Schroeder [16], esse pensamento possibilitará libertar o estudante de seu contexto perceptual imediato, indicando uma relação com o novo nível de entendimento, ou seja, um nível de desenvolvimento potencial.

#### 4. Conclusão

Neste trabalho, apresentamos uma sequência de atividades guiadas metodologicamente pelos 3MP, dialogando com a teoria de Vygotsky e o processo de significação conceitual. Também apresentamos propostas didático-pedagógicas que possam fomentar futuras ações de professores de física da educação básica. As etapas de problematização inicial, de construção do conhecimento e de aplicação do conhecimento foram estruturadas de forma a garantir os indícios formativos propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco [3], bem como inserir ações e mediações da corrente sociointeracionista.

Sendo assim, a situação de estudo é centrada em discussões no processo de significação conceitual, com etapas que visam alcançar este propósito. A interação tem papel principal durante toda a

sequência: em todas as etapas, ela permite analisar o nível de aprofundamento na situação de estudo e corroborar para que o próximo nível seja desenvolvido e ressignificado, mapeando as capacidades e os limites dos sujeitos que vivenciaram a mesma sequência de aprendizagem.

Para trabalhos posteriores, propõe-se a aplicação e a análise da sequência proposta, refletindo não apenas sobre a sua contribuição para um ensino contextualizado, interativo e modificador dos níveis de entendimento dos estudantes, mas também acerca da evolução/transição dos conhecimentos iniciais em conhecimentos científicos. Busca-se também refletir sobre a mediação do professor e a contribuição de sua prática pedagógica para a construção, organização e aplicação dos conhecimentos, além de analisar a forma com que o aluno participa e interage com as situações-problemas e o debate e a produção do mapa conceitual, evidenciando indícios do desenvolvimento na sua ZDP e no pensamento conceitual.

Recebido em: 15 de Dezembro de 2020  
Aceito em: 28 de Fevereiro de 2022

#### Notas

- <sup>1</sup>Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=3wxWNAM8Cso>. Acesso em: 29 out. 2020.
- <sup>2</sup>Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=s5JXr8qj5A>. Acesso em: 29 out. 2020.
- <sup>3</sup>Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=KMuvO6DUMKo>. Acesso em: 29 out. 2020.
- <sup>4</sup>Disponível em: <https://www.mentimeter.com/>. Acesso em: 27 out. 2020.
- <sup>5</sup>Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=p33QWgIImRQ>. Acesso em: 25 out. 2020.
- <sup>6</sup>Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=J9SAZ314yNg>. Acesso em: 25 out. 2020.
- <sup>7</sup>Disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/nuclear-fission](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/nuclear-fission). Acesso em: 11 out. 2020.

#### Referências

- [1] H. Bonadiman, S.E.B. Nonenmacher, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **24**, 2 (2007).
- [2] Brasil, *PCNs+: Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio* (MEC/SEMTEC, Brasília, 2002).
- [3] D. Delizoicov, J.A. Angotti, M.M. Pernambuco, *Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos* (Cortez, São Paulo, 2002).
- [4] L.S. Vygotsky, *Pensamento e Linguagem* (Martins Fontes, São Paulo, 1991), 3<sup>rd</sup> ed.
- [5] D.D.S. Bonfim, W. Jr. Nascimento, *Ensino & Pesquisa* **16**, 3 (2018).
- [6] L.S. Vygotsky, *A Construção do Pensamento e da Linguagem* (Martins Fontes, São Paulo, 2001).
- [7] S.T. Gehlen, O.A. Maldaner, D. Delizoicov, *Ciência & Educação* **18**, 1 (2012).
- [8] C. Muenchen, D. Delizoicov, *Ciência & Educação* **20**, 3 (2014).
- [9] S.T. Gehlen, *A Função do Problema no Processo Ensino-Aprendizagem de Ciências: Contribuições de Freire e Vygotsky*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.
- [10] O.A. Maldaner, in *Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil: Alguns Recortes* (Escrituras, São Paulo, 2007).
- [11] C. Muenchen, *A Disseminação dos Três Momentos Pedagógicos: Um Estudo Sobre Práticas Docentes na Região de Santa Maria/RS*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, 2010.
- [12] L.S. Vygotsky, *A Formação Social da Mente* (Martins Fontes, São Paulo, 2007).
- [13] J.C. Miguel, H.P.S. Correa, S.T. Gehlen, *Experiências em Ensino de Ciências* **9**, 2 (2014).
- [14] J.D. Novak, A. J. Cañas, *ANAS, Práxis Educativa* **5**, 1 (2010).
- [15] V.H. Bessa, *Teorias da Aprendizagem* (IESDE Brasil, Curitiba, 2008).
- [16] E. Schroeder, *Teoria Histórico-Cultural do Desenvolvimento Como Referencial Para Análise de um Processo de Ensino: A Construção dos Conceitos Científicos em Aulas de Ciências no Estudo da Sexualidade Humana*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.