

## SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOB A PERSPECTIVA DA TMC BASEADA EM UEPS: UMA ESTRATÉGIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DO MODELO DO ÁTOMO DE BOHR NO ENSINO FUNDAMENTAL

*TEACHING SEQUENCE FROM THE PERSPECTIVE OF TMC BASED ON UEPS: A  
TEACHING STRATEGY FOR TEACHING THE BOHR ATOM MODEL IN  
SECONDARY SCHOOL*

Savana dos Anjos Freitas Donadello<sup>1</sup>  
Agostinho Serrano de Andrade Neto<sup>2</sup>

### Resumo

Com a evolução da sociedade, a educação acaba tendo a necessidade de acompanhar e buscar novas estratégias de ensino que auxilie professores e alunos no ensino-aprendizado de Ciências. Por conseguinte, este artigo tem como objetivo contribuir com a educação em Ciências no Ensino Fundamental por meio da apresentação de sequências didáticas sob a perspectiva da Teoria da Mediação Cognitiva baseada em Unidades de Ensino Potencialmente Significativas que foram criadas e aplicadas durante uma pesquisa de mestrado, após a observação dos alunos no decorrer das aulas. Portanto, este artigo trará aspectos essenciais da Teoria da Mediação Cognitiva e das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas, que inspiraram a criação dessa sequência didática e, posteriormente, três exemplos distintos tendo como tema central o modelo do átomo de Bohr, conteúdo desenvolvido no 9º ano do Ensino Fundamental, e que pode ser utilizado e modificado conforme a disciplina, nível de ensino e contexto da escola.

**Palavras-chave:** Sequência didática; TMC; UEPS; Ensino de Ciências; Ensino Fundamental.

### Abstract

With the evolution of society, education ends up having the need to follow and seek new teaching strategies that help teachers and students in the teaching-learning of Science. Therefore, this article aims to contribute to Science education in Elementary School through the presentation of didactic sequences from the perspective of the Cognitive Mediation Theory based on potentially significant teaching studies, which were created and implemented under a significant perspective of Mediation Theory. observation of students during the classes. Therefore, these articles presented here

<sup>1</sup> Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática (2019) pela Universidade Luterana do Brasil.

<sup>2</sup> Doutorado em Física pela Universidade de São Paulo (1999) e Professor Adjunto da Universidade Luterana do Brasil.

are essential aspects of the Theory of Cognitive Mediation and of the Potentially Significant Teaching Units, which inspired the creation of this didactic sequence and, later, three distinct concepts as a central theme or model of the Bohr atom, developed in the 9<sup>th</sup> grade. of Elementary School, and which can be used and modified according to the subject, context and school level.

**Keywords:** Didactic sequence; TCM; PSTU; Science Teaching; Secondary School.

## **Introdução**

A partir do século XX, período da história marcado por diversos avanços tecnológicos e científicos, muitas mudanças aconteceram na sociedade, inclusive na educação. Escolas e professores tiveram a necessidade de refletir suas ações diante da nova realidade nas vidas das pessoas, elaborando estratégias que tivessem de acordo com os novos tempos e com as novas demandas advindas da modernidade (MORELATTI et al., 2014).

Para Machado, Silva e Dutra (2018), muitas modificações sociais ocorreram com a chegada da modernidade, assim como para a área educacional. Para esses autores, os surgimentos de novas estratégias pedagógicas sustentam essa mudança de paradigma, pois assim como a sociedade se modifica e evolui, a educação conseqüentemente acompanha e sente a necessidade de se reinventar e seguir juntamente com as mudanças da sociedade.

Em decorrência dessas mudanças, o professor se viu diante da responsabilidade de se reinventar e buscar novos meios de ensino. Conforme Morelatti et al. (2014), além de ampliar as perspectivas “da ação educativa no sentido do desenvolvimento do ser humano plural, mais do que nunca é necessário assumir o desafio de ensinar, superando os modelos transmissivos e centralizadores.” (MORELATTI et al., 2014, p. 640).

Segundo Leão, Dutra e Alves (2018), por mais que se tenha essa necessidade apresentada com as mudanças ocorridas na sociedade de se elaborar novas estratégias de ensino, nem sempre os professores conseguem articular os conceitos científicos com novas didáticas de ensino que possam favorecer e potencializar a aprendizagem dos alunos. Os conteúdos de Ciências são vistos por muitos alunos como algo abstrato, complexo e, conseqüentemente, algo desmotivador. Logo, uma das maneiras de propiciar a estes alunos outra visão das Ciências, e não essa sem motivação, seria o uso de estratégias de ensino diferentes do habitual.

Calheiro e Garcia (2014) acreditam que uma maneira de desenvolver com os alunos temas contemporâneos, como a Física Moderna, na Educação Básica, seria por meio de sequências didáticas, mais especificamente, por meio das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), sendo essa uma alternativa para auxiliar o ensino-aprendizagem de conteúdos relacionados à Física de Partículas, por exemplo.

Mesmo com algumas mudanças na sociedade e na educação, no que diz respeito ao ensino de Ciências em geral, e ao de Física, não tem havido muitas mudanças em sua forma de ensinar, seja pela carência de laboratórios, falta de tempo ou pela escassez de licenciados nessa área. Isso leva a um ensino tradicional com conteúdos desenvolvidos por meio de exercícios e exposição teórica, isto é, sem atenção ao processo de construção do conhecimento de maneira geral (CALHEIRO; GARCIA, 2014).

Para romper com isso, uma alternativa é o uso de sequências didáticas no ensino de Ciências, pois a partir dessa estratégia de ensino podem ser utilizadas, intercaladamente, distintas estratégias e recursos didáticos, como “aulas expositivas, demonstrações, sessões de questionamento, solução de problemas, experimentos em laboratório, jogos de simulação, atividades, textos, dinâmicas, fóruns e debates, entre outros.” (PEREIRA; PIRES, 2012, p. 386).

De acordo com Brum e Schumacher (2014), para que seja possível oportunizar uma aprendizagem significativa por meio de uma sequência didática, é importante explorar as ideias prévias que os alunos possuem. Além disso, é necessário utilizar a sequência didática como forma de proporcionar a aprendizagem significativa mediante o uso de materiais potencialmente significativos.

Sendo assim, diante da importância do uso de novas estratégias de ensino, o presente trabalho tem como objetivo apresentar uma estratégia didática que terá como objetivo auxiliar professores e alunos no ensino de Ciências em todos os níveis de ensino, principalmente no Ensino Fundamental. A estratégia didática foi elaborada mediante uma sequência didática criada a partir das observações realizadas durante uma pesquisa de mestrado entre 2017 e 2019 e fundamentada na Teoria da Mediação Cognitiva (TMC) e na metodologia didática das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS).

Para compreender como a TMC e as UEPS inspiraram e estão presentes na criação dessa estratégia didática serão expostos os principais aspectos desses

pressupostos. Posteriormente, serão apresentadas três distintas sequências didáticas com o tema do átomo de Bohr. Contudo, destaca-se que a partir delas os docentes podem criar suas próprias sequências didáticas, conforme o contexto, a disciplina e a realidade da turma.

### **Aporte teórico**

Nesta seção será explanado, primeiramente, sobre a Teoria da Mediação Cognitiva (TMC), por conseguinte, as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas e, por fim, a Sequência didática sob a perspectiva da TMC baseada em UEPS. A TMC apresentará seus principais conceitos – objeto, processamento interno, mecanismos internos e mecanismo externos – e as quatro mediações que instigaram a elaboração da sequência didática, sendo elas: psicofísica, cultural, social e hipercultural.

Logo, será explanado sobre como é elaborado uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, explorando seu objetivo e as devidas etapas que a constitui. Enfim, a Sequência didática sob a perspectiva da TMC baseada em UEPS é apresentada expondo sua origem, objetivo, conceito e, detalhadamente, cada etapa de seu processo.

### **Teoria da mediação cognitiva**

Atualmente a sociedade está vivendo momentos de inúmeras transformações, adaptações e reinvenções. A chamada Era Industrial passou e a Era da Digital está cada vez mais presente e de maneira essencial para a humanidade. Vivenciamos hoje a utilização de *smartphones*, *tablets*, *notebooks* e demais dispositivos eletrônicos diariamente e de forma comumente (PIEPER, 2019). Ademais, diante da atual realidade que vivenciamos da pandemia (Covid-19) o *home office* e as aulas remotas se tornaram algo natural, as melhores opções para trabalho e ensino, influenciando ainda mais o uso das tecnologias em nossas vidas. Conforme Souza (2004, p. 85),

[...] na atual Revolução Digital, testemunha-se a emergência de uma Hiper cultura, onde os mecanismos externos de mediação passam a incluir os dispositivos computacionais e seus impactos culturais, enquanto os mecanismos internos incluem as competências necessárias para o uso eficaz de tais mecanismos externos. Em termos de impactos observáveis, isso significa que todas as habilidades, competências, conceitos, modos de agir, funcionalidade e mudanças culturais ligadas ao uso de computadores e da Internet constituem um conjunto de fatores que difere substancialmente daquilo que tradicionalmente se percebe como cultura.

Segundo Rocha (2015), com o desenvolvimento da tecnologia, houve a necessidade de envolver um novo padrão de desempenho psicológico e social que a TMC intitula como “hipercultura”. A mediação hipercultural constituiria o resultado da influência mútua com os mecanismos externos de mediação. Já os mecanismos internos, na estrutura cognitiva do sujeito, significariam o uso efetivo dos mecanismos externos.

Por meio da chamada Revolução Digital, na qual houve uma mudança no pensamento dessa nova geração, Souza (2004) apresenta a TMC em sua tese de doutorado. Sendo uma teoria contextualista e construtivista, a TMC tem como base, conforme Asfora (2015), a síntese unificada das teorias de Jean Piaget (desenvolvimento construtivista e equilíbrio), a Teoria dos Campos Conceituais, de Gérard Vergnaud (teorema em ação, conceito, esquema e competência), o Socioconstrutivismo, de Lev Semenovitch Vygotsky (internalização de sistemas socioculturais, Zona de Desenvolvimento Proximal) e a Teoria Triárquica da Inteligência, de Robert J. Sternberg (processamento modular de informação). De acordo com Souza et al. (2012), a TMC é fundamentada em cinco princípios relativos à cognição humana e sobre o processamento de dados:

[...] I) A espécie humana tem como maior vantagem evolutiva a capacidade de gerar, armazenar, recuperar, manipular e aplicar o conhecimento de várias maneiras; II) Cognição humana é efetivamente o resultado de algum tipo de processamento de informação; III) Sozinho, o cérebro humano constitui um finito e, em última instância, insatisfatório, recurso de processamento de informação; IV) Praticamente qualquer sistema físico organizado é capaz de executar operações lógicas em algum grau; V) Seres humanos complementam o processamento da informação cerebral por interação com os sistemas físicos externos organizados. (SOUZA et al., 2012, p. 2, tradução nossa).

Fundamentado a partir dessas cinco premissas obtém-se uma imagem da cognição humana. Essa imagem mostra que os indivíduos aperfeiçoam e empregam o conhecimento mediante o processamento de informações, o qual é efetuado no cérebro. Essa aptidão de processamento de informações é limitada e insatisfatória, mas a humanidade ultrapassou tais limites e atualmente percebe-se que a expansão da capacidade cognitiva dos seres humanos ocorre por meio de alguma maneira de processamento extracerebral de informações (SOUZA et al., 2012).

Enfim, podemos assegurar pela perspectiva da TMC que a cognição humana é o resultado do processamento de informações, no qual uma parte é executada fora do cérebro, o que é de extrema relevância, pois o órgão é limitado para processar todas as informações que estão à disposição (RAMOS; SERRANO, 2013).

Assim, empregamos o processamento externo por meio da interação com estruturas do ambiente para ampliar nossa própria capacidade de processamento de informações. Isto é, por meio de mediações e do processamento extracerebral de informações, como mecanismos que fornecem para o processamento cognitivo, que a TMC traz esse conjunto de conceitos dentro de sua fundamentação teórica (TREVISAN; SERRANO, 2016).

Mas, o que é mediação dentro da perspectiva da TMC? Para Vygotsky, é o processo pelo qual os seres humanos empregam estruturas externas para completar o processamento de informações realizado por seu cérebro orgânico (cognição extracerebral) e pode ser descrito como tendo os seguintes elementos, segundo Souza et al. (2012):

- Objeto: o item físico, conceito abstrato, problema, situação e/ou relação em que o indivíduo está tentando construir o conhecimento;
- Processamento Interno: a atividade cerebral fisiológica (sináptica, neural e endócrina) que executa as operações lógicas básicas do indivíduo;
- Mecanismos internos: estrutura mental que gerencia algoritmos, códigos e dados que permitem a conexão, a interação e a integração entre o processamento interno do cérebro e o processamento extracerebral feito pelas estruturas no ambiente, funcionando como um “*driver* de *hardware*” e um “protocolo de rede”;
- Mecanismos externos: podem ser de vários tipos e capacidades, variando de objetos físicos simples (dedos, pedras), a indivíduos e

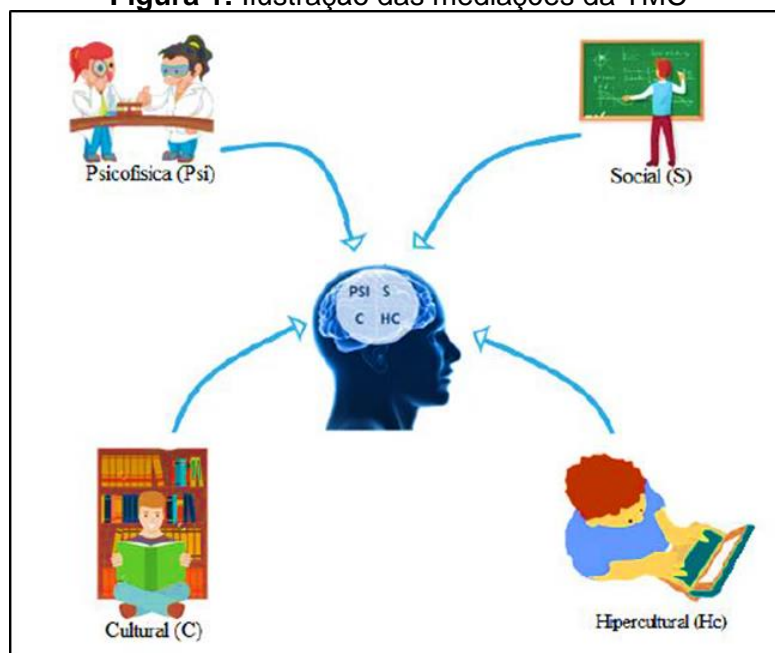
grupos com atividades sociais complexas, sistemas simbólicos e ferramentas/artefatos.

O conjunto de mecanismos internos de um sujeito é um aspecto fundamental da mediação cognitiva. Sendo assim, estruturas externas são dispositivos auxiliares de processamento de informações, entretanto trabalham como “máquinas virtuais” internas que proveem novas funções cognitivas (ferramentas lógicas, técnicas e estratégias).

Os mecanismos internos são construídos em contato com as estruturas externas, para processar *inputs* e *outputs* que naturalmente ocorrem ao se manipular a estrutura externa (como uma simulação, por exemplo). A chave para se compreender o aprendizado, segundo a TMC, é que essas estruturas internas (que podem tomar a forma de imagens mentais) permanecem na estrutura cognitiva do indivíduo mesmo após cessado o contato com o dispositivo ou com a estrutura externa.

Conforme a TMC, podem-se agrupar todas as formas como se estabelecem as mediações com estas estruturas externas em quatro grandes grupos ou níveis de mediação: a psicofísica, a social, a cultural e a hipercultural. Esses quatro níveis de mediação serão apresentados a seguir (Figura 1).

**Figura 1:** Ilustração das mediações da TMC



Fonte: Freitas e Serrano (2019)

Segundo Meggiolaro (2019), a mediação psicofísica é caracterizada pela interação com os objetos inanimados e considerada como instintiva, sendo essa a base da mediação, uma vez que o ser humano está sempre recebendo estímulos do ambiente no qual ele se depara. Souza (2004) traz exemplos pertinentes em sua tese sobre a mediação psicofísica, como a identificação de tons claros em um local escuro ou vice-versa e elucidar a comparação que pode haver a partir da memória. Essas questões apenas são possíveis quando se emprega pressupostos não expressos, porém diretamente verificáveis, tal como a uniformidade da iluminação (SOUZA, 2004). O emprego de ecos para a audição de sons afastados ou de baixa intensidade, da percepção de aromas a distância, da vibração do solo em detectar a presença de determinados animais, são exemplos referidos por Souza (2004).

Para a mediação social, pode-se realçar que ao conduzirmos diferentes indivíduos no mesmo ambiente inevitavelmente acontecerá determinada interação entre eles. Os seres humanos são uma espécie que vive em grupos, o que ocasiona padrões e comportamentos análogos entre eles, interações estas que podem vir a ser diretas ou indiretas entre os membros do grupo.

Portanto, a percepção individual do ambiente pelo sujeito se torna única, contudo, segue com a perspectiva de um indivíduo ao utilizar suas percepções das demais pessoas do grupo. Assim, as vantagens cognitivas da interação em grupo “logo deixam evidente para os sujeitos envolvidos que certos objetos contribuem mais para a sua sobrevivência e bem-estar do que outros, particularmente os objetos que são seus colegas de espécie.” (SOUZA, 2004, p. 75). Por isso, há uma capacidade espontânea da parte dos membros de uma aglomeração a prosperar esse tipo de experiência. Dessa maneira, o convívio social de determinado grupo colabora com a geração ou a mudança de *drivers* sociais, contribuindo para o desenvolvimento cognitivo dos sujeitos desse grupo.

A mediação cultural diz respeito ao uso da linguagem, escrita ou de imagens, e seus desdobramentos. Ao convivermos em grupos, em consequência desse convívio social, elaboram-se meios para se comunicar e se compreender. As placas de trânsito, por exemplo, foram criadas para ajudar motoristas em suas viagens por meio da utilização de símbolos. Na forma como escrevemos atualmente, por aplicativos de mensagens, muitas vezes empregamos *emoji* em nossas escritas. Esses símbolos acabam simbolizando sentimentos, avisos, frases completas ou apenas palavras (FREITAS, 2019).



A mediação hipercultural é fundamentada na utilização de ferramentas tecnológicas responsáveis por processamentos externos de informação, referindo-os com os mecanismos internos de processamento e, sendo assim, transformando a estrutura cognitiva do indivíduo (TREVISAN, 2016).

### **UEPS: unidades de ensino potencialmente significativas**

Uma UEPS é uma sequência didática fundamentada em teorias de aprendizagem, em especial, a teoria da aprendizagem significativa, de David Ausubel. Uma UEPS tem o intuito de contribuir para melhorar e modificar uma situação em que se encontra atualmente. A aprendizagem mecânica, realizada por meio da memorização de conteúdos, ainda se faz presente nas salas de aulas, não oportunizando aos alunos uma aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011).

Conforme Moreira (2011), o objetivo dessa sequência didática é desenvolver “unidades de ensino potencialmente facilitadoras da aprendizagem significativa de tópicos específicos de conhecimento declarativo e/ou procedimental.” A seguir mencionamos alguns princípios que acreditamos que são importantes e que posteriormente utilizamos em nossa pesquisa, e que foram relacionados pelo autor da UEPS como sendo essenciais à construção e aplicação dessa sequência didática.

- Conhecimento prévio é a variável com maior potencial de promover a aprendizagem significativa;
- Pensamentos, sentimentos e ações podem ser importantes no processo de ensino;
- Organizadores prévios são importantes na conexão entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios;
- Situações-problema dão sentido ao novo conhecimento, despertando a intencionalidade do aluno; é papel do professor promover essas situações-problema;
- Interação social e linguagem são fundamentais na captação de significados.

A elaboração da UEPS é composta por oito aspectos sequenciais (etapas), em que cada etapa e duração desta pode sofrer modificação conforme a proposta do professor, tal como o contexto que a turma está inserida. Posto isso, o primeiro passo

é delimitar o objetivo da sequência didática; após, as etapas da UEPS são implementadas. O primeiro passo da UEPS é determinar o tópico que deverá ser desenvolvido, o que dar-se-á em manifestar-se seus aspectos declarativos e procedimentais. Essa etapa é denominada como a *Situação Inicial*.

Constituída como a segunda etapa, as situações-problema envolvem a criação/proposição de situações, como, por exemplo, o uso de questionário, discussões, mapa conceituais, que proporcionem ao aluno uma oportunidade de externar conhecimento prévio, pois a partir desses conhecimentos é que podem ser utilizados como organizadores prévios.

A terceira etapa, o *aprofundamento de conhecimento*, é trabalhada pelo docente com seus alunos usando a louça, *slides* ou outro recurso didático que esteja à disposição dos professores. Essa etapa é aquela na qual o docente poderá explanar e desenvolver o conceito que deverá ser ensinado na UEPS, porém dando maior ênfase nos conhecimentos prévios do aluno que foram observados nas etapas antecedentes da UEPS.

A *nova situação-problema* permite aos alunos terem contato com uma aula expositiva-dialogada, na qual o docente utilizará, se for pertinente de acordo com o contexto da turma, algumas estratégias para sugerir uma situação-problema que permita aos alunos usar conhecimentos prévios juntamente com os novos conhecimentos explicados na etapa antecedente em situações mais complexas. Moreira (2011) destaca a importância de envolver os alunos em atividades que sejam possíveis em uma interação social, como trabalhos em grupo, na qual possibilitará aos alunos construir seu conhecimento juntos e o professor sendo mediador e não como um transmissor de conhecimento, diferenciando-se de uma aprendizagem mecânica.

A partir da quinta etapa da UEPS, o olhar da sequência didática é direcionado à avaliação, seja para o aluno, seja para a UEPS do início ao fim. A *avaliação somativa individual* pode ser realizada no decorrer da aplicação da UEPS, conforme é realizada, quando são registrados os aspectos que possam ser considerados evidência de aprendizagem significativa. Na finalização da UEPS, ou seja, a sexta etapa, nomeada de *aula expositiva final*, é possível revisar os conceitos desenvolvidos ou aqueles que sejam considerados pelo professor mais importantes ou adequados aos alunos.

A sétima e oitava etapa da UEPS são, na devida ordem, *avaliação da aprendizagem da UEPS* e *avaliação da própria UEPS*. Essas etapas são constituídas

da avaliação da aprendizagem significativa. Sabe-se que para que a aprendizagem não seja mecânica ela deve ser progressiva, quando o domínio de um campo conceitual é identificado como progressivo com base não em comportamentos finais, mas em evidências observadas ao longo da implementação da UEPS. Conforme Moraes, Silva e Cavalcanti (2020), uma aprendizagem é significativa no momento em que os alunos são capazes de conduzir-se de forma racional por meio de informações que foram recebidas e, a partir disso, relacionar-se com os seus conhecimentos prévios.

Para Moreira (2011), o conhecimento prévio é a variável que desempenha uma enorme influência na aprendizagem significativa, e os organizadores prévios são empregados para auxiliar a conexão entre os novos conhecimentos e os conhecimentos prévios do aluno, ao ativarem subsunçores antes da apresentação do novo conteúdo em si.

A nova situação-problema, que foi exposta ao aluno, confere sentido ao novo conhecimento evidenciado na etapa anterior à UEPS. Portanto, a UEPS propicia a aprendizagem significativa crítica, ao incitar a busca por questionamentos em vez da tradicional memorização de conteúdo. A avaliação tal qual sugerida na UEPS coopera para que os alunos tenham a resposta de sua aprendizagem no transcorrer de cada atividade, não somente ao final delas (GRIEBELER, 2012).

Esse método de ensino auxilia os alunos na disposição para aprender, o que, conforme Ausubel, Novak e Hanesian (1980), é essencial para a aprendizagem significativa. Para Rockenback et al. (2020), a utilização dessa estratégia didática pode fomentar a compreensão dos alunos sobre as conexões da sociedade e ciência e, além do mais, motivar os alunos sobre o ensino de Ciências, possibilitando assim ter a chave de um dos fatores mais importantes para uma aprendizagem significativa: o interesse e a curiosidade dos alunos.

### **Sequência didática sob a perspectiva da TMC baseada em UEPS**

A *Sequência didática sob a perspectiva da TMC baseada em UEPS* foi idealizada posteriormente à observação de alguns aspectos relacionados à metodologia utilizada durante a realização do projeto Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) de Física, em uma escola pública, da região metropolitana de Porto Alegre, do Ensino Fundamental.

No decorrer da pesquisa observou-se que os alunos esqueciam os conteúdos facilmente e que se portavam com significativa agitação quando as aulas eram de caráter teórico e sem práticas. A partir dessa observação, elaborou-se uma sequência didática sob a perspectiva da TMC baseada em UEPS sendo esta constituída por quatro etapas sequenciais direcionada para o ensino de Ciências, mais especificamente, nessa situação, para o ensino do modelo do átomo de Bohr para o 9º ano do Ensino Fundamental.

Para Pereira e Pires (2012), é indispensável colocar nas sequências didáticas um caráter investigativo, pois o docente é um pesquisador em potencial e de diferentes situações que são vivenciadas no cotidiano. O docente pode propor situações de aprendizagem fundamentado no diagnóstico diário que é verificado no âmbito da sala de aula. Nesta presente pesquisa, o olhar do pesquisador foi essencial para observar e verificar o ensino-aprendizagem dos alunos, pois, a partir disso, foi possível constatar que era necessária uma nova estratégia de ensino, a qual proporcionasse aos alunos lembrar o que havia ocorrido nas aulas anteriores e serem ativos por meio das atividades durante as aulas.

A presente sequência didática foi baseada nas UEPS, em seus oito passos sequenciais e, principalmente, em alguns princípios discutidos por Moreira (2011). Foram envolvidas atividades que consentiram aos alunos resgatar conteúdos anteriores, pois percebemos que eles esqueciam rapidamente o novo conhecimento aprendido, isto é, de uma semana para outra.

Logo, essa atividade foi também realizada como organizador prévio. Os sentimentos e ações dos alunos eram levados em apreço em todas as situações, como conversas informais no intervalo, nas quais perguntávamos o que pensavam da aula, o que lhes agradava e o que poderia ser alterado (FREITAS, 2019).

A primeira etapa da sequência didática tem como objetivo auxiliar os alunos a lembrar os conceitos estudados anteriormente. Para alcançar esse objetivo, e diante da faixa etária dos alunos, optamos em utilizar atividades as quais denominamos de “*play activities*”<sup>3</sup>, em que, por meio de brincadeiras, é possível ativar organizadores prévios para o aprendizado dos principais conceitos.

---

<sup>3</sup> *Play activities* são atividades baseadas em brincadeiras com o intuito de lembrar aos alunos os conteúdos de aulas passadas, bem como os que seriam abordados na aula, visando instigá-los. Exemplos de *play activities* são: jogo da forca, STOP e quiz.

A segunda etapa se constitui da explicação do conteúdo por meio da utilização de *slides* ou do quadro branco, de acordo com a escolha dos professores. A terceira etapa, à luz da TMC, traz como intuito a elaboração de alguma atividade baseada em uma das quatro mediações da TMC.

Por meio dessa atividade, busca-se explicitar o conceito a ser ensinado conforme uma das mediações. Por fim, a quarta etapa tem como foco verificar, por meio de observações dos professores, entrega de relatórios e participação dos alunos, de que maneira a sequência didática pode contribuir no processo de aprendizagem dos alunos. Assim, para melhor compreensão, o esquema apresentado na Figura 2 esclarece a Sequência didática sob a perspectiva da TMC baseada em UEPS elaborada para aplicação no Ensino Fundamental.

**Figura 2:** Esquema da sequência didática sob a perspectiva da TMC baseada em UEPS



Fonte: Autores (2022)

As atividades foram realizadas sempre em grupo para viabilizar a interação entre os alunos (mediação social) e abrir uma ocasião de se interrogarem no decorrer da aprendizagem, acendendo a troca de conhecimentos e experiências. Na Figura 3 é descrita a Sequência didática sob a perspectiva da TMC baseada em UEPS que foi elaborada no decorrer da pesquisa de mestrado (FREITAS, 2019).

**Figura 3:** Descrição da sequência didática sob a perspectiva da TMC baseada em UEPS

<b>SITUAÇÃO INICIAL</b>	Apresentação de situações mediante <i>play activities</i> , cujo objetivo é fazer com que os alunos recordassem e expressassem os conceitos desenvolvidos na aula anterior.
<b>EXPLANAÇÃO DO CONTEÚDO</b>	Introdução do conceito a ser desenvolvido em aula utilizando slides, quadro negro ou materiais para exemplificação do conteúdo.
<b>ATIVIDADE POR MEIO DAS MEDIAÇÕES DA TMC</b>	Atividades práticas embasadas em uma das quatro mediações da TMC.
<b>AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM E DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA</b>	Uma aula poderá ser desenvolvida com base em algum tipo de atividade individual, com debates, trabalhos após a aula, <i>play activities</i> ou anotações dos professores referentes à participação dos alunos, por exemplo.

Fonte: Autores (2022)

Portanto, apresentam-se as três *Sequências didáticas sob a perspectiva da TMC baseada em UEPS* elaboradas durante uma pesquisa de mestrado (FREITAS, 2019). A primeira apresenta uma introdução sobre como começar a desenvolver com os alunos o conceito de átomo. A segunda aborda as mediações psicofísica e cultural mediante a construção do modelo do átomo de Bohr e do uso de livros didáticos, conseqüentemente. E, por fim, a terceira sequência didática abordando a mediação hipercultural por meio do uso da simulação computacional *The Bohr Atom*.

### Encaminhamento metodológico

O presente trabalho apresenta como produto educacional uma sequência didática para o ensino do modelo do átomo de Bohr para alunos do Ensino Fundamental. Essa sequência didática foi aplicada em uma escola pública municipal da região metropolitana de Porto Alegre, RS.

O surgimento e a elaboração dessa sequência didática ocorreu por meio de uma aplicação de uma pesquisa de mestrado (2017-2019), da qual se originou este artigo. Os alunos participantes tinham entre 13 e 16 anos de idade e eram das turmas do 8º e 9º anos do Ensino Fundamental. A escolha desses alunos aconteceu em razão do subprojeto PIBID de Física trabalhar com esses dois anos e por estarem no final

do nível fundamental. Isto é, todos os alunos que participaram da pesquisa foram convidados a participar das atividades do subprojeto PIBID no turno inverso de suas aulas.

Para alcançar os objetivos propostos da pesquisa, optamos em realizar uma pesquisa de caráter qualitativo, utilizando uma abordagem qualitativa baseada nas pesquisas de Erickson (1986), o qual explicita ainda que a investigação precisa ser extremamente minuciosa e reflexiva. Deve-se observar e descrever eventos cotidianos no cenário do campo. Nesse caso, esses eventos são os que ocorrem na escola, em especial, na sala de aula, pois com o intuito de reconhecer os significados dessas ações no evento é importante ter a noção do ponto de vista dos próprios autores.

Em nossa pesquisa, seguimos as orientações e sugestões dadas por Erickson, buscando observar detalhadamente o contexto da escola, os professores e os alunos, como também as ações que ocorrem nela. Utilizamos diversos meios para a coleta de dados, como trabalhos dos alunos, áudio, vídeo, fotos, registros e o diário de bordo.

Fotos e vídeos curtos são registrados no decorrer da aula e, principalmente, durante a execução das experiências. Alguns trabalhos/relatórios dos alunos foram digitalizados e debatidos pela professora-pesquisadora e os Pibidianos. Mas um dos principais instrumentos de coleta de dados é o diário de bordo dos Pibidianos, o qual contém o registro das aulas em grande detalhe e, de maneira especial, o modo como os alunos participam na aula. Por fim, a entrevista é realizada ao final do projeto seguindo o protocolo *Report Aloud*<sup>4</sup> (TREVISAN; SERRANO, 2016) e a análise de dados mediante a análise gestual de Monaghan e Clement (1999).

Quanto aos aspectos éticos da pesquisa, por se tratar de participantes menores de idade, os responsáveis pelos alunos assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e Termo de autorização de uso de imagem, nome e voz autorizando seus filhos (ou menor sob sua guarda) a participarem da pesquisa. Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisas em Seres Humanos da Universidade Luterana do Brasil, via plataforma Brasil, sob o número CAAE: 73831517.9.0000.5349.

---

<sup>4</sup> Na técnica *Report Aloud* o aluno reporta ao entrevistador o seu processo de pensamento enquanto responde às questões. O aluno resolve as questões e, somente depois de finalizá-las, reporta o seu processo de pensamento.

Portanto, propomos e apresentamos neste artigo três distintas sequências didáticas sobre o modelo do átomo de Bohr para serem aplicadas e/ou servirem como inspiração para professores de Ciências de nível fundamental ou médio.

## Resultados e discussão da aplicação do Produto Educacional

Nesta seção apresentamos três *Sequências didáticas sob a perspectiva da TMC baseada em UEPS*, que foram elaboradas e aplicadas durante uma pesquisa de mestrado (FREITAS, 2019), e, conseqüentemente, a análise e discussão desse produto educacional.

A primeira sequência didática apresenta uma introdução sobre como começar a desenvolver com os alunos o conceito de átomo (Quadro 1). A segunda aborda as mediações psicofísica e cultural (advindas da TMC) mediante a construção do modelo do átomo de Bohr e do uso de livros didáticos conseqüentemente (Quadro 2). Por último, é apresentada uma sequência didática com a utilização de uma simulação computacional do átomo de Bohr (mediação hipercultural oriunda da TMC) (Quadro 3).

**Quadro 1:** Sequência didática I

<b>DO QUE AS COISAS SÃO FEITAS? Introdução ao conceito do átomo de Bohr (I)</b>
<b>Objetivo:</b> Construir o conceito do átomo de Bohr juntamente com os alunos por meio da mediação social.
<b>1. Situação inicial:</b> A aula será iniciada com uma revisão sobre o conceito de luz visível, em que serão utilizados super-heróis e animais para melhor exemplificação da diferenciação relativa do visível e do não visível de acordo com o espectador. Em seguida, ocorrerá uma atividade introdutória chamada de “ <i>Do que são feitas as coisas?</i> ”, a qual poderá ser realizada em dupla ou individualmente e consiste em um sorteio de determinado objeto ou alimento e, a partir disso, o aluno deve procurar expressar com suas palavras do que o determinado objeto é feito. Após a descrição, o aluno deve selecionar um dos componentes e explicar a origem dele. Esse processo irá continuar até que se chegue na ideia do Átomo.
<b>2. Explicação do conteúdo:</b> Nessa etapa será apresentado e definido o conceito do átomo de Bohr, partindo da análise da evolução dos modelos atômicos. Em seguida serão pontuadas as características do átomo de Bohr, juntamente com a apresentação e explicação dos postulados para o modelo de Bohr e com o processo para a emissão de luz (Figura 4).
<b>3. Atividade por meio das mediações da TMC:</b> Assim que apresentadas as características do modelo de Bohr, os alunos deverão classificar as cores emitidas pelo átomo de acordo com a camada na qual ela é gerada por meio de grupos. O desenho irá conter círculos na sequência de cores do espectro de luz visível, partindo do núcleo para as extremidades, que será realizado no quadro. Essa atividade objetiva a ligação de cores a quantidade de energia, na qual os alunos, juntamente com os seus colegas, devem classificar as cores emitidas.
<b>4. Avaliação da aprendizagem e da sequência didática:</b> A avaliação acontecerá por meio da observação dos professores no decorrer das atividades, atentando-se à participação dos alunos.

Fonte: Freitas (2019)



Figura 4: Alunos trabalhando em grupo (mediação social)



Fonte: Freitas (2019)

Quadro 2: Sequência didática II

CONSTRUÇÃO DO MODELO DO ÁTOMO DE BOHR: Elaboração e discussão sobre o modelo de Bohr por meio de livros didáticos – Mediação Psicofísica e mediação cultural (II)
<b>Objetivo:</b> Realizar as explicações do modelo atômico de Bohr utilizando vídeos, um modelo com velcro e o uso com livros didáticos.
<b>1. Situação inicial:</b> Inicialmente será realizado um jogo de perguntas e respostas denominado “Quiz do átomo”, o qual tem como tema o átomo de Bohr. Para a realização do jogo, a turma será dividida em dois grupos, os quais competirão respondendo às perguntas. O Quiz contará com questões de múltipla escolha, verdadeiro ou falso e questões apenas explicativas.
<b>2. Explanação do conteúdo:</b> Seguido do Quiz, serão apresentados dois vídeos curtos com duração média de 17 minutos juntos, os quais tratam sobre questões históricas e físicas relacionadas ao modelo de Bohr. Disponíveis em: < <a href="https://youtu.be/58xkET9F7MY">https://youtu.be/58xkET9F7MY</a> > e < <a href="https://youtu.be/OSkUs7VBII4?t=135">https://youtu.be/OSkUs7VBII4?t=135</a> >.
<b>3. Atividade por meio das mediações da TMC:</b> Nessa etapa, inicialmente será desenvolvido pelos alunos um modelo para explicar o átomo de Bohr que tem como seu principal material o velcro. Esse modelo simples será muito interativo e fácil de se utilizar, tendo os elétrons e o fóton como componentes móveis e o núcleo fixo no centro. Trabalhando com o velcro é possível movimentar os componentes do modelo de forma muito simples, facilitando explicações e sua utilização pelos alunos (Figura 5). A última etapa das explicações consistirá na realização de um trabalho em grupo pelos alunos, no qual quatro grupos receberão, cada um, um diferente livro de ciências. Os alunos terão que apresentar as principais características e tópicos abordados com referência ao átomo de Bohr no livro didático; assim como verificar tópicos relacionados ao modelo de Bohr, mas não mencionados no livro.
<b>4. Avaliação da aprendizagem e da sequência didática:</b> Observações dos professores durante a aula.

Fonte: Freitas (2019)

Figura 5: a) Construção do modelo de Bohr (mediação psicofísica) e b) imagem do livro didático (mediação cultural)



Fonte: Freitas (2019)

**Quadro 3: Sequência didática III**

<b>THE BOHR ATOM: Utilizando uma simulação computacional para aprendizagem do modelo do átomo de Bohr – Mediação Hiper-cultural (III)</b>
<b>Objetivo:</b> Expandir os conhecimentos referentes à absorção e emissão de energia baseados no modelo atômico de Bohr, mediante a interação com um simulador do modelo atômico de Bohr.
<b>1. Situação inicial:</b> Nessa etapa ocorrerá a retomada dos conceitos relacionados ao modelo atômico de Bohr. Essa retomada será realizada primeiramente com a utilização do modelo palpável construído em aula com a ajuda dos alunos; aquele com partes de velcro, para que seja possível manipulá-lo. Em pequenos grupos os alunos terão pequenos desafios a serem executados e perguntas a serem respondidas (Figura 6).
<b>2. Explanação do conteúdo:</b> Em um segundo momento serão apresentados trechos de vídeos ( <a href="https://www.youtube.com/watch?v=DC3yLdHEe7k&amp;t=202s">https://www.youtube.com/watch?v=DC3yLdHEe7k&amp;t=202s</a> e <a href="https://www.youtube.com/watch?v=OSkUs7VBII4&amp;t=291s">https://www.youtube.com/watch?v=OSkUs7VBII4&amp;t=291s</a> ), que apresentam explicações sobre o modelo de Bohr. Em seguida, serão revisados os conceitos de frequência e de comprimento de onda, os mesmos serão utilizados para melhor entendimento do simulador.
<b>3. Atividade por meio das mediações da TMC:</b> Essa etapa será voltada ao uso do simulador ( <a href="https://highered.mheducation.com/olcweb/cgi/pluginpop.cgi?it=swf::800::600::/sites/dl/free/0072482621/59229/Bohr_Nav.swf::The%20Bohr%20Atom">https://highered.mheducation.com/olcweb/cgi/pluginpop.cgi?it=swf::800::600::/sites/dl/free/0072482621/59229/Bohr_Nav.swf::The%20Bohr%20Atom</a> ). Durante esse processo será usado um roteiro experimental pautado na metodologia POE (Predizer – observar – explicar). O roteiro conta com quatro atividades descritas passos a passo, para que os alunos, de forma bem direcionada, utilizem o simulador e obtenham os resultados esperados.
<b>4. Avaliação da aprendizagem e da sequência didática:</b> Ocorrerá por intermédio da análise das respostas presentes nos roteiros utilizados na simulação e evidências apresentadas pelos alunos ao longo da aula.

Fonte: Freitas (2019)

**Figura 6:** a) Alunos em atividade com a simulação computacional e b) simulação computacional The Bohr Atom



Fonte: Freitas (2019)

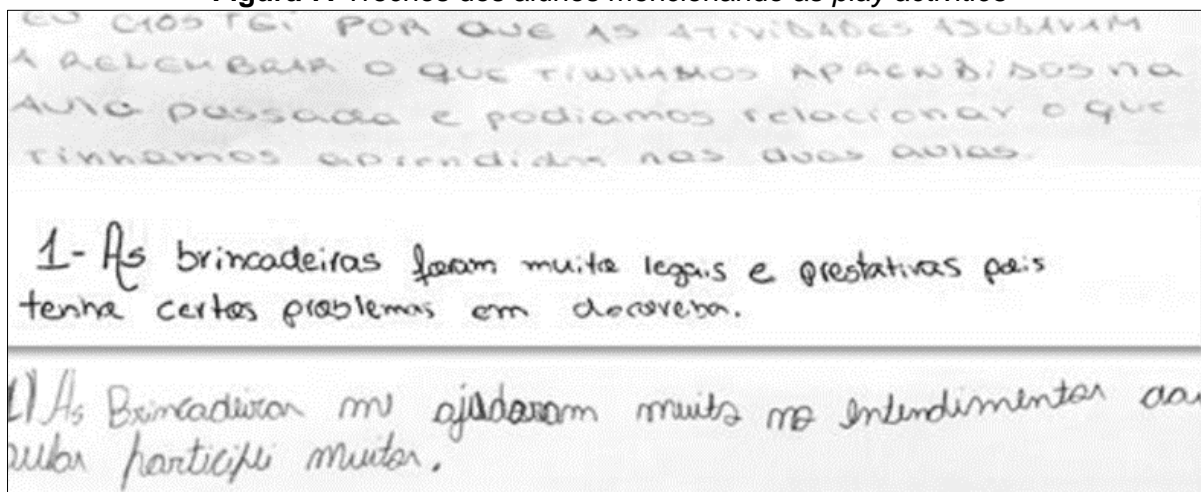
De acordo com Freitas e Serrano (2019a), a utilização dessa sequência didática no Ensino Fundamental pode contribuir no processo de ensino-aprendizagem e em um primeiro contato mais atrativo para os alunos antes de ingressarem no Ensino Médio. O uso da sequência didática sob a perspectiva da TMC baseada em UEPS durante uma recente pesquisa evidenciou três aspectos de extrema importância:

a) Combinação entre diferentes formas de mediação podem contribuir no ensino e aprendizagem dos alunos; b) Utilização de uma UEPS para o Ensino Fundamental; e, por fim, c) Aprendizagem significativa de modelos e, conseqüentemente, conceitos relacionados a Ciências por alunos do Ensino Fundamental, bem como de contribuir que os alunos do EF tenham conhecido a Física de uma maneira diferente do que é comumente realizada. (FREITAS; SERRANO, 2019a).

Para Brum e Schumacher (2014), não é necessário apenas que os alunos tenham a oportunidade de ter contato com seus conhecimentos prévios e materiais potencialmente significativos, mas é importante que os alunos tenham vontade de aprender significativamente.

A primeira etapa da sequência didática contribuiu para que os alunos relembassem os conteúdos anteriores e despertassem o interesse pelos temas que seriam debatidos posteriormente, e tudo isso por meio de *play activities*, uma forma leve e descontraída de iniciar a aula, sendo esse aspecto destacado por Brum e Schumacher (2014) como importantíssimo no processo de aprendizagem. Para os alunos (Figura 7), as “brincadeiras” contribuíram para reverem os conteúdos anteriores e para uma melhor compreensão.

**Figura 7:** Trechos dos alunos mencionando as *play activities*



Fonte: Freitas (2019)

A segunda etapa possibilita que os alunos enxerguem com maior riqueza de detalhes os conceitos que são abordados no conteúdo proposto, isto é, por meio da segunda etapa eles compreendem o objetivo norteador da sequência, seja por meio de quadro branco, *slides* ou outra forma que for apresentado.

A terceira etapa da sequência didática proporciona aos alunos o contato com diferentes recursos didáticos, sendo esses as mediações propostas pela TMC: a social, a cultural, a psicofísica e a hipercultural. Ao terem contato com cada uma dessas mediações é possível que os alunos despertem para diferentes formas de aprender e de ver o conceito desenvolvido. Portanto, cada aluno terá a oportunidade de ter contato com conceito de maneira diferente e isso contribui para que cada mediação traga algo diferente da outra.

Para Freitas e Serrano (2019b), todas as mediações são importantes, porém, naturalmente, algumas podem se sobressair e outras podem até dialogar e se complementar. Segundo pesquisa recente, ao se utilizar as sequências didáticas sob a perspectiva da TMC, baseada em UEPS, para o ensino do modelo do átomo de Bohr, os pesquisadores obtiveram os seguintes resultados após a coleta e análise dos dados:

Os professores foram como mediadores durante as atividades (mediação social), a confecção do átomo de Bohr com isopor (mediação psicofísica) possibilitou aos alunos a compreenderem sobre os saltos de uma órbita a outra. Já a simulação computacional (mediação hipercultural) cooperou no entendimento sobre a mecânica do modelo e por fim, o uso do livro didático, ou até mesmo uma série de TV, como mencionado por um aluno, retrata a imagem de um átomo. (FREITAS; SERRANO, 2019b).

A última etapa da sequência didática aborda sobre a avaliação da aprendizagem e da sequência didática. A melhor forma de avaliarmos um aluno é analisarmos todo o processo de sua caminhada, observando desde as primeiras aulas, como sua participação ao todo. Conforme Pinheiro (2022), ao avaliarmos constantemente o processo do aluno, isso possibilita conhecer e compreender melhor o processo de ensino-aprendizagem do aluno, além de encontrar novas formas de traçar as mudanças que possam ser necessárias, no sentido de contribuir com o ensino dos alunos.

No momento em que avaliamos um aluno apenas em uma aula, ou ainda, apenas em uma avaliação teórica, sabemos que podem ficar lacunas no meio do caminho, logo, acreditamos que a avaliação ocorrendo durante o processo permite que possamos compreender, da melhor maneira, de que forma ocorreu a aprendizagem do aluno e de que maneira ainda podemos auxiliá-lo.

Sendo assim, o uso da sequência didática apresentada no presente artigo como uma estratégia didática já evidenciou aspectos positivos em demais pesquisas, nas quais exibem contribuições relevantes à área de ensino. O uso da sequência didática colabora para auxiliar os alunos a obterem uma aprendizagem significativa (FREITAS; SERRANO, 2019a), além de cada aluno ter a perspectiva de aprender o conceito de distintas maneiras (FREITAS; SERRANO, 2019b).

### **Considerações finais**

A aplicação dessa sequência didática sob a perspectiva da TMC baseada em UEPS no ensino do modelo do átomo do Bohr em nível Fundamental traz evidências de que é possível utilizar essa estratégia didática como uma ferramenta no processo de ensino-aprendizagem e obter bons resultados de aprendizagem. As sequências didáticas criadas e aplicadas na pesquisa trouxeram aspectos positivos e inéditos para o ensino, contribuindo para que professores aprendam outras formas de ensinar conceitos científicos que são inúmeras vezes vistos como abstratos e complexos pelos alunos.

Essa estratégia didática apresentada neste artigo pode trazer contribuições para que professores utilizem em suas aulas e consigam desenvolver, de maneira mais atrativa, conceitos de Ciências. Por meio da primeira etapa da sequência didática os alunos podem aprender por meio de jogos conceitos norteadores do conteúdo ou relembrar conceitos anteriormente discutidos. A segunda etapa, explanação do conteúdo, pode ser vista com maior clareza e interesse dos alunos, partindo da boa execução da etapa anterior, exatamente como defendido pela Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

A terceira etapa propicia aos alunos a utilizar atividades que representem os quatro diferentes níveis de mediação, dentro da perspectiva da Teoria da Mediação Cognitiva, para aprender e fazer com que eles sejam os protagonistas da atividade e o professor como um mediador. Por fim, a quarta e última etapa busca avaliar a eficácia da sequência didática e da aprendizagem dos alunos.

Portanto, acreditamos que o uso dessa sequência didática seja uma estratégia inovadora para o ensino de Ciências em diversos níveis de ensino, principalmente no Ensino Fundamental. A partir dessa estratégia, os alunos poderão aprender de modo

diferente do habitual e terão a oportunidade de enxergar as Ciências com outra perspectiva e visão.

## Referências

- ASFORA, S. C. **Fatores Condicionantes da Relação entre Indivíduos e a lead:** Hipercultura, Atitudes, Desempenho e Satisfação. 2015. 210 f. Tese (Doutorado em Administração) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BRUM, W. P.; SCHUMACHER, E. Aprendizagem de conceitos de geometria esférica e hiperbólica no ensino médio sob a perspectiva da teoria da aprendizagem significativa usando uma sequência didática. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 7, n. 1, p. 127-156, 2014.
- CALHEIRO, L. B.; GARCIA, I. K. Proposta de inserção de tópicos de física de partículas integradas ao conceito de carga elétrica por meio de unidade de ensino potencialmente significativa. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 19, n. 1, p. 177-192, 2014.
- ERICKSON, F. Qualitative Methods in Research on Teaching. *In*: WITTROCK, Merlin C. **Handbook of Research on Teaching**. Ed. New York: MacMillan, 1986. p. 119-161.
- FREITAS, S. A.; SERRANO, A. A importância dos diferentes níveis de mediações para o ensino do modelo do átomo de Bohr com estudantes do Ensino Fundamental. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 12., 2019, Natal. **Anais [...]**. Natal, RN, jun. 2019a.
- FREITAS, S. A.; SERRANO, A. Use of different external mediating mechanisms of the Bohr atom model: Evidence of Meaningful Learning through verbal-gestural analysis in elementary school students. **Acta Scientiae**, v. 21, n. 4, p. 133-148, 2019b.
- FREITAS, S. A. **Um estudo da utilização didática de ferramentas de cognição extracerebrais por estudantes do ensino fundamental do modelo do átomo de Bohr**. 2019. 162 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2019.
- GRIEBELER, A. **Inserção de tópicos de física quântica no ensino médio através de uma unidade de ensino potencialmente significativa**. 2012. 135 f. Dissertação (Mestrado em Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.
- LEÃO, M. F.; DUTRA, M. M.; ALVES, A. C. T. (org.). **Estratégias didáticas voltadas para o ensino de ciências: Experiências pedagógicas na formação inicial de professores**. Uberlândia: Edibrás, 2018.

MACHADO, W. S.; SILVA, K. N. C.; DUTRA, M. M. Trabalho em pequenos grupos como estratégia para ser desenvolvida no ensino de ciências. *In*: LEÃO, M. F.; DUTRA, M. M.; ALVES, A. C. T. (org.). **Estratégias didáticas voltadas para o ensino de ciências**: Experiências pedagógicas na formação inicial de professores. Uberlândia: Edibrás, 2018. p. 85-94.

MEGGIOLARO, G. P. **Uma investigação entre os mecanismos externos de mediação e situações-problema de eletrostática, em uma disciplina de física geral em nível universitário**. 2019. 189 f. Tese (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2019.

MONAGHAN, J. M.; CLEMENT, J. Use of a computer simulation to develop mental simulations for understanding relative motion concepts. **International Journal of Science Education**, v. 21, n. 9, p. 921-944, 1999.

MORAIS, M. N.; SILVA, T. S.; CAVALCANTI, I. M. F. Utilização de sequência didática como estratégia de ensino sobre agentes antimicrobianos e resistência bacteriana. **REPPE-Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino**, v. 4, n. 1, p. 4-33, 2020.

MOREIRA, M. A. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS. Aprendizagem Significativa em Revista. **Meaningful Learning Review**, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011.

MORELATTI, M. R. M. *et al.* Sequências didáticas descritas por professores de matemática e de ciências naturais da rede pública: possíveis padrões e implicações na formação pedagógica de professores. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 20, n. 3, p. 639-652, 2014.

PEREIRA, A. S.; PIRES, D. X. Uma proposta teórica-experimental de sequência didática sobre interações intermoleculares no ensino de química, utilizando variações do teste da adulteração da gasolina e corantes de urucum. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 2, p. 385-413, 2012.

PIEPER, F. C. **Um estudo do processo de internalização de conceitos de eletromagnetismo utilizando software de simulação computacional tridimensional**. 2019. 247 f. Tese (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2019.

PINHEIRO, B. A. N. Avaliação escolar e instrumentos avaliativos nos anos iniciais do ensino fundamental da rede pública municipal de ensino de Abaetetuba/PA. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 8, n. 7, p. 236-251, 2022. DOI: 10.51891/rease.v8i7.6271. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/6271>. Acesso em: 6 set. 2022.

RAMOS, A.; SERRANO, A. Como são internalizadas as competências adquiridas quando um aluno utiliza computadores? Um exemplo de mediação cognitiva em rede durante a utilização de software de modelagem molecular. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindóia. **Anais [...]**. Águas de Lindóia, 2013.

ROCHA, S. A. F. F. **Representações sociais, valores morais, bússolas morais, hipercultura e segurança pública**: um estudo com criminosos, policiais e cidadãos comuns na região metropolitana do Recife. 2015. 155 f. Tese (Doutorado em Psicologia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

ROCKENBACK, L. C. *et al.* Estereoquímica em plantas medicinais: uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativa para o ensino médio. **REPPE-Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino**, v. 4, n. 1, p. 49-75, 2020.

SCHITTLER, D. **Laser de rubi**: uma abordagem em Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS). 2015. 181 f. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

SOUZA, B. C. **A Teoria da Mediação Cognitiva**: os impactos cognitivos da Hipercultura e da mediação digital. 2004. 282 f. Tese (Doutorado em Psicologia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

SOUZA, B. C.; SILVA, A. S.; SILVA, A. M. S.; ROAZZI, A.; CARRILHO, S. L. S. Putting the Cognitive Mediation Networks Theory to the test: Evaluation of a framework for understanding the digital age. **Computers in Human Behavior**, v. 28, n. 6, p. 2320-2330, 2012.

TREVISAN, R. **Um estudo da relação entre as imagens mentais utilizadas por estudantes de mecânica quântica e seu perfil epistemológico**: uma investigação pela metodologia Report Aloud. 2016. 169 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2016.

TREVISAN, R.; SERRANO, A. Um estudo da relação entre as imagens mentais utilizadas por estudantes de mecânica quântica e seu perfil epistemológico: uma investigação pela metodologia *report aloud*. **Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias**, v. 11, n. 2, p. 212-227, 2016.

**Recebido em: 24/09/2020**

**Aprovado em: 11/10/2022**