

Organizadores  
**Isabel Krey Garcia**  
**Felipe Mendes**

# UEPS:

Contribuições em Ensino de Ciências  
da Natureza e Matemática

**Volume 1**

 **Pedro & João**  
editores

**UEPS:**  
**Contribuições em Ensino de**  
**Ciências da Natureza e Matemática**

**Volume 1**



**Isabel Krey Garcia  
Felipe Mendes  
(Organizadores)**

# **UEPS: Contribuições em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática**

**Volume 1**



  
**Pedro & João**  
editores

**Copyright © Autoras e autores**

Todos os direitos garantidos. Qualquer parte desta obra pode ser reproduzida, transmitida ou arquivada desde que levados em conta os direitos das autoras e dos autores.

---

**Isabel Krey Garcia; Felipe Mendes [Orgs.]**

**UEPS: Contribuições em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática.**  
**Vol. I.** São Carlos: Pedro & João Editores, 2023. 179p. 16 x 23 cm.

**ISBN: 978-65-265-0757-5 [Digital]**

**DOI: 10.51795/9786526507575**

1. Ensino de Ciências. 2. Ciências da natureza. 3. Ensino de matemática. 4. Unidades Potencialmente Significativas (UEPS). I. Título.

---

CDD – 370

**Capa:** Luidi Belga Ignacio

**Ficha Catalográfica:** Hélio Márcio Pajeú – CRB - 8-8828

**Diagramação:** Diany Akiko Lee

**Editores:** Pedro Amaro de Moura Brito & João Rodrigo de Moura Brito

**Conselho Científico da Pedro & João Editores:**

Augusto Ponzio (Bari/Itália); João Wanderley Geraldi (Unicamp/Brasil); Hélio Márcio Pajeú (UFPE/Brasil); Maria Isabel de Moura (UFSCar/Brasil); Maria da Piedade Resende da Costa (UFSCar/Brasil); Valdemir Miotello (UFSCar/Brasil); Ana Cláudia Bortolozzi (UNESP/Bauru/Brasil); Mariangela Lima de Almeida (UFES/Brasil); José Kuiava (UNIOESTE/Brasil); Marisol Barenco de Mello (UFF/Brasil); Camila Caracelli Scherma (UFFS/Brasil); Luís Fernando Soares Zuin (USP/Brasil).



**Pedro & João Editores**

[www.pedroejoaoeditores.com.br](http://www.pedroejoaoeditores.com.br)

13568-878 – São Carlos – SP

2023

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b>	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO 1 - UNIDADES POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS (UEPS): PRESSUPOSTOS TEÓRICOS E PROPOSTA</b> Isabel Krey Garcia Felipe Mendes	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO 2 - UEPS SOBRE ONDAS SONORAS</b> Emanoela Decian Isabel Krey Garcia	<b>27</b>
<b>CAPÍTULO 3 - UEPS PARA O ENSINO DE CONCEITOS BÁSICOS DE MECÂNICA A PARTIR DA INTERAÇÃO DOS ALUNOS COM ATIVIDADES E JOGOS DIDÁTICOS</b> Cecília Elenir dos Santos Rocha Carla Beatriz Spohr	<b>59</b>
<b>CAPÍTULO 4 - UEPS - INTEGRAÇÃO ENTRE ELETRICIDADE E PARTÍCULAS ELEMENTARES</b> Lisiane Barcellos Calheiro Isabel Krey Garcia	<b>73</b>
<b>CAPÍTULO 5 - UEPS - INTEGRAÇÃO ENTRE AS INTERAÇÕES FUNDAMENTAIS E O ELETROMAGNETISMO</b> Lisiane Barcellos Calheiro Isabel Krey Garcia	<b>87</b>
<b>CAPÍTULO 6 - UEPS PARA ABORDAGEM DE EQUAÇÕES NÃO LINEARES: MÉTODO GRÁFICO</b> Mariza Camargo Felipe Mendes Patricia Rodrigues Fortes	<b>95</b>

<b>CAPÍTULO 7 - UEPS SOBRE A TEORIA DE CONJUNTOS</b>	<b>113</b>
Felipe Mendes Maria Cecília Pereira Santarosa Mariza Camargo	
<b>CAPÍTULO 8 - UEPS SOBRE REAÇÕES DE OXIRREDUÇÃO</b>	<b>137</b>
Ângela Malvina Durand Sabrina Gabriela Klein Isabel Krey Garcia	
<b>CAPÍTULO 9 - UEPS SOBRE EFEITO ESTUFA</b>	<b>159</b>
Cassia Lutiane Moraes Goulart Isabel Krey Garcia	
<b>CAPÍTULO 10 - UEPS SOBRE DATAÇÃO RADIOATIVA E ESTUDO FÓSSIL</b>	<b>169</b>
Cassia Lutiane Moraes Goulart Isabel Krey Garcia	
<b>CAPÍTULO 11 - CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>177</b>
Isabel Krey Garcia	

## APRESENTAÇÃO

O Professor Doutor Marco Antonio Moreira é um pesquisador renomado e foi um dos pioneiros da área de Ensino de Física no Brasil. Ao longo de sua carreira utilizou como principais referenciais os seguintes teóricos: David Paul Ausubel - Teoria da Aprendizagem Significativa (1980); Philip Johnson-Laird - Modelos Mentais (1980) e Gérard Vergnaud - Teoria dos Campos Conceituais (1990). A partir de toda a sua experiência como pesquisador, elaborou uma proposta de construção de Unidades Potencialmente Significativas (UEPS), baseada em referenciais teóricos construtivistas.

UEPS são propostas de sequências didáticas compostas de oito passos a fim de proporcionar aprendizagem significativa nos estudantes.

Em 2012, as ex-orientandas do Professor Moreira e professoras da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Isabel Krey Garcia e Maria Cecília Pereira Santarosa, junto aos seus orientandos de pós-graduação, criaram o Grupo de Pesquisa em Ensino e Aprendizagem em Ciências e Matemática (GPEACIM). Desde seu início o grupo tem realizado investigações sobre os processos de ensino e aprendizagem utilizando as UEPS.

O GPEACIM é formado por educadores das áreas de Física, Química e Matemática, e tem como focos a promoção da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 1980) e a melhoria do ensino de Ciências e Matemática. Uma das características das pesquisas realizadas pelo grupo é a sua aplicação em situação real de sala de aula. A partir desta inserção na Escola Básica e no Ensino Superior ficou evidente a potencialidade de aplicação das UEPS em sala de aula. Desta forma, o grupo considera de suma importância a divulgação desta poderosa ferramenta teórico-



metodológica para uso dos professores em formação ou em atividade.

Nesta obra são apresentadas propostas de UEPS, algumas já implementadas, numa linguagem que julgamos ser acessível aos professores em exercício, com o objetivo de auxiliá-los na aplicação em suas aulas, fazendo as modificações que acharem necessárias e construindo suas próprias propostas.

Nesta coletânea, inicialmente, é feita uma apresentação dos principais referenciais em que as UEPS se baseiam, seus princípios e os passos que as constituem. Nos capítulos 2 a 10 são apresentadas propostas de UEPS. Estas propostas apresentam a carga horária sugerida, seus passos e algumas sugestões de modificações que podem ser feitas de acordo com a realidade de cada professor. Claro que infinitas outras modificações podem ser feitas neste sentido.

Uma das potencialidades das UEPS é que, além de propiciar uma maneira de organizar o planejamento e aplicação de aulas, permite a condução de pesquisas sobre aprendizagem no ensino de Ciências da Natureza (Química, Física e Biologia) e Matemática. Neste campo, os resultados têm demonstrado que a organização do ensino a partir desta sequência e da observação dos princípios que a norteiam propicia a ocorrência de Aprendizagem Significativa.

Por outro lado, optar por trabalhar com as UEPS exige esforço e dedicação do professor. A realidade atual das escolas pode ser um fator que dificulte este trabalho, mas os resultados e o interesse demonstrado pelos alunos são altamente compensadores.

Por fim, esperamos que os professores despertem o interesse pelo tema e passem a construir suas próprias UEPS e até divulgá-las.

#### INTERATIVIDADE:

Consideramos importante o compartilhamento de experiências e a troca de ideias entre os educadores. Para essa interação, criamos uma página na internet do nosso grupo, onde qualquer professor poderá enviar as suas propostas de UEPS e trocar ideias sobre diversos assuntos, desde informações sobre a sua aplicação até sugestões de modificação nas propostas apresentadas, de forma a construir um grande acervo deste material.

Acesse a página do GPEACIM em:

<https://www.ufsm.br/grupos/gpeacim>



## CAPÍTULO 1

### UNIDADES POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS (UEPS): PRESSUPOSTOS TEÓRICOS E PROPOSTA

Dr.<sup>a</sup> Isabel Krey Garcia - UFSM - Campus Santa Maria -  
Email: isabel.garcia@ufsm.br  
Me. Felipe Mendes – UFSM - Campus Frederico Westphalen  
– E-mail: felipe.mendes@ufsm.br

Neste capítulo apresentamos, de forma muito sucinta, os referenciais que embasam as UEPS. Importante salientar que a tarefa de construir um mapa conceitual envolve o desenvolvimento de capacidades e habilidades específicas que são desenvolvidas pelos estudantes ao longo do tempo. Para que seja uma ferramenta mais eficiente, o professor deve incluir a tarefa de construção de mapas no cotidiano de sala de aula (não apenas nas atividades da UEPS), para que sua utilização seja mais frutífera. Ao incorporar as habilidades de construção de mapas (o que acontece com a prática) o estudante pode dedicar maior esforço no que realmente interessa no processo de ensino e aprendizagem: a relação entre os conceitos e sua hierarquia.

#### **1. TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA A PARTIR DE DAVID PAUL AUSUBEL**

*David Ausubel (25 de outubro de 1918 – 9 de julho de 2008) foi um psicólogo, educador e pesquisador americano que trabalhou em áreas como a psicologia étnica e o campo da aprendizagem. Ele nasceu no Brooklyn, Nova York, em 1918, e passou a vida inteira nos Estados Unidos trabalhando em diferentes universidades e centros terapêuticos<sup>1</sup>.*

---

<sup>1</sup> Fonte: <https://maestrovirtuale.com/david-ausubel-biografia-teoria-contribuicoes-obras/> acessado em: 13/04/2022

A Teoria da Aprendizagem Significativa foi proposta por Ausubel (1968) e tem como ideia central que *o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe*. Ausubel vê o armazenamento de informações na mente humana como altamente organizado, formando uma hierarquia conceitual na qual elementos mais específicos de conhecimento são relacionados (e assimilados) a conceitos e proposições mais gerais e inclusivos (MOREIRA MASINI, 2011). A seguir trataremos brevemente dos principais conceitos desta teoria a partir de Moreira e Masisni (2011).

**Saiba mais:** outras obras sobre a Aprendizagem Significativa:

- AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimento:** uma perspectiva cognitiva. Tradução: Lígia Teopisto, 1. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 2003.

- NOVAK, J. D. e GOWIN, D. Bob. (1999). Aprender a aprender. (2a ed.), Lisboa: Plátano Edições Técnicas.

- MOREIRA, M.A. (2011). **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares.** São Paulo: Editora Livraria da Física. 179p.

- MOREIRA, M.A. e MASINI, E.F.S. **Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel.** Editora Centauro, 2011.

- MOREIRA, M. A. (1997) **Aprendizagem Significativa: um conceito subjacente**, disponível em <http://moreira.if.ufrgs.br/apsigsubport.pdf> acesso em 12/07/2022

- MOREIRA, M. A. (2000) **Aprendizagem Significativa Crítica**, disponível em <http://moreira.if.ufrgs.br/apsigcritport.pdf> acesso em 14/01/2022.

**Interatividade:** veja alguns vídeos sobre David Paul Ausubel

nestes links: <https://youtu.be/wZzwpF2S1uY>,

<https://youtu.be/6IvURGcpRiA> e

<https://youtu.be/GZ7dC2Cval8>.

*Subsunçor*: conceito já existente na estrutura do indivíduo, a partir do qual a nova informação pode se relacionar e fazer parte desta estrutura.

*Aprendizagem significativa*: Processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante de estrutura do conhecimento do indivíduo. Ocorre quando a nova informação se ancora em subsunçores relevantes preexistentes na estrutura cognitiva de quem aprende.

*Aprendizagem Mecânica*: aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Neste caso, a nova informação é armazenada de maneira arbitrária, sem interação entre esta e a informação já armazenada.

*Condições para a ocorrência da Aprendizagem Significativa*: (a) o material a ser aprendido deve ser potencialmente significativo para o aprendiz, ou seja, relacionável a sua estrutura de conhecimento de forma não arbitrária e não literal; (b) o aprendiz deve manifestar uma disposição de relacionar o novo material à sua estrutura cognitiva.

*Diferenciação progressiva*: princípio pelo qual o assunto deve ser programado de forma que as ideias mais gerais e inclusivas da disciplina sejam apresentadas antes, e progressivamente diferenciadas, introduzindo os detalhes específicos especializados.

*Reconciliação integrativa*: princípio pelo qual a programação do material instrucional deve ser feita para explorar relações entre ideias, apontar similaridades e diferenças significativas, reconciliando discrepâncias reais ou aparentes.

SAIBA MAIS: Para uma melhor compreensão, sugerimos o texto a seguir <http://moreira.if.ufrgs.br/apsigsubport.pdf> bem como os vídeos:

<https://ntetube.nte.ufsm.br/v/1564497375> e  
<https://ntetube.nte.ufsm.br/v/1564498159>

## 2. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA

Baseando-se inicialmente em ideias dos autores Neil Postman e Charles Weingartner (1969) em seu livro *Ensino como uma atividade subversiva* e também em alguns pensamentos expressos por Postman em suas recentes publicações (*Technology*, 1993 e *O fim da Educação*, 1996), o Prof. Moreira defende que nestes tempos de drásticas e rápidas mudanças, a aprendizagem deveria ser não apenas significativa mas também subversivamente significativa. Propõe então 13 princípios facilitadores de uma **aprendizagem significativa crítica**. De acordo com argumentos do próprio autor da teoria, nestes tempos de mudanças rápidas e drásticas, a aprendizagem deve ser não só significativa, mas também crítica (MOREIRA, 2010 e 2013).

SAIBA MAIS:

Versões mais recentes da obra de Postman:

- Postman, Neil (1993). *Technopoly: the surrender of culture to technology*. New York: Vintage Books/Random House. 222p.
- Postman, Neil (1996). *The end of education: redefining the value of school*. New York: Vintage Books/Random House. 208p.

Para um maior aprofundamento sobre a aprendizagem significativa crítica, ver o texto disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/apsigcritport.pdf> e o vídeo: <https://ntetube.nte.ufsm.br/v/1564497722>.

A seguir estes princípios são apresentados de forma resumida, conforme Moreira (2000, 2021).

**1. Princípio do conhecimento prévio:** *Aprender que aprendemos a partir do que já sabemos.* Quer dizer, para ser crítico de

algum conhecimento, de algum conceito, de algum enunciado, primeiramente o sujeito tem que aprendê-lo significativamente e, para isso, seu conhecimento prévio é, isoladamente, a variável mais importante

**2. Princípio da interação social e do questionamento:** *Aprender/ensinar perguntas ao invés de respostas.* Quando o aluno formula uma pergunta relevante, apropriada e substantiva, ele utiliza seu conhecimento prévio de maneira não-arbitrária e não-literal, e isso é evidência de aprendizagem significativa. Quando aprende a formular esse tipo de questões sistematicamente, a evidência é de aprendizagem significativa crítica.

**3. Princípio da não centralidade do livro de texto:** *Aprender a partir de distintos materiais educativos.* A utilização de materiais diversificados, e cuidadosamente selecionados, ao invés da "centralização" em livros de texto favorece a educação para a diversidade.

**4. Princípio do aprendiz como perceptor/representador:** *Aprender que somos perceptores e representantes do mundo.* A aprendizagem significativa crítica é um processo dinâmico de interação, diferenciação e integração entre conhecimentos novos e pré-existentes e o aprendiz percebe o mundo à sua maneira, de forma única e pessoal.

**5. Princípio do conhecimento como linguagem:** *Aprender que a linguagem está totalmente implicada em qualquer e em todas as tentativas humanas de perceber a realidade.* Aprender um conteúdo de maneira significativa é aprender sua linguagem, não só palavras -- outros signos, instrumentos e procedimentos também -- mas principalmente palavras, de maneira substantiva e não-arbitrária. Aprendê-la de maneira crítica é perceber essa nova linguagem como uma nova maneira de perceber o mundo

**6. Princípio da consciência semântica:** *Aprender que o significado está nas pessoas, não nas palavras.* Sejam quais forem os significados que tenham as palavras, eles foram atribuídos a elas pelas pessoas. Contudo, as pessoas não podem dar às palavras significados que estejam além de sua experiência.



7. **Princípio da aprendizagem pelo erro:** *Aprender que o ser humano aprende corrigindo seus erros.* Buscar sistematicamente o erro é pensar criticamente, é aprender a aprender, é aprender criticamente rejeitando certezas, encarando o erro como natural e aprendendo através de sua superação.

8. **Princípio da desaprendizagem:** *Aprender a desaprender, a não usar conceitos e estratégias irrelevantes para a sobrevivência.* Desaprender com o significado de não usar o conhecimento prévio (subsunçor) que impede que o sujeito capte os significados compartilhados a respeito do novo conhecimento. Não se trata de “apagar” algum conhecimento já existente na estrutura cognitiva o que, aliás, é impossível se a aprendizagem foi significativa, mas sim de não usá-lo como subsunçor. Aprender a desaprender, é aprender a distinguir entre o relevante e o irrelevante no conhecimento prévio e libertar-se do irrelevante, i.e., desaprendê-lo. Aprendizagem desse tipo é aprendizagem significativa crítica.

9. **Princípio da incerteza do conhecimento:** *Aprender que as perguntas são instrumentos de percepção e que definições e metáforas são instrumentos para pensar.* Nosso conhecimento é incerto, pois depende das perguntas que fazemos sobre o mundo. O princípio da incerteza do conhecimento nos chama atenção que nossa visão de mundo é construída primordialmente com as definições que criamos, com as perguntas que formulamos e com as metáforas que utilizamos. Naturalmente, estes três elementos estão inter-relacionados na linguagem humana.

10. **Princípio da não utilização do quadro-de-giz:** *Aprender a partir de distintas estratégias de ensino.* O uso de distintas estratégias instrucionais que impliquem participação ativa do estudante e, de fato, promovam um ensino centralizado no aluno é fundamental para facilitar a aprendizagem significativa crítica. Não é preciso buscar estratégias sofisticadas. A não utilização do quadro-de-giz leva naturalmente ao uso de atividades colaborativas, seminários, projetos, pesquisas, discussões, painéis, enfim, a diversas estratégias, as quais devem ter subjacentes os demais princípios. Na verdade, o uso dessas estratégias de ensino facilita tanto a

implementação dos demais princípios em sala de aula como a atividade mediadora do professor.

11. **Princípio do abandono da narrativa:** Aprender que simplesmente repetir a narrativa de outra pessoa não estimula a compreensão. Atualmente fala-se muito em ensino centrado no aluno, em o professor como mediador e em aprender a aprender. Neste tipo de metodologia o aluno fala mais e o professor fala menos.

12. **Princípio da superação das dificuldades:** *aprender/ensinar que dificuldades de aprendizagem são superadas seja com auxílio de pessoas (professor, aluno ou terceiros) e/ou de materiais educativos.*

13. **Princípio da retroalimentação:** *aprender a partir de uma nova orientação do professor que reforça a compreensão que o aluno tem do objeto de estudo.*

INTERATIVIDADE: para uma apresentação sobre a teoria da Aprendizagem Significativa Crítica, veja o vídeo:  
<https://ntetube.nte.ufsm.br/v/1564497722>

### 3. MAPAS CONCEITUAIS

Mapas conceituais são ferramentas gráficas para a organização e representação do conhecimento. Eles incluem conceitos, geralmente dentro de círculos ou quadros de alguma espécie, e relações entre conceitos, que são indicadas por linhas que os interligam. As palavras sobre essas linhas, que são palavras ou frases de ligação, especificam os relacionamentos entre dois conceitos. Os conceitos são representados de maneira hierárquica, com os conceitos mais inclusivos e gerais no topo e os mais específicos e menos gerais dispostos hierarquicamente abaixo. Há duas características dos mapas conceituais importantes na facilitação do pensamento criativo: a estrutura hierárquica que é representada num bom mapa conceitual e a capacidade de buscar e caracterizar novas ligações cruzadas. (NOVAK; CAÑAS, 2010, p. 10).

Os mapas conceituais são contribuições de Joseph Novak, pesquisador educacional americano, aluno, discípulo e colaborador da teoria desenvolvida por Ausubel, que podem ser usadas como estratégias instrucionais facilitadoras da aprendizagem significativa.

Moreira (2009, p. 09) destaca que:

Mapas conceituais foram desenvolvidos para promover a aprendizagem significativa. A análise do currículo e o ensino sob uma abordagem ausubeliana, em termos de significados, implicam: 1) identificar a estrutura de significados aceita no contexto da matéria de ensino; 2) identificar os subsúncos (significados) necessários para a aprendizagem significativa da matéria de ensino; 3) identificar os significados preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz; 4) organizar sequencialmente o conteúdo e selecionar materiais curriculares, usando as ideias de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa como princípios programáticos; 5) ensinar usando organizadores prévios, para fazer pontes entre os significados que o aluno já tem e os que ele precisaria ter para aprender significativamente o conhecimento e aquele já existente e adequado para dar significados aos novos materiais de aprendizagem. Mapas conceituais podem ser utilizados como recursos em todas essas etapas, assim como na obtenção de evidências de aprendizagem significativa, ou seja, na avaliação da aprendizagem.

Os mapas conceituais podem ser usados de diversas formas:

- Como forma do professor organizar o conteúdo a ser ensinado, destacando as relações entre os conceitos e sua hierarquia;
- para apresentar o conteúdo aos alunos no início ou no final de uma unidade ou aula;
- como forma de fomentar a aprendizagem significativa do aluno quando este elabora seu próprio mapa;
- como instrumento de avaliação ou autoavaliação da aprendizagem.

SAIBA MAIS: Sugerimos consultar o texto de Moreira disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/mapasport.pdf>

além de assistir o vídeo disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=aF0UbIdN1Eg&t=2s>.

#### **4. UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS - UEPS**

Com o objetivo de modificar o modelo da aula baseada na narrativa e na aprendizagem mecânica do aluno e desta forma aproximar os resultados de pesquisas na área de ensino com a rotina de sala de aula, Moreira (2011) apresenta as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) como “uma sequência didática fundamentada em teorias de aprendizagem, particularmente a da aprendizagem significativa” (p. 1).

A seguir indicamos os principais aspectos elencados pelo autor para apresentar sua proposta. Importante destacar que esta proposta se baseia em teorias de aprendizagem construtivistas, e que “só há ensino quando há aprendizagem e esta deve ser significativa; ensino é o meio, aprendizagem significativa é o fim; materiais de ensino que busquem essa aprendizagem devem ser potencialmente significativos” (op. cit. p. 2)

Desta forma, a proposta se baseia em diversos autores, a saber: a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (1968, 2000), em visões clássicas e contemporâneas (Moreira, 2000, 2005, 2006; Moreira e Masini, 1982, 2006; Masini e Moreira, 2008; Valadares e Moreira, 2009), as teorias de educação de Joseph D. Novak (1977) e de D.B. Gowin (1981), a teoria interacionista social de Lev Vygotsky (1987), a teoria dos campos conceituais de Gérard Vergnaud (1990; Moreira, 2004), a teoria dos modelos mentais de Philip Johnson-Laird (1983) e a teoria da aprendizagem significativa crítica de M.A. Moreira (2005) (op. Cit p. 2).

SAIBA MAIS: para ver mais sobre estes autores, ver a obra MOREIRA, M. A (2016). Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências: Comportamentalismo,

Construtivismo e Humanismo, disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/Subsidios5.pdf>

A partir do estudo destes autores, Moreira selecionou princípios norteadores da organização das UEPS, e que devem ser levados em conta no seu planejamento:

- o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2000);
- pensamentos, sentimentos e ações estão integrados no ser que aprende; essa integração é positiva, construtiva, quando a aprendizagem é significativa (Novak, 2000);
- é o aluno quem decide se quer aprender significativamente determinado conhecimento (AUSUBEL, 2000; GOWIN, 1981);
- organizadores prévios mostram a relacionabilidade entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios;
- são as situações-problema que dão sentido aos novos conhecimentos (VERGNAUD, 1990);
- elas devem ser criadas para despertar a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa;
- situações-problemas podem funcionar como organizadores prévios;
- as situações-problemas devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade (VERGNAUD, 1990)
- frente a uma nova situação, o primeiro passo para resolvê-la é construir, na memória de trabalho, um modelo mental funcional, que é um análogo estrutural dessa situação (JOHNSON-LAIRD, 1983);
- a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser levadas em conta na organização do ensino (AUSUBEL, 2000);
- a avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências;
- a aprendizagem significativa é progressiva;
- o papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do

ensino e mediador da captação de significados de parte do aluno (VERGNAUD, 1990; GOWIN, 1981);

- a interação social e a linguagem são fundamentais para a captação de significados (VYGOTSKY, 1987; GOWIN, 1981);

- um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos, cujo objetivo é levar o aluno a captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino (GOWIN, 1981);

- essa relação poderá ser quadrática na medida em que o computador não for usado apenas como material educativo (MOREIRA, 2011);

- a aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica (MOREIRA, 2005);

- a aprendizagem significativa crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento) ao invés da memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais, pelo abandono da narrativa em favor de um ensino centrado no aluno (MOREIRA, 2005).

A fim de auxiliar na construção das UEPS, Moreira propõe uma sequência de passos. Esta sequência não deve ser considerada como uma imposição, mas como uma sugestão, que deve ser flexível e planejada de acordo com as características dos conteúdos abordados e dos alunos em questão. Como exemplo de sua flexibilidade, adiante, no capítulo 7, apresentamos UEPS que seguem uma sequência alternativa de passos.

A seguir, apresentamos os passos sugeridos por Moreira (2011) na construção das UEPS:

**1º Passo:** definir o tópico específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais, tais como aceitos no contexto da matéria de ensino na qual se insere esse tópico;

**2º Passo:** criar/propor situações (discussão, questionário, mapa conceitual, mapa mental, situação-problema etc.) que levem o aluno a externalizar seu conhecimento prévio, aceito ou não-

aceito no contexto da matéria de ensino, supostamente relevante para a aprendizagem significativa do tópico (objetivo) em pauta;

**3º Passo:** propor situações-problemas, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, preparando o terreno para a introdução do conhecimento (declarativo ou procedimental) que se pretende ensinar; estas situações-problema podem envolver, desde já, o tópico em pauta, mas não para começar a ensiná-lo. Estas situações-problemas iniciais podem ser propostas através de simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, etc., mas sempre de modo acessível e problemático, isto é, não como exercício de aplicação rotineira de algum algoritmo;

**4º Passo:** uma vez trabalhadas as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, i.e., começando com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos; a estratégia de ensino pode ser, por exemplo, uma breve exposição oral seguida de atividade colaborativa em pequenos grupos que, por sua vez, deve ser seguida de atividade de apresentação ou discussão em grande grupo;

**5º Passo:** em continuidade, retomar os aspectos mais gerais, estruturantes (i.e., aquilo que efetivamente se pretende ensinar), do conteúdo da unidade de ensino, em nova apresentação (que pode ser através de outra breve exposição oral, de um recurso computacional, de um texto, etc.), porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação. Nesta segunda apresentação é necessário dar novos exemplos, destacar semelhanças e diferenças relativamente às situações e exemplos já trabalhados, ou seja, promover a reconciliação integradora. Propor alguma outra atividade colaborativa que leve os alunos a interagir socialmente, tendo o professor como mediador (resolução de problemas, a construção de um mapa conceitual ou

um diagrama V, um experimento de laboratório, um pequeno projeto, etc.), mas deve, necessariamente, envolver negociação de significados e mediação docente;

SAIBA MAIS: Sobre diagramas V em: Moreira, M. A. DIAGRAMAS V E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, disponível em <http://moreira.if.ufrgs.br/DIAGRAMASpor.pdf>

**6º Passo:** concluindo a unidade, dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integrativa. Isso deve ser feito através de nova apresentação dos significados que pode ser, outra vez, uma breve exposição oral, a leitura de um texto, o uso de um recurso computacional, um audiovisual etc. O importante não é a estratégia, em si, mas o modo de trabalhar o conteúdo da unidade. Após esta terceira apresentação, novas situações-problema devem ser propostas e trabalhadas em níveis mais altos de complexidade em relação às situações anteriores; essas situações devem ser resolvidas em atividades colaborativas e depois apresentadas e/ou discutidas em grande grupo, sempre com a mediação do docente;

**7º Passo:** a avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado; além disso, deve haver uma avaliação somativa individual após o sexto passo, na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência. Tais questões/situações devem ser previamente analisadas pelo professor, no sentido de avaliar se estão adequadas aos objetivos da atividade e à realidade dos estudantes. A avaliação do desempenho do aluno na UEPS deverá estar baseada, em pé de igualdade, tanto na avaliação formativa



(situações, tarefas resolvidas colaborativamente, registros do professor) como na avaliação somativa;

**8º Passo:** a UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações problema). A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais. Quer dizer que a avaliação é um processo que deve ser levado em conta durante toda a aplicação da UEPS, de modo que as atividades possam ser adaptadas de forma a alcançar os objetivos propostos, e as dificuldades dos alunos não devem ser levadas em conta somente na avaliação final. O processo de reflexão e adaptação que o professor faz nas atividades de acordo com os resultados que vai obtendo são de grande importância para o processo de aprendizagem significativa dos estudantes.

Moreira também destaca os seguintes aspectos transversais (que estão presentes em todos os momentos da UEPS):

- em todos os passos, os materiais e as estratégias de ensino devem ser diversificados, o questionamento deve ser privilegiado em relação às respostas prontas e o diálogo e a crítica devem ser estimulados;

- como tarefa de aprendizagem, em atividades desenvolvidas ao longo da UEPS, pode-se pedir aos alunos que proponham, eles mesmos, situações-problema relativas ao tópico em questão;

- embora a UEPS deva privilegiar as atividades colaborativas, ela pode também prever momentos de atividades individuais.

Como o objetivo principal das UEPS é a aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2002) a avaliação deve buscar indícios dessa aprendizagem nos diversos instrumentos utilizados no decorrer do processo. De acordo com Sobiechziak (2017), baseado em Moreira e Masini (2011), podem ser compreendidas como

evidências de aprendizagem significativa as seguintes características:

- a) Posse de significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis;
- b) Extensão, elaboração ou qualificação de conceitos;
- c) Interações entre os conceitos;
- d) Demonstração de detalhes e especificidades;
- e) Diferenciação entre conceitos novos e ideias já estabelecidas (não tratar a nova proposição como um aspecto isolado);
- f) Aquisição de novos significados.

Na prática, a avaliação da aprendizagem deve empregar novas situações em que os conceitos devem ser aplicados, mas com o mesmo nível de complexidade. É importante a utilização de vários instrumentos que devem ser aplicados ao longo de todo o processo, para que sejam complementares.

#### SAIBA MAIS:

- Na avaliação da UEPS deve ser levada em consideração a aprendizagem dos alunos, e com base nesta e na aceitação da proposta, analisar a necessidade de modificar algum passo ou atividade de forma a otimizar sua aplicação.
- As UEPS são uma maneira de organizar o planejamento e aplicação de aulas, e o professor pode (e deve) se utilizar de atividades já disponíveis na literatura, tendo o cuidado de organizá-las de acordo com as orientações sobre a sequência de passos.

INTERATIVIDADE: Indicamos alguns sites que podem auxiliar na escolha destas atividades:

- Instituto de Física da UFRGS:  
<https://ppgenfis.if.ufrgs.br/index.php>

- Simulações interativas para ciências e matemática:  
[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/)
- Revista Química Nova na Escola: <http://qnesc.sbq.org.br/>
- Instituto de Física da USP: <http://www.if.usp.br/gref/>
- Simulações de matemática: <https://www.geogebra.org/>
- Laboratório de física da UFC: <https://www.geogebra.org/>
- Ludoteca - Instituto de Física da USP:  
<http://web.if.usp.br/ifusp/user/695>

## CAPÍTULO 2

### UEPS SOBRE ONDAS SONORAS

Me. Emanoela Decian - UFSM - Campus Santa Maria –

Email: emanoeladecian@gmail.com

Dr.<sup>a</sup> Isabel Krey Garcia - UFSM - Campus Santa Maria - Email:

isabel.garcia@ufsm.br

**Público-Alvo:** 2º ano do Ensino Médio

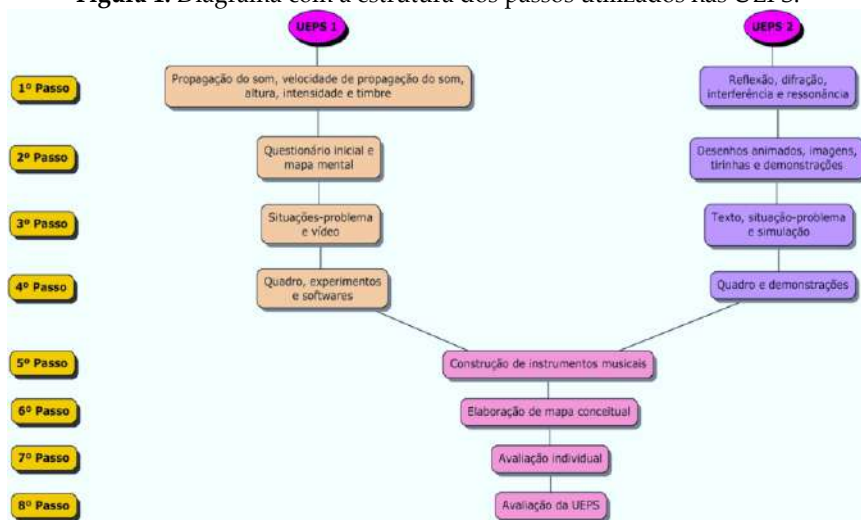
### INTRODUÇÃO

Neste trabalho, apresentamos uma proposta de UEPS sobre o conteúdo de Ondas Sonoras, que tem como objetivo contribuir para a interação entre professor, alunos e material instrucional, além de contemplar diversificadas estratégias didáticas que visam potencializar a aprendizagem significativa.

A primeira UEPS elaborada envolveu os conceitos relacionados as características e as qualidades do som, enquanto que a segunda abordou as propriedades da propagação do som.

Devido as dificuldades que foram surgindo no processo de elaboração das UEPS, no sentido de contemplar uma situação que desse conta de motivar a externalização dos conhecimentos prévios dos alunos em relação a tantos conceitos e aplicações da acústica, os passos sugeridos por Moreira (2011), passaram por algumas adequações, conforme está ilustrado no diagrama da figura 1, a seguir.

**Figura 1:** Diagrama com a estrutura dos passos utilizados nas UEPS.



Fonte: Elaborada pelas autoras.

- **Total de horas-aula a serem destinadas para o desenvolvimento da UEPS: 20 horas/aula.**

## UEPS 1

### 1. DEFINIÇÃO DO CONTEÚDO E DOS CONCEITOS

Tópicos: propagação do som, velocidade de propagação do som, altura, intensidade e timbre.

Objetivos: Compreender que as ondas sonoras são ondas mecânicas e longitudinais e que a velocidade de sua propagação varia em diferentes meios; compreender as qualidades fisiológicas do som e identificar as propriedades que influenciam em cada uma delas.

Antes de iniciar o segundo passo, os alunos receberão a orientação para dividirem-se em três grupos.

Cada grupo terá que construir dois instrumentos musicais diferentes (flauta d'água e violão) e um móbile de acordo com as orientações que receberão e estão descritas no 5º passo das UEPS.

Nas aulas previstas para o 5º passo acontecerá a apresentação desses aparatos, em que cada grupo apresentará um deles (será sorteado o aparato para apresentar).

Além da construção dos aparatos, os alunos responderão um conjunto de questões que deverá ser entregue no dia da apresentação.

## 2. INVESTIGAÇÃO CONHECIMENTO PRÉVIO

Neste passo será proposto aos estudantes que respondam um questionário com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios que os mesmos possuem sobre o conteúdo de ondas sonoras. Para isso, cada aluno receberá as questões em uma folha e responderá individualmente. Ao final da atividade será solicitado que entreguem para a professora.

Questionário:

1)O que você entende como sendo o som?

2)Onde existe o som? Exemplifique.

3)Como apresenta a tirinha abaixo, duas crianças estão se comunicando através de um telefone com fio muito utilizado na infância. Agora responda:



Fonte: Disponível em: <https://vidadesuporte.com.br/suporte-a-serie/criancas/>

a) Como o som vai chegar até o amigo que está do outro lado do fio, quando uma das crianças fala?

b) Caso não tivesse o fio, o som chegaria da mesma forma até o amigo?

c) Quando o amigo que oferece o smartphone fala, como que os demais conseguem ouvi-lo?

d) Qual a diferença na transmissão do som no telefone com fio e no smartphone?

4) Quando se escuta uma música, consegue-se identificar os diferentes instrumentos utilizados na sua execução, mesmo quando a nota tocada pelos diferentes instrumentos é a mesma. O que faz com que o som de cada instrumento seja diferente?

Por fim, após os alunos terem terminado de responder o questionário, serão orientados a construir individualmente um mapa mental, partindo do termo Som, sobre a acústica, explicando suas representações e o que conhecem sobre o assunto. OA atividade será apresentada por alguns alunos da sala e todos deverão entregá-lo para a professora.

O desenvolvimento deste passo ocupará três horas/aula.

### 3. SITUAÇÕES-PROBLEMA INTRODUTÓRIAS

Para o terceiro passo desta UEPS, serão propostas duas situações-problema aos alunos, uma sobre a propagação do som e outra sobre a velocidade de propagação do som.

Novamente eles responderão individualmente e entregarão para a professora. No quadro serão registradas as respostas, para discuti-las brevemente.

Para abordar as características fisiológicas do som, será realizada uma apresentação, utilizando dois vídeos disponíveis no *YouTube*, seguido de alguns questionamentos, conforme está descrito na sequência.

*Propagação do som*

Situação-problema 1:

a) Como podemos saber se um temporal de raios está se aproximando?

b) Se vê o relâmpago e escuta o barulho do trovão ao mesmo tempo? Explique.

*Velocidade de propagação do som*

Situação-problema 2:

Nas histórias de aventuras de índios e em alguns filmes de bang-bang, é comum ver as pessoas encostar o ouvido no chão para saber se cavalos ou tropas estão se aproximando, o mesmo também pode ser observado no trecho do vídeo<sup>2</sup> apresentado anteriormente. Explique esse costume.

*Características Fisiológicas do Som*

Serão apresentados dois vídeos<sup>3</sup>, disponíveis no *YouTube*, de uma mesma obra de J. Bach para a turma. No primeiro<sup>4</sup> vídeo a música é executada em um violoncelo e no segundo<sup>5</sup> em um contrabaixo elétrico. Após a apresentação, os estudantes responderão alguns questionamentos, com a pretensão de chamar a atenção para alguns aspectos específicos.

Questões:

a) Foi possível observar alguma diferença nos sons produzidos pelos dois instrumentos? Explique.

---

<sup>2</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=SeziNa8PKP8>. Acesso em mai. 2019.

<sup>3</sup> Atividade adaptada de: SANTOS, L. L. O uso de recursos da Plataforma Moodle no ensino de Ondulatória e Acústica a turmas da segunda série do Ensino Médio. 2016. 59 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

<sup>4</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=jpFj-h1sKvs>. Acesso em mai. 2019.

<sup>5</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=jx9Tp8oRu9w>. Acesso em mai. 2019.



b) Quem estava ao lado da caixa de som ouviu da mesma forma que os estudantes que estavam distantes? Por que isso aconteceu?

As questões serão novamente respondidas individualmente e entregues para a professora. No quadro negro será feita uma sistematização das respostas de cada uma das questões, com o intuito de discuti-las e introduzir a atividade seguinte.

A etapa será desenvolvida em uma hora/aula.

#### **4. DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA**

Neste passo, abordamos os tópicos das questões dos passos anteriores com maior riqueza de detalhes, de modo a auxiliar na compreensão dos conceitos.

##### *Propagação das ondas sonoras*

De forma expositiva e dialogada, utilizando o quadro, a aula será sobre a classificação das ondas:

Quanto a natureza:

-Ondas mecânicas: propagam energia através de partículas de um meio material, sem que essas partículas sejam transportadas. Uma onda mecânica nunca se propaga no vácuo.

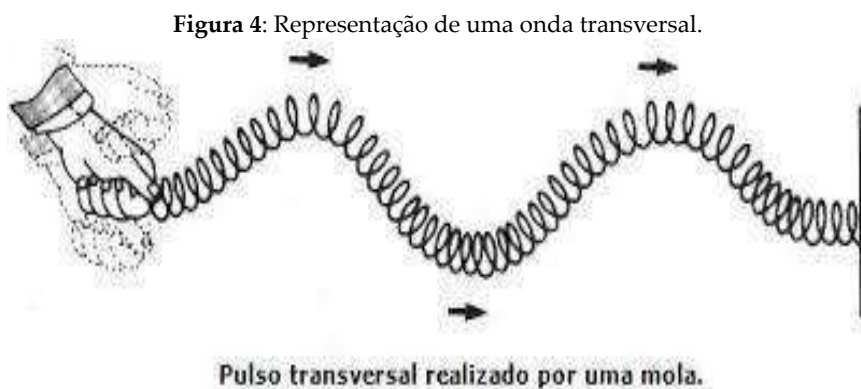
-Ondas eletromagnéticas: constituem um conjunto de dois campos, um elétrico e outro magnético, que não precisam de um meio material para se propagar, logo podem propagar-se no vácuo.

Quanto ao tipo:

-Ondas longitudinais: produzem perturbações nas partículas do meio material na mesma direção em que se propagam.



-Ondas transversais: são ondas em que as vibrações ocorrem perpendicularmente à direção de propagação.



Fonte: Disponível em: <https://www.colegioweb.com.br/nocoes-gerais-de-ondas/ondas-longitudinais-e-ondas-transversais.html>

Será realizada uma demonstração de como o som se propaga, utilizando a mola maluca para, dessa forma, classificar as ondas sonoras como mecânicas e longitudinais.

Posteriormente, a discussão sobre como ocorre a produção da voz e por que vemos o relâmpago antes de ouvirmos o trovão será retomada.

*Velocidade de propagação do som*

A partir de alguns exemplares, confeccionados pela professora, do telefone com fio utilizado na tirinha da questão 3

do segundo passo, serão lançados alguns questionamentos em voz alta pela professora:

a) Considerando o telefone com fio utilizado na tirinha, se variar o comprimento do fio, será percebida alguma diferença em como o som de propagação?

b) O fato de o fio estar esticado ou frouxo influencia na propagação do som?

Após os alunos terem manuseado o aparato e discutido entre os colegas, as principais respostas dos questionamentos serão registradas no quadro.

Dando sequência aos questionamentos, será proposta uma atividade experimental demonstrativa<sup>6</sup> com o auxílio do software “Audacity”<sup>7</sup>, como segue o roteiro:

#### ROTEIRO

Materiais: 2 mangueiras iguais, porém de comprimentos diferentes: uma delas com 5 metros e outra com 2 metros; Telefone com fio (fio com 2 metros) confeccionado pela professora; Balões; Agulha; Microfone; Computador;

1. Monte o aparato experimental de acordo com a figura 5, utilizando a mangueira de 5 metros:

---

<sup>6</sup> Atividade adaptada de: SILVA, S. T. Propagação do som: conceitos e experimentos. 2011. 77 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

<sup>7</sup> Audacity é um software livre, que permite fazer edição de áudio e medição do tempo de propagação do som, devido a captação de sinais sonoros. Disponível em: <https://www.audacityteam.org/>. Acesso em mai. 2019.

**Figura 5:** Representação da montagem dos equipamentos

**Roteiro do aluno**

1. Monte o aparato experimental de acordo com a figura abaixo, utilizando a mangueira 1:

Mangueira 1: 5 metros

Mangueira 2: 2 metros



Fonte: SILVA (2011)

Conecte o microfone no computador e aproxime a mangueira. Coloque a mangueira de modo que o microfone fique entre suas duas extremidades.

2. Abra o programa Audacity e clique em gravar. O programa irá registrar na tela os sons captados pelo microfone, que possibilita extrair informações de tempo e amplitude.

3. Estale um dedo próximo do microfone e observe e anote no quadro 1 o que ocorre na tela do computador.

4. Repita o procedimento anterior, porém agora estoure um balão. Novamente observe e anote o que ocorre.

5. Houve diferença entre os sinais do som mais e menos intenso?

6. Determine a velocidade do som do estalo dos dedos e do estouro do balão. Discuta os resultados.

**Quadro 1:** Dados coletados para a mangueira de 5 metros

Som produzido	Tempo de propagação	Velocidade de propagação

Fonte: Elaborado pelas autoras

Agora, utilizando a mangueira de 2 metros:

1. Estale um dedo e observe e anote no quadro 2 o que ocorre na tela do computador.

2. Repita o procedimento anterior, porém agora estoure um balão. Novamente observe e anote o que ocorre.

3. Houve diferença entre os sinais do som mais e menos intenso?

4. Determine a velocidade do som do estalo dos dedos e do estouro do balão para a mangueira de 2 metros. Discuta os resultados.

**Quadro 2:** Dados coletados para a mangueira de 2 metros.

Som produzido	Tempo de propagação	Velocidade de propagação

Fonte: Elaborado pelas autoras.

5. Houve diferença entre os sinais e os resultados das velocidades de propagação do som utilizando, primeiro, a mangueira de 5 metros e posteriormente de 2 metros? Comente.

Agora, utilizando o telefone com fio construído pela professora:

1. Substitua a mangueira de 2 metros de comprimento pelo telefone com fio, também de 2 metros, e estoure um balão. Observe e anote o que ocorre.

**Quadro 3:** Dados coletados para o telefone com fio de 2 metros.

Som produzido	Tempo de propagação	Velocidade de propagação

Fonte: Elaborado pelas autoras.

2. Determine a velocidade do som do estouro do balão para o telefone com fio.

3. Compare com o resultado da velocidade do som do estouro do balão com a mangueira de 2 metros com o obtido e justifique.

A partir das questões propostas no roteiro, discutiremos os resultados obtidos durante a realização do experimento, de forma a contribuir na compreensão dos fatores que influenciam na velocidade de propagação do som (meio) e confrontar com as respostas dos questionamentos sobre a tirinha do aparato construído representando um telefone com fio. Para finalizar, os alunos receberão uma tabela com valores da velocidade de propagação do som em alguns meios.

**Tabela 1:** Tabela da velocidade de propagação do som em determinados meios.

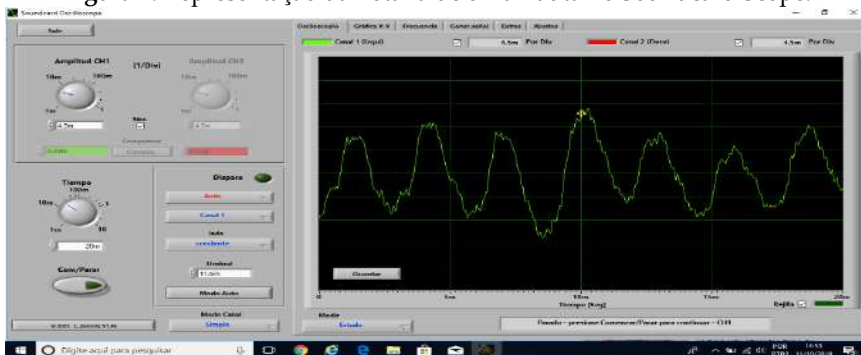
SÓLIDOS	
Vidro (20°C)	5130 m/s
Alumínio (20°C)	5100 m/s
LÍQUIDOS	
Glicerina (25°C)	1904 m/s
Água do mar (25°C)	1533 m/s
Água (25°C)	1493 m/s
Mercúrio (25°C)	1450 m/s
GASES	
Hidrogênio (0°C)	1286 m/s
Hélio (0°C)	972 m/s
Ar (20°C)	343 m/s
Ar (0°C)	330 m/s

#### *Características Fisiológicas do Som*

Para iniciarmos a discussão sobre as qualidades fisiológicas do som, serão apresentados para a turma o som de dois instrumentos musicais conhecidos pelos alunos: um violão e um violino, por exemplo, com o intuito de que sejam explorados os diferentes sons que eles produzem. Caso tenham alunos que tocam instrumentos musicais, pode ser solicitado que tragam para a aula neste dia.

Utilizando o software “Soundcard Scope<sup>8</sup>” serão exploradas, nos instrumentos escolhidos, as seguintes características físicas: altura, intensidade e timbre.

**Figura 7:** Representação da nota fá de uma flauta no Soundcard Scope.



Fonte: Elaborada pelas autoras no software

Altura – está relacionada com a frequência do som (grave e agudo). Utilizando o violão, nesse momento, serão reproduzidos os sons da corda mais fina, da mais grossa e, depois, de uma intermediária.

**SUGESTÃO:** Os alunos também podem ser consultados antes desta atividade sobre seus talentos musicais. Caso tenham instrumentos e toquem, isso imprimirá envolvimento e interatividade maior dos alunos com a atividade.

Os estudantes serão solicitados a observar na tela do computador como é o formato da onda produzida por cada som, o que muda entre elas e registrá-las no caderno, bem como completar o seguinte quadro:

---

<sup>8</sup> O Soundcard Scope é um software livre e será utilizado na atividade como um osciloscópio, que auxiliará na captação e medição de sinais sonoros. Disponível em: [https://www.zeitnitz.eu/scope\\_en/](https://www.zeitnitz.eu/scope_en/). Acesso em mai. 2019.

**Quadro 4:** Dados de frequência coletados para o som do violão.

Espessura da corda do violão	Nota musical	Frequência (Hz)
Fina		
Intermediária		
Grossa		

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Para que os alunos possam preencher a coluna referente à nota musical, será fornecida uma tabela com a correspondência das notas de acordo com a frequência.

**Tabela 2:** Relação entre as notas musicais e as frequências correspondentes.

NOTAS	FREQUÊNCIA
Dó	264
Ré	297
Mi	330
Fá	352
Sol	396
Lá	440
Si	495

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Com isso, pretende-se evidenciar que sons agudos são aqueles cujas frequências são altas, já os graves possuem frequências baixas.

Em seguida, um diapasão será colocado para vibrar na nota lá e os alunos novamente deverão observar na tela do computador como é o formato da onda produzida pelo som e qual é a frequência registrada.

Intensidade – está relacionada com a amplitude da onda (forte e fraco). Dessa vez será tocada a mesma corda do violão duas vezes. O que vai modificar é que na segunda vez, o violão estará ligado a uma caixa de som. Novamente os alunos serão solicitados a observar na tela do computador como é o formato da onda, o que muda entre elas e registrá-las no caderno, assim como, completar o seguinte quadro:



**Quadro 5:** Dados de amplitude coletados para os sons do violão.

Som	Amplitude (m)
Sem a caixa	
Com a caixa	

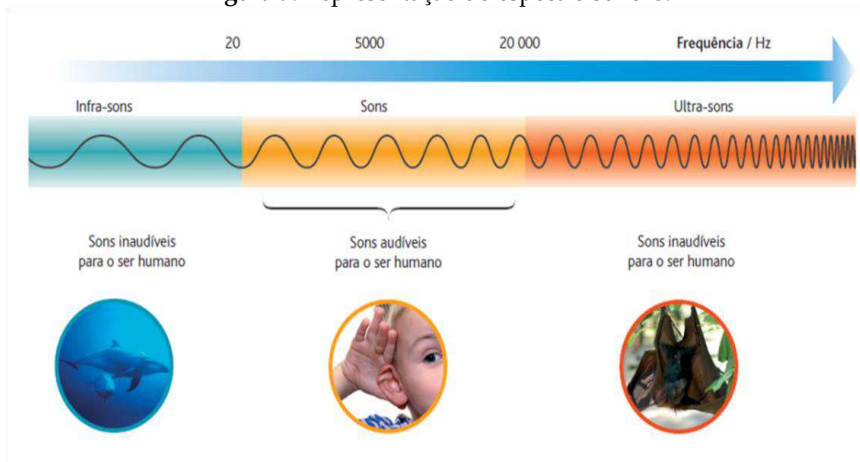
Fonte: Elaborado pelas autoras

Neste caso, a intenção é relacionar a intensidade com a quantidade de energia que a onda transporta, ou seja, quanto maior a intensidade do som, mais forte ele será e quanto menor, mais fraco.

Timbre – serão reproduzidas uma mesma nota musical no violão e, depois, no violino. Esperamos que os estudantes notem que, embora seja a mesma nota, os timbres são diferentes e, conseqüentemente, o que será observado na tela do computador é que o formato das duas ondas é que muda. Dessa forma, o timbre é a qualidade que permite diferenciar dois sons de mesma altura, mas produzidos por fontes distintas.

Para encerrar a discussão sobre as qualidades fisiológicas do som, retomaremos a questão 4 do segundo passo e no quadro será realizada a sistematização dos limites de audibilidade, por meio do espectro sonoro. Também será abordada a voz humana e o que são as 8ª acima e 8ª abaixo no coral.

**Figura 9:** Representação do espectro sonoro.



Fonte: Disponível em: <http://francisco-moura-cfq.blogspot.com/2013/06/audicao.html>

Esta atividade está prevista para ocorrer em quatro horas/aula.

## UEPS 2

### 1. Definição do conteúdo e dos conceitos:

Tópicos: reflexão, difração, interferência e ressonância.

Objetivos: Compreender os fenômenos da reflexão, difração, ressonância e interferência; identificar os parâmetros que influenciam nos fenômenos abordados.

### 2. Investigação Conhecimento Prévio:

Com a pretensão de identificar os conhecimentos prévios que os alunos possuem sobre os fenômenos da reflexão, difração, ressonância e interferência serão propostas, neste passo, diferentes situações, seguidas de questões para os alunos responderem e entregarem para a professora.

#### *Reflexão*

Será apresentado um trecho de um desenho infantil intitulado “O show da Luna! Eco, eco, eco”<sup>9</sup> para identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o fenômeno da reflexão e em seguida serão feitos os seguintes questionamentos:

a) Quais os sons que se observam no vídeo do desenho infantil?

b) Quando estamos à beira de um penhasco, no meio de uma floresta ou em uma igreja vazia e gritamos “Oi”, o que ouvimos?

c) Há alguma relação entre a situação apresentada com o vídeo? Explique.

### *Difração*

Observe a figura 10 abaixo e responda:

**Figura 10:** Representação do fenômeno da difração.



Fonte: Disponível em: <https://exercicios.mundoeducacao.bol.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-reflexao-refracao-difracao-das-ondas.htm>

Como Cebolinha pode ouvir a voz da Mônica, mesmo sem vê-la? Explique.

---

<sup>9</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=tkMOOnjbJII>. Acesso em jun. 2019.

## Ressonância

Figura 11: Representação do fenômeno da ressonância



Fonte: Disponível em: [www.monica.com.br](http://www.monica.com.br).

a) Como apresenta a tirinha acima, Mônica está gritando muito com o Cebolinha.

b) Por que as taças, o espelho e os óculos do garoto ao lado quebraram?

c) Se as taças fossem de plástico, quebrariam também? Explique.

d) O que acontece com as moléculas do ar e do copo durante o grito?

### *Interferência*

1) Você já deve ter deixado seu celular tocar perto das caixinhas de som de um computador ou da televisão. Quando isso acontece, como é o som que passa a sair das caixinhas? Explique.

2) Em seguida, será realizada uma demonstração utilizando microfone e caixas de som. Tais equipamento serão posicionados de modo que provoquem um zunido no ambiente.

Os alunos serão questionados sobre:

- a) Por que isso acontece?
- b) O que é preciso fazer para que isso não aconteça?

Estas atividades serão realizadas em duas horas/aula.

### **3. Situações-problema Introdutórias:**

Levando em consideração as atividades anteriores e com o intuito de introduzir os fenômenos relacionados a acústica, serão propostas novas atividades aos alunos.

#### *Reflexão*

Será utilizado um trecho do texto “Morcegos”<sup>10</sup> publicado na Revista Superinteressante, que está descrito abaixo:

“Morcegos são cegos, certo? Errado. Algumas espécies enxergam até dez vezes melhor que os seres humanos. No entanto, a imensa maioria vê o mundo em preto-e-branco, o que não é exatamente um problema para um animal que tem hábitos noturnos. De fato, a visão dos morcegos é perfeitamente adaptada aos ambientes com pouca luminosidade. Além disso, eles contam com uma ajudinha ainda mais sofisticada para se orientar no escuro: a ecolocalização, um sistema que funciona como um biossonar. O morcego emite ondas sonoras em frequências inaudíveis para o ser humano que, ao encontrar um obstáculo, retornam e são captadas por seu ouvido especial. Pelo sinal reverberado, o morcego consegue medir a que distância está o objeto, qual seu tamanho, velocidade e até detalhes de sua textura.”

Após a leitura do trecho, os alunos formarão duplas para responder as seguintes questões:

- a) A forma como a ecolocalização ajuda os morcegos a se orientarem pode ser observada de outra forma no nosso dia a dia? Explique.

---

<sup>10</sup> GUIMARÃES, B. Morcegos. Revista Superinteressante. Disponível em: <https://super.abril.com.br/ciencia/morcegos/>. Acesso em jun. 2019.

b) Qual a relação disso com o eco?

As respostas das questões serão brevemente comentadas entre a turma e posteriormente serão entregues para a professora.

### *Difração*

Os alunos serão orientados a fazerem, em duplas e em casa, uma pesquisa sobre salas que possuem boa e má acústica e após elaborarem um texto com as explicações obtidas por meio da pesquisa. Todos deverão entregar e serão sorteadas algumas duplas para apresentar as informações adquiridas pela pesquisa para os demais colegas da turma.

### *Ressonância*

Situação-problema: Será apresentado um vídeo<sup>11</sup> disponível no *YouTube* do momento em que a ponte de Tacoma entra em ressonância e cai, a partir disso os alunos serão questionados:

Há alguma relação entre o rompimento da ponte apresentado no vídeo e o rompimento das taças apresentado na tirinha abaixo? Se há, qual é?

---

<sup>11</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=mfQk6ac4res>

Figura 11: Representação do fenômeno da ressonância.



Fonte: Disponível em: [www.monica.com.br](http://www.monica.com.br)

As questões serão novamente respondidas individualmente e entregues para a professora. No quadro negro será feita uma sistematização das respostas de cada uma das questões, com o intuito de discuti-las.

### *Interferência*

Para introduzir o fenômeno da interferência os alunos serão encaminhados ao laboratório de informática, onde será utilizada uma simulação computacional. A turma será dividida em duplas e receberão o roteiro abaixo para a realização da tarefa.

### ROTEIRO

Abra a simulação do Phet Colorado intitulada “Som”<sup>12</sup>, clicando no link: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/sound](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/sound) .

Selecione a aba “Interferência entre duas fontes” e após ative o áudio.

1. Fixe a escala da amplitude e da frequência no máximo.

---

<sup>12</sup> Disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/sound](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/sound). Acesso em: jun. 2019.

2. Varie a posição do ouvinte: Para cima, para baixo, no centro, no centro bem próximo aos dois alto-falantes e no centro afastado dos alto-falantes.

a) Enquanto você varia a posição do ouvinte o que você percebe com relação ao som?

b) Por que o som é mais intenso em algumas posições?

c) E se movêssemos a posição dos alto-falantes, alguma coisa mudaria?

3. Varie a posição do alto-falante superior.

a) Você mudaria a resposta que deu a questão anterior (E se movêssemos a posição dos alto-falantes, alguma coisa mudaria)? Por quê?

A partir das respostas das questões propostas no roteiro e das observações realizadas durante a simulação, será realizada uma discussão buscando as relações com a demonstração realizada no passo anterior, para dar seguimento ao aprofundamento do conhecimento.

Esta etapa ocupará duas horas/aula.

#### **4. Diferenciação Progressiva:**

Neste passo será realizado o aprofundamento dos conceitos introduzidos nos passos anteriores.

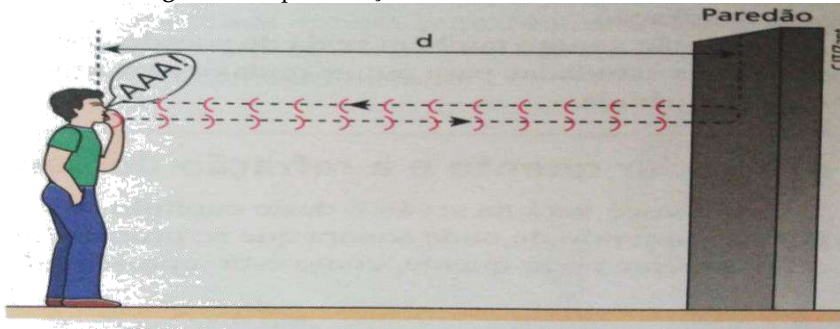
##### *Reflexão e difração*

Aula expositiva utilizando o quadro para explicar os fenômenos da reflexão e da difração:

Reflexão: ocorre quando as ondas sonoras, ao atingirem um obstáculo fixo, são refletidas. O som refletido mantém a mesma velocidade de propagação, mesma frequência e o mesmo comprimento de onda do som incidente.



Figura 12: Representação do fenômeno da reflexão.



Fonte: VILLAS BÔAS, DOCA e BISCUOLA (2010)

Sendo o módulo da velocidade de propagação do som no ar, o som refletido chegará à pessoa após um intervalo de tempo  $\Delta t$ , tal que  $v = \frac{2d}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{2d}{v}$ .

Na sequência, os alunos serão desafiados a realizar os cálculos para responder a seguinte questão:

- Considerando que o som deve ir até o obstáculo e voltar ao receptor e o tempo considerado é de 0,1 s. Qual será a distância mínima necessária para que o eco ocorra?

Após os alunos finalizarem suas respostas, a professora fará no quadro a resolução, onde serão lembradas as questões propostas no segundo passo.

**DIFRAÇÃO:** ocorre quando os obstáculos atingidos pelas ondas sonoras apresentam dimensões inferiores ou de mesma ordem de grandeza às do seu comprimento de onda. Sons de frequências mais baixas, por terem maior comprimento de onda, difratam-se mais que os de frequências mais altas.

**Figura 13:** Representação do fenômeno da difração grande facilidade para se difratar.



Um observador em *O*, embora não veja o automóvel em *A*, consegue ouvir muito bem o ruído produzido por ele. Note,  
Fonte: VILLAS BÔAS, DOCA e BISCUOLA (2010)

Será realizada uma demonstração com o despertador tocando fora da sala de aula e os alunos dentro, para que percebam a difração do som. Essa breve demonstração será relacionada com a Figura 10, apresentada no segundo passo.

### RESSONÂNCIA E INTERFERÊNCIA

Para o estudo do fenômeno da ressonância e da interferência pretende-se utilizar dois diapasões didáticos para demonstrar como ocorrem os fenômenos da ressonância e da interferência.

Será utilizado dois diapasões com caixas de ressonância, de frequências iguais colocados lado a lado. Um deles será colocado para vibrar numa frequência de 440 Hz e conseqüentemente o diapasão que está ao lado vibrará também na mesma frequência. Dessa forma, será explicado o fenômeno da ressonância:

**DISCUSSÃO SOBRE RESSONÂNCIA:** é o fenômeno que acontece quando uma fonte emite um som de frequência igual a vibração natural de um receptor. Dessa forma o som é amplificado, pois passa a vibrar com amplitudes maiores.

Será discutido que o mesmo acontece com os violões, tambores e trompetes.

Posteriormente, colocando os dois para vibrar ao mesmo tempo, será observado o fenômeno da interferência:

**DISCUSSÃO SOBRE INTERFERÊNCIA:** é o fenômeno que ocorre quando duas ou mais ondas se encontram, gerando uma onda resultante igual à soma algébrica das perturbações de cada onda. Será retomada a simulação “Som”, realizada no terceiro passo e a partir dela será discutido que tanto a intensidade como a frequência das ondas emitidas pelas fontes sonoras são iguais e que a diferença de intensidade do som percebida na simulação é produzida à medida que se varia a posição do ouvinte, devido a diferença de fase. A partir dessa diferença de intensidade será abordada a interferência construtiva e destrutiva, que é causada devido à diferença das distâncias das fontes ao ouvinte.

Para finalizar, serão utilizados dois instrumentos musicais diferentes ao mesmo tempo e com a utilização do software *Soundcard Scope* observaremos a interferência produzida.

As atividades desta etapa acontecerão em três horas/aula.

### **Finalizando as UEPS 1 e UEPS 2**

#### **5. Situações-problema em nível mais alto de Complexidade:**

Apresentação da construção de diferentes instrumentos musicais.

Como já foi citado no primeiro passo da UEPS 1, na primeira aula será proposto para os alunos a construção de dois instrumentos musicais (flauta d’água, violão) e um móbile. Para isso a turma será dividida em três grupos, sendo que cada um deles ficará responsável pela construção dos três aparatos. A construção será realizada em casa ou no contraturno das aulas e será fornecido auxílio para a construção e elaboração.

Nas aulas que acontecerão nesse passo, cada grupo irá apresentar um dos instrumentos que produziu, o qual será sorteado pela professora no dia da apresentação. A partir dos instrumentos e do móbile discutiremos os conteúdos abordados

nas aulas anteriores, por meio de questões que deverão ser entregues respondidas pelos grupos no dia da apresentação.

Será disponibilizado um roteiro para auxiliar na construção dos instrumentos<sup>13</sup> e do móbil<sup>14</sup> com as questões que deverão entregar, o qual está descrito abaixo:

## ROTEIRO

*Flauta d'água:*

Materiais:

- Cano de PVC de aproximadamente 30 cm
- Balão
- Fita crepe

Procedimento:

1. Pegue o balão e encaixe-o na boca do cano PVC de modo que não o fure, prendendo-o com fita crepe, para que fique bem fixo.

2. Segure o instrumento na vertical, de forma a deixar a abertura do cano com o balão na parte inferior. Encha o balão com água até a altura do cano.

3. Para tocar este instrumento, basta soprar na extremidade livre do cano de PVC, onde o balão não está encaixado, tentando produzir o som com maior projeção possível no ato de soprar.

4. Após esta etapa aperte a bexiga, de modo a conseguir outros sons musicais.

*Violão*

Materiais:

- Caixa de sapato

---

<sup>13</sup> As orientações para a construção foram retiradas de: MOURA, D. A.; NETO, P. B. O ensino de acústica no Ensino Médio por meio de instrumentos musicais de baixo custo. *Revista Física na Escola*, v. 12, n. 1, p. 12 – 15. 2011.

<sup>14</sup> As orientações para a construção foram retiradas de: COELHO, S. M.; MACHADO, G. R. Acústica e música: uma abordagem metodológica para explorar sons emitidos por tubos sonoros. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 32, n. 1, p. 207-222. 2015.

- Ripa de madeira de tamanho 1 x 0,01 x 0,05 m
- Pregos de tamanho médio e grande
- Três pitões ou ganchos
- Três cordas “Mi” de nylon para violão ou linha de pescar
- Canetinha” colorida
- Lápis
- Cola de contato
- Um copo de vidro 200
- Martelo
- Serra
- Cola de contato
- Alicates
- Faca de cozinha

Procedimento:

1. Identificar as partes que compõe o violão tradicional, o que é explicitado na figura abaixo:

Figura 14: Identificação das partes do violão.



Fonte: MOURA e NETO (2011)

2. A montagem do instrumento começa pela ripa de madeira, que será colada no fundo da caixa de sapato, bem na parte central.

Para isso, recorte, com a faca de cozinha, um espaço em uma das laterais menores da caixa de forma a encaixar a ripa de uma lateral a outra:

**Figura 15:** Caixa de sapato com entrada para a ripa.



Fonte: MOURA e NETO (2011)

3. Demarque, no fundo da caixa de sapato, o local exato onde a ripa será colocada:

**Figura 16:** Caixa de sapato com a demarcação para a colagem da ripa



Fonte: MOURA e NETO (2011)

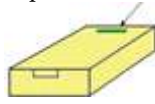
4. Este violão terá duas “bocas”. Para fazê-las, pegue o copo de 200 mL e coloque-o com a extremidade aberta para baixo nas laterais do local demarcado no fundo da caixa de sapato, desenhe dois círculos e depois recorte-os.

5. Encaixe a ripa e cole-a na parte anteriormente demarcada, encostando-a no fundo da lateral menor oposta à do encaixe.

6. Depois, utilize três pregos, um maior no centro, para prender a ripa no fundo, sendo estes pregados horizontalmente, em linha, deixando-os um pouco expostos para que posteriormente possam prender as cordas.

7. Tendo realizado esta etapa, é hora de trabalhar na parte externa do instrumento. Primeiro, é necessário obter as medidas dos trastos de braço de um violão tradicional, da pestana até o final da casa 12 do instrumento (por volta de 33 cm). Pegue a canetinha, esvazie-a e corte-a no meio; o local indicado na Figura 17 é onde se colocará uma de suas metades, que será o rastilho do violão.

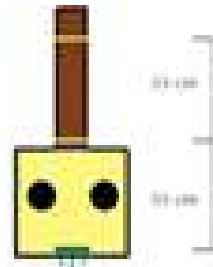
**Figura 17:** Caixa de sapato com cavalete de canetinha,



Fonte: MOURA e NETO (2011)

8. Utilizando a medida obtida anteriormente, no caso 33 cm, meça do cavalete 33 cm em relação a ripa e marque esta posição. Meça desta posição os mesmos 33 cm até o final da ripa, e marque também esta posição, como na Figura 18.

**Figura 18:** Medidas do violão.



Fonte: MOURA e NETO (2011)

9. Esta última posição marcada será a pestana do violão (observar a seta no braço do violão), onde a outra metade da “canetinha” deverá ser colocada.

10. Agora prenda os três pitões na parte anterior à pestana, se possível horizontalmente e em linha. Amarre as três cordas uma em cada pitão, passe-as por cima da pestana e depois do rastilho, então prenda-as nos pregos que prendem a ripa, mas sempre direcionando-as de forma retilínea, ou seja, a corda do pitão do centro é presa ao prego do centro, e assim por diante.

11. Então gire os pitões para afinar o violão.

*Móvil*

Materiais:

- Tubos de alumínio (comprimentos: 23cm, 25cm, 27cm, 29cm, 31cm e 33cm)
- Cordão

- Agulha
- Linha
- Trena e régua
- Tesoura
- Acessórios de plástico para percussão e suspensão dos tubos
- Móveis prontos para manipulação

Procedimento:

1. Faça a suspensão dos tubos no suporte de forma equidistante, ou seja, divida a circunferência em seis partes iguais.
2. Utilize tubos de diferentes comprimentos.

Questões para serem respondidas e entregues:

- 1) As três cordas do violão produzem o mesmo som quando são vibradas? Por quê?
- 2) Qual a qualidade que influencia na afinação das cordas? Como?
- 3) Diminuindo a quantidade de água no balão, o som produzido pela flauta será alterado? Explique por quê.
- 4) Se o comprimento do cano PVC fosse maior, o som produzido pela flauta mudaria? Justifique.
- 5) Ao tocar nos tubos do móvel, que possuem comprimentos diferentes, o som produzido por eles é o mesmo? Explique
- 6) Descreva o fenômeno da ressonância a partir de um dos aparatos construídos.
- 7) Descreva uma situação em que foi possível observar o fenômeno da difração. Indique com qual dos aparatos essa situação foi observada.
- 8) Proponha uma situação, a partir dos aparatos construídos, onde o fenômeno da reflexão pode ser observado. Explique utilizando desenhos.
- 9) Se os aparatos forem tocados ao mesmo tempo:
  - a) Conseguiremos identificá-los mesmo assim? Por quê?



b) Algum fenômeno estudado estará associado a isso? Justifique.

Atividade a ser desenvolvida em duas horas/aula.

#### **6. Reconciliação Integrativa:**

Será solicitada a construção de um mapa conceitual individual sobre todos os conceitos abordados nas UEPS. O objetivo dessa atividade é avaliar a evolução conceitual e a forma com que relacionam os conceitos trabalhados.

O passo será desenvolvido em duas horas/aula.

#### **7. Avaliação da aprendizagem na UEPS:**

Os alunos irão responder às questões abaixo:

1) (ALVARENGA; MÁXIMO, 1979) Durante uma tempestade, uma pessoa observa um relâmpago e somente após 10 s ela escuta o barulho do trovão correspondente. A que distância ocorreu a descarga elétrica que provocou o relâmpago e o trovão?

2) Estabeleça as relações necessárias entre as qualidades fisiológicas do som com a frequência e a amplitude de uma onda sonora.

3) (Enem PPL 2013) Visando reduzir a poluição sonora de uma cidade, a Câmara de Vereadores aprovou uma lei que impõe o limite máximo de 40 dB (decibéis) para o nível sonoro permitido após as 22 horas. Ao aprovar a referida lei, os vereadores estão limitando qual característica da onda?

- a) A altura da onda sonora.
- b) A amplitude da onda sonora.
- c) A frequência da onda sonora.
- d) A velocidade da onda sonora.
- e) O timbre da onda sonora.

4) Um grupo de crianças estava brincando de esconde-esconde. Enquanto um deles, chamado João, estava contando num muro, duas das crianças resolveram esconder-se atrás do

mesmo. Mesmo sem João ver as crianças ele sabia que elas estavam do outro lado do muro. Explique qual o fenômeno físico é responsável por isso.

5) Considere que dois violões com as cordas lá igualmente afinadas estão posicionados lado a lado. Ao tanger a corda lá de um deles observamos que a corda lá do outro também vibra. Qual fenômeno estudado explica esse acontecimento?

6) (G1 - UFTPR 2008) Sobre ondas sonoras, considere as seguintes afirmações:

I - As ondas sonoras são ondas transversais.

II - O eco é um fenômeno relacionado com a reflexão da onda sonora.

III - A altura de um som depende da frequência da onda sonora.

Está(ão) correta(s) somente:

a) I.

b) II.

c) III.

d) I e II.

e) II e III.

7) Um homem ocupa uma região entre duas potentes caixas de som. Com a ajuda de um detector sonoro, ele percebe que em diferentes posições o som produzido pelas caixas sonoras é mais ou menos intenso. Sobre a constatação do homem, indique qual o fenômeno sonoro responsável por isso e como ocorre.

Esta atividade ocupará uma hora/\*aula.

## **8. Efetividade da UEPS:**

Será feita uma análise qualitativa e quantitativa sobre as atividades realizadas no desenvolvimento da UEPS, onde se buscará verificar se ocorreu uma aprendizagem significativa. Essa aprendizagem será considerada significativa se houver um progresso na aprendizagem do aluno ao longo do desenvolvimento das atividades.

## REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, B.; MÁXIMO, A. **Curso de física**. São Paulo: Harper & Row do Brasil, 1979.
- COELHO, S. M.; MACHADO, G. R. **Acústica e música**: uma abordagem metodológica para explorar sons emitidos por tubos sonoros. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 32, n. 1, p. 207-222. 2015.
- GUIMARÃES, B. Morcegos. **Revista Superinteressante**. Disponível em: <https://super.abril.com.br/ciencia/morcegos/>.
- MOURA, D. A.; NETO, P. B. **O ensino de acústica no Ensino Médio por meio de instrumentos musicais de baixo custo**. *Revista Física na Escola*, v. 12, n. 1, p. 12 – 15. 2011.
- SANTOS, L. L. O uso de recursos da Plataforma Moodle no ensino de Ondulatória e Acústica a turmas da segunda série do Ensino Médio. 2016. 59 f. **Dissertação** (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade de Brasília, Brasília, 2016.
- SILVA, S. T. Propagação do som: conceitos e experimentos. 2011. 77 f. **Dissertação** (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.
- SILVA, A. C.; SANTOS, C. A. Lâminas em alto-relevo para ensinar fenômenos ondulatórios a deficientes visuais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, nº 4, p. e5406. 2018.
- VILLAS BÔAS, N.; DOCA, R. H.; BISCUOLA, G., J. **Física**. São Paulo: Editora Saraiva, 2010.

### CAPÍTULO 3

## UEPS PARA O ENSINO DE CONCEITOS BÁSICOS DE MECÂNICA A PARTIR DA INTERAÇÃO DOS ALUNOS COM ATIVIDADES E JOGOS DIDÁTICOS

Me. Cecília Elenir dos Santos Rocha - UFSM - Campus Santa  
Maria - Email: rceciliaelenir\_37@hotmail.com

Dr.<sup>a</sup> Carla Beatriz Spohr - Universidade Federal do Pampa  
(UNIPAMPA) - Campus Uruguaiana - Email:  
carlaspohr@gmail.com

**Público-Alvo:** 9º ano do Ensino Fundamental

A presente proposta visa contribuir para o ensino e aprendizagem dos conceitos gerais de mecânica. O objetivo desta UEPS é promover aprendizagens significativas no ensino de ciências, propiciando espaços de reflexão sobre o funcionamento do mundo em que vivemos e a apropriação de conceitos científicos. A escolha das atividades e jogos didáticos como estratégias para o ensino de conceitos de cinemática se justifica por contribuir no processo de aquisição de conhecimentos de forma dinâmica e atual, utilizando instrumentos que consigam despertar o interesse dos alunos e motivá-los a aprender.

**Total de horas-aula a serem destinadas para o desenvolvimento da UEPS:** 14 horas/aula

**Passos da UEPS:**

**1. Definição do conteúdo e dos conceitos:** a presente UEPS aborda os conteúdos e conceitos básicos de mecânica: velocidade média, Leis de Newton, força mecânica e aceleração. Na escola, esses conceitos são introduzidos inicialmente a partir do 9º ano do

ensino fundamental e geralmente é o primeiro contato dos estudantes com o estudo da Física, suas leis e teorias.

**2. Investigação Conhecimento Prévio:** neste passo a proposta é que seja realizada a investigação dos conhecimentos prévios dos estudantes a partir da realização de um pré-teste de conhecimento e reflexão por meio de roda de conversa, conforme as situações propostas a seguir:

*Situação I: Pré-teste de Conhecimento*

- a. Você saberia explicar o que é movimento?
- b. Por que uma bola volta depois de se chocar contra a parede?
- c. Como se apresenta um corpo em estado de repouso?
- d. Por que é mais difícil empurrar um caminhão do que uma bicicleta?

**SUGESTÃO:** as questões utilizadas no pré-teste podem ser reflexivas, com o objetivo de levar o aluno a examinar situações facilmente relacionáveis com o seu cotidiano para que ele possa expressar aquilo que supõe ser uma explicação viável para o questionamento. Nesse caso pode ser válido fazer essa associação, considerando que nessa etapa do ensino os alunos geralmente têm o primeiro contato com o estudo da física.

Após a aplicação do questionário, a turma pode ser disposta em uma roda de conversa para a realização de uma atividade introdutória, cujo objetivo é identificar o fenômeno físico que os estudantes associam ao ver determinadas imagens previamente selecionadas para instigar o debate. Abaixo apresentamos um exemplo desta atividade:

*Situação II – Roda de conversa:*

**O que as figuras significam para você?**

Obs.: Os alunos podem ser orientados a identificar o fenômeno que relaciona as figuras aos fenômenos físicos, sem preocupação em acertar. O importante, neste momento, é refletir sobre as situações apresentadas. As discussões podem partir, por exemplo, de questionamentos tais como:

a) Supondo que o ciclista parta de sua casa em direção a outro lugar, quais fatores estão envolvidos nesse percurso? Sua posição varia? Como poderíamos saber se o lugar de destino é perto ou longe do seu lugar de partida?

**Figura 1:** Homem andando de bicicleta ao anoitecer.



Fonte: Pixabay no Pexels<sup>15</sup>

b) O que a placa de sinalização indica aos motoristas? O que significa 80 km/h?

---

<sup>15</sup>Disponível em: <https://images.pexels.com/photos/207779/pexels-photo-207779.jpeg?auto=compress&cs=tinysrgb&dpr=2&h=650&w=940> . Acesso em 06 de abril de 2021.

**Figura 2:** Placa de trânsito.



Fonte: Uirá Lourenço no Mobilize<sup>16</sup>

c) Na imagem, o que causa o movimento da bola? O que pode determinar onde a bola irá parar após ser chutada?

**Figura 3:** homem de calça preta jogando futebol durante o dia.



Fonte: Pixabay no Pexels<sup>17</sup>

---

<sup>16</sup>Disponível em: <https://www.mobilize.org.br/blogs/brasil-para-pessoas/sem-categoria/abandono-que-custa-vidas/>. Acesso em 06 de abril de 2021.

<sup>17</sup> Disponível em: <https://images.pexels.com/photos/159516/soccer-goal-keeper-player-kick-159516.jpeg?cs=srgb&dl=pexels-pixabay-159516.jpg&fm=jpg>. Acesso em 06 de abril de 2021.

**SUGESTÃO:** É importante que as respostas sejam registradas (através de anotações, filmagens, gravação de áudio, entre outras maneiras).

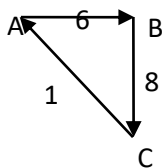
Tempo estimado: 1 hora/aula.

**3. Situações-problema Introdutórias:** propõe-se uma aula prática a ser realizada na área externa da sala de aula, em uma quadra cimentada ou ginásio de esportes da escola. Os alunos serão divididos em trios e seguirão o roteiro:

*Situação III - Determinando as características do movimento*

Orientações: a atividade deverá ser realizada em trios. Será necessário caderno, lápis, borracha e um cronômetro. Não se trata de uma competição, o objetivo é analisar, por meios de observação da prática, alguns conceitos relacionados ao movimento.

Contexto: No pátio da escola, estão estabelecidos três deslocamentos sucessivos, que formam um ângulo reto ( $90^\circ$ ). Os deslocamentos são de 8 metros, 6 metros e 10 metros, unidos por pontos A, B e C.



Procedimentos:

1ª Fase:

1º) Um dos estudantes do trio posiciona-se no ponto A;

2º) Outro estudante deve portar o cronômetro zerado e acioná-lo quando solicitar ao colega que comece a correr, o qual deve sair de A, passar por B, chegar em C, e sem parar, retornar a A passando antes por B.



3º) No quadro a seguir o terceiro integrante do trio deve anotar a distância total percorrida, o deslocamento total realizado e o tempo levado para sair de A e retornar ao ponto de origem;

Nome	Distância	Deslocamento	Tempo

2ª Fase:

1º) Novamente, o aluno do trio que estava com o cronômetro na fase anterior posiciona-se no ponto A.

2º) O outro colega aciona o cronômetro no momento em que o aluno sair de A. Este deve passar por B, chegar em C e retornar a A em linha reta (sem passar por B).

3º) No quadro a seguir o terceiro integrante do trio deve anotar a distância total percorrida, o deslocamento total realizado e o tempo levado para sair de A e retornar ao ponto de origem nesse novo percurso;

Nome	Distância	Deslocamento	Tempo

Com base em suas observações, responda:

- O que são os pontos A, B e C?
- Tomando por base os valores das distâncias percorridas e dos deslocamentos, calculem a velocidade média.
- Qual a diferença entre deslocamento e distância percorrida?

No decorrer da atividade conceitos básicos de trajetória, movimento, posição e deslocamento serão trabalhados, havendo interações entre os envolvidos em todos os momentos. Os recursos necessários para realização desta, como local, pontos referenciais e roteiro deverão ser previamente preparados, cabendo ao estudante buscar os significados ao longo da execução das tarefas. A resolução das questões envolvidas durante a atividade deve ser retomada em sala de aula, com a discussão

sobre a atividade e apresentação dos conceitos de velocidade média (trajetória, deslocamento, tempo).

*Situação IV – Relacionar conceitos por meio de Mapas Conceituais (MCs)*

Esta atividade será realizada da seguinte forma: os conceitos chaves e as palavras de ligação dos conceitos estudados serão distribuídos aos estudantes em tiras de papel. Os alunos deverão relacionar os conceitos chaves e as palavras de ligação, de acordo com a proposta de elaboração de Mapas Conceituais (MOREIRA, 2012).

A avaliação deste passo será feita com base na participação dos alunos nas situações e análise dos mapas conceituais produzidos, buscando investigar a capacidade dos estudantes em relacionarem os conceitos e de organizarem de forma hierárquica os assuntos abordados.

Tempo estimado: 4 horas/aula.

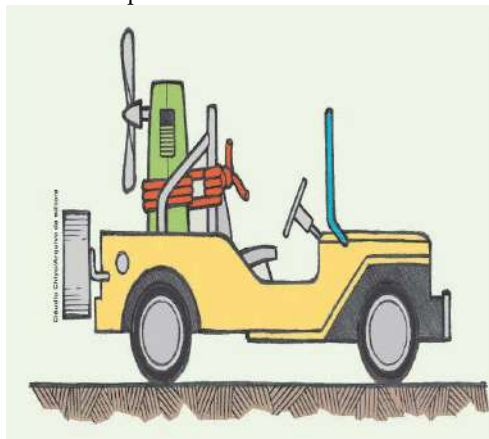
#### **4. Diferenciação Progressiva:**

Neste passo inicia-se o estudo das Leis de Newton, a partir realização de uma atividade prática a ser desenvolvida em sala de aula denominada “um carro movido a ar” (GASPAR, 2013, p. 115, adaptado). Nesta, os alunos devem fazer a montagem, testes e observações para propor explicações acerca do fenômeno observado. O grupo deve anotar suas suposições, no qual terão que reelaborar no término das atividades que envolvem este passo da presente UEPS.

*Situação V - Um carro movido a ar*

a) Em grupos os alunos terão à disposição um ventilador pequeno movido a pilha, um carrinho de brinquedo em que se possa fixar o ventilador e um pedaço de arame ou fio de cobre rígido. O ventilador deve ser fixado com o arame na parte traseira do carrinho; as pás devem ficar posicionadas de modo que impulsionem o ar, conforme a figura:

**Figura 4:** Modelo de experimento com carrinho e ventilador pequeno.



Fonte: Gaspar (2013)

b) Colocar o carrinho em uma superfície plana e ligar o ventilador. Observar o movimento do carrinho (para que isso ocorra, o carrinho deverá ser leve).

c) Como se explica o movimento do carrinho?

Após a realização da atividade pelos grupos, podem-se debater as hipóteses elaboradas pela turma e dar início a abordagem dos conceitos envolvidos pelas Leis de Newton, com conceitos, explicações, exemplos e exercícios.

Complementando o estudo, propõem-se um jogo denominado palavras cruzadas (Situação VI). A dinâmica desta atividade está descrita a seguir e com ela, objetiva-se rever os conceitos abordados anteriormente e esclarecer dúvidas de forma lúdica.

#### *Situação VI - Jogo didático: palavras cruzadas*

a. O docente irá escrever no quadro “AS LEIS DE NEWTON” com letras grandes e aos poucos, outras palavras que tenham relação com o tema devem escritas cruzando-as com as letras da palavra-chave. Os alunos devem ser organizados em grupos de 4 ou 5 alunos, e obedecendo uma ordem definida previamente pelo professor, auxiliam na construção das palavras cruzadas. Sempre

que uma nova palavra for escrita, os alunos deverão apresentar uma breve explicação ou exemplo que dê sentido à palavra, de forma a contextualizá-la no tema. O professor pode auxiliar no processo de relação entre conceitos e os alunos que fizerem as relações cientificamente aceitas recebem pontos.

b.Finalizada essa etapa, os grupos deverão se organizar, reproduzindo o esquema construído coletivamente. Podem ser acrescentados conceitos novos, caso os componentes do grupo perceberem ser necessário e conceituar ou exemplificar as palavras da cruzadinha. Ao término da aula, o professor recolhe os registros

c.Pontuação: sugestão de palavra: 1 ponto; contextualização com o tema: 1 ponto; acréscimo de palavras: 1 ponto; definição ou exemplo correto: 2 pontos.

d.Sugestões de palavras a serem utilizadas na atividade: FORÇA – SENTIDO – INÉRCIA – ACELERAÇÃO – AÇÃO – REAÇÃO – DINÂMICA – MASSA – CORPO – PESO – REPOUSO – MOVIMENTO – REFERENCIAL – OBJETO – ATRAÇÃO

Tempo estimado: 5 horas/aula.

### **5. Situações-problema em nível mais alto de Complexidade:**

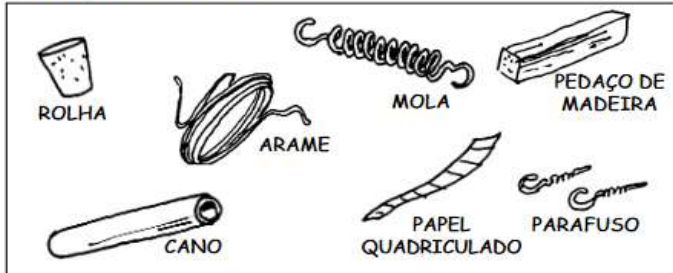
Neste passo da UEPS, com atividade de maior complexidade será proposta a formação de grupos para a construção de um dinamômetro (GREF, 1998, p. 53-55, adaptado). Inicialmente, o docente apresenta o instrumento, explica como proceder na montagem, unidade de medida, sua finalidade e utilidade na física. Após a construção do dinamômetro, cada grupo deverá realizar algumas tarefas e entregá-las para avaliação, conforme segue descrição da Situação VII:

*Situação VII - Atividade: construção de um dinamômetro*

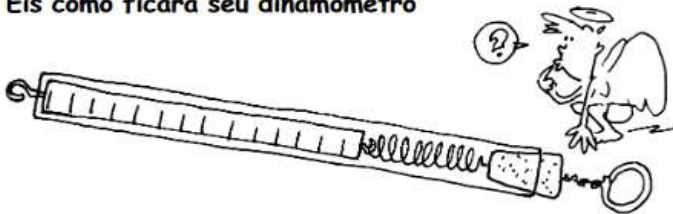
O dinamômetro é um instrumento usado para medir forças. Nesta atividade, os alunos devem construir um dinamômetro, utilizando o material indicado na imagem abaixo.

Figura 5: Materiais necessários para montagem de dinamômetro caseiro.

**Eis o que você vai usar**



**Eis como ficará seu dinamômetro**



Fonte: GREF (1998)

Dicas: para a montagem do dinamômetro, enrole o papel quadriculado no pedaço de madeira. Nas extremidades da madeira, os parafusos com ganchos. Um dos ganchos é utilizado para suspender objetos que se deseja aferir. O outro é usado para prender a mola, e esta última deve ser presa à rolha. Na outra extremidade da rolha utilize o arame para fazer um puxador. Com essa parte montada, insira a rolha dentro do cano de modo que fique bem firme.

Para você fazer, utilizando o dinamômetro construído:

a) Pendure diferentes objetos em seu dinamômetro e perceba os diferentes deslocamentos da mola em número de quadrinhos. Por que isso acontece?

b) Tente usar o dinamômetro para medir outras forças, como a força dos seus próprios dedos ao puxar o gancho. Compare-as com os pesos que você mediu e descreva o que observou.

c) Crie uma escala de medida para o dinamômetro e dê um nome para esta nova unidade de força.

Tempo estimado: 2 horas/aula.

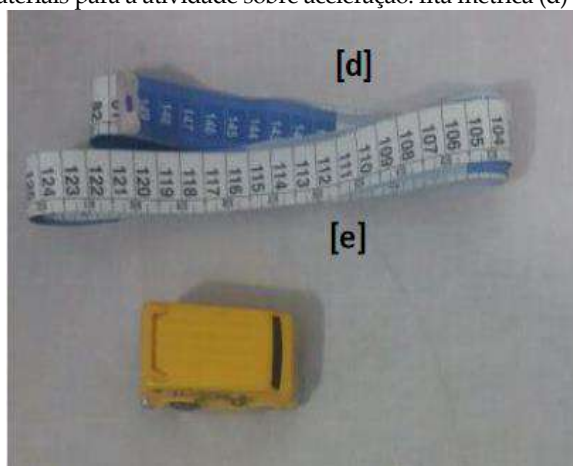
## 6. Reconciliação Integrativa:

Neste passo será trabalhado o conceito de aceleração a partir de um experimento realizado com materiais de baixo custo (SILVA, 2017, adaptado). O objetivo da atividade é fazer com que o aluno perceba que uma das consequências da ação da força é aceleração (ou desaceleração). Desta forma, no decorrer da atividade será necessário que os estudantes apliquem os conceitos de velocidade, deslocamento, força e Leis de Newton para inferir o conceito de aceleração. Abaixo a descrição da atividade:

### *Situação VIII – Aceleração: uma das consequências da força*

Nesta atividade, os alunos irão realizar em grupos, um experimento com os seguintes materiais: carrinho de brinquedo simples e fita métrica, que servirá para medir o deslocamento do carrinho com relação à força aplicada. Também será necessário um cronômetro para medir o tempo gasto em determinadas situações. Ao manusear o carrinho, quanto maior a força que o aluno aplicar, maior será a aceleração, e quanto menor a força, menor será a aceleração.

**Figura 6:** Materiais para a atividade sobre aceleração: fita métrica (d) e carrinho (e).



Fonte: Silva (2017, p. 53)

Reúnam-se em grupos e façam os seguintes experimentos:

a) Posicionem o carrinho ao lado da fita esticada e meçam os deslocamentos percorridos, utilizando impulsos diferentes. Com o cronômetro, meçam o tempo em que o carrinho demora desde que é empurrado até atingir a velocidade igual a zero novamente. Anotem os dados obtidos.

b) Vocês perceberam alguma variação na velocidade nos percursos observados? O que pode ter causado essa variação?

c) Realizem uma nova medição, agora observando a distância percorrida pelo carrinho em diferentes tempos da mesma trajetória. Por exemplo, quanto tempo o carrinho demora a atingir o marco de 50 cm, e a partir desse ponto, qual a distância que ele percorre e em qual período de tempo, até parar?

d) O que pode ser observado em relação ao deslocamento do carro e a velocidade que ele atinge até o primeiro ponto, e até realizar a parada? Que tipos de movimentos podem estar acontecendo com o carrinho?

e) Calculem a aceleração do carrinho nos trajetos realizados.

Durante o desenvolvimento da atividade, a retomada dos conceitos deve ser realizada por parte dos alunos, até que eles possam perceber que o carro realiza um movimento acelerado, impulsionado pela força que lhe é utilizada, e logo após começa a desacelerar. O importante é que os estudantes percebam a existência desses movimentos para que a partir deste ponto, conceitue a aceleração dos corpos, relacionando-as com velocidade, tempo, força. A análise deste passo será feita através das respostas dos alunos às questões propostas.

Tempo estimado: 1 hora/aula.

**7. Avaliação da aprendizagem na UEPS:** busca dos indícios de aprendizagem a partir das atividades desenvolvidas na UEPS através da construção de um mapa conceitual, onde os alunos, individualmente, devem descrever, relacionar e expressar os conceitos, leis, aprendizados que obtiveram sobre os conteúdos

abordados. Replicação do pré-teste de conhecimento (Passo 2) para averiguar se houve indícios de aprendizagem significativa.

Tempo estimado: 1 hora/aula.

**8. Efetividade da UEPS:** da própria UEPS de forma qualitativa e quantitativa com base no progresso apresentado durante as atividades desenvolvidas desde o primeiro passo.

**Observações e comentários que podem ser levadas em consideração no momento da implementação da UEPS:** em todas as atividades propostas é fundamental que o professor interaja com os alunos, questionando-os sobre o experimento que está sendo realizado, auxiliando nas análises dos dados obtidos, mediando as discussões, incentivando o pensamento crítico dos estudantes.

## REFERÊNCIAS

GASPAR, ALBERTO. **Compreendendo a física**, 2 ed, São Paulo: Ática, 2013.

GRAF. **Leituras de física:** GREF mecânica para ler. Fazer e pensar. Instituto de Física da USP, São Paulo, 1998.

MOREIRA, M. A. **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa**. Instituto de Física – UFRGS, 2012. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>. Acesso em 06 de abril de 2021.

SILVA, S. M. Uma abordagem lúdica de conceitos de cinemática e dinâmica newtoniana com alunos do 9º ano do ensino fundamental. **Dissertação** (mestrado) – Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Física, 2017.





## CAPÍTULO 4

### UEPS – INTEGRAÇÃO ENTRE ELETRICIDADE E PARTÍCULAS ELEMENTARES

Dra. Lisiane Barcellos Calheiro – Universidade Federal de  
Grosso (UFMT) - Campus Cuiabá - Email: liscalheiro@gmail.com

Dr.<sup>a</sup> Isabel Krey Garcia - UFSM –  
Campus Santa Maria - Email: isabel.garcia@ufsm.br

**Público-Alvo:** 3º ano do Ensino Médio

### INTRODUÇÃO

Abordamos, neste capítulo, uma proposta de inserção de tópicos de Física de Partículas integradas aos conteúdos de Eletricidade no Ensino Médio, baseada na construção de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), com o objetivo de verificar como esta contribuem para a ocorrência de indícios de aprendizagem significativa.

A UEPS<sup>18</sup> foi implementada durante o primeiro trimestre, em uma escola pública localizada em Santa Maria, interior do estado do Rio Grande do Sul, na disciplina de Física, numa turma do terceiro ano com três períodos semanais de 50 minutos cada hora-aula.

Foram realizadas, inicialmente, atividades que externalizassem os conhecimentos prévios dos alunos a respeito dos conteúdos envolvidos. A partir da análise dessas atividades é que foram construídas as UEPS. Partimos de tópicos mais gerais, como o estudo dos constituintes básicos da matéria, passando pela ideia de modelo para Ciência e os modelos atômicos, integrando-os aos conceitos que envolvem a eletricidade, até inserimos conceitos mais específicos de Física de Partículas, como

---

<sup>18</sup> A UEPS faz parte de uma dissertação de mestrado de Calheiro, 2014.

o estudo das Partículas Elementares. Esta UEPS foi complementada por uma segunda UEPS que abordou tópicos de eletromagnetismo e interações fundamentais.

Total de horas-aula a serem destinadas para o desenvolvimento da UEPS: 19 horas/aula.

### **Passos da UEPS:**

**1. Definição do conteúdo e dos conceitos:-** átomo, modelo, modelos atômicos, modelo padrão, partícula elementar, elétron, próton, nêutron, quark, carga elétrica, quantização da carga, processos de eletrização, força elétrica.

**2. Investigação Conhecimento Prévio:** foram identificados os conceitos e os objetivos que nortearam a unidade didática e os conceitos propostos para desenvolvimento da UEPS.

**a. Situação Inicial** – Propostas três situações iniciais de ensino com a finalidade de verificar os conhecimentos prévios dos alunos.

Primeira situação inicial – aplicação do questionário inicial relacionando os conceitos que foram abordados nas duas UEPS. O questionário inicial foi elaborado com doze questões, sendo duas questões abertas e dez fechadas (este mesmo questionário foi aplicado ao final da segunda UEPS como questionário final).

### Questionário inicial

**Questão 1.** Marque V (verdadeiro) ou F (falso) no que diz respeito aos conceitos da constituição da matéria (se não tiver certeza deixe em branco).

- a. ( ) A matéria é constituída por átomos.
- b. ( ) A matéria é constituída apenas por elétrons e prótons.
- c. ( ) Cada tipo de objeto é formado apenas por um tipo constituinte da matéria.
- d. ( ) A antimatéria é formada por partículas elementares.
- e. ( ) Tudo em nossa volta, os planetas, as estrelas, as árvores, é formado por matéria.

- c. ( ) A antimatéria só existe na ficção e não é encontrada na natureza.
- d. ( ) Toda matéria é composta de léptons e quarks.
- e. ( ) Encontramos antimatéria e matéria na natureza, na mesma proporção.

**Questão 2.** Atualmente consideramos que o átomo é: (marque apenas uma alternativa)

- a. Indivisível e representa a menor porção da matéria.
- b. Uma partícula que faz parte da matéria.
- c. Indivisível composto por partículas elementares.
- d. A menor parte da matéria que caracteriza um elemento químico.

**Questão 3.** Como você define um modelo: (marque apenas uma alternativa)

- a. A ciência descreve a natureza utilizando modelos construídos a partir de hipóteses.
- b. O modelo representa, de forma simplificada, os elementos essenciais de um sistema ou de um fenômeno.
- c. O modelo é uma proposição que enuncia uma relação entre os valores das grandezas que aparecem na descrição de um fenômeno.
- d. O modelo é a descrição real e exata, sem nenhuma idealização da natureza.

**Questão 4.** O núcleo é composto: (marque apenas uma alternativa)

- a. Apenas por prótons c. Por prótons e nêutrons
- b. Apenas por nêutrons d. Prótons, nêutrons e elétrons
- e. nenhuma das alternativas

**Questão 5.** Descreva, com suas palavras, como você definiria FORÇA e como seria possível representá-la num desenho.

**Questão 6.** Ao longo da história da ciência, diversos modelos atômicos foram propostos até chegarmos ao modelo atual. Relacione os modelos atômicos abaixo: Se souber, faça o desenho correspondente.

a. Dalton b. Thomson c. Rutherford d. Bohr

( ) Propôs um modelo planetário, com um centro muito pequeno, onde se concentrava toda a carga positiva e praticamente toda a massa do átomo, em torno do qual orbitavam os elétrons.

( ) Considerava os átomos como partículas maciças, indestrutíveis e intransformáveis, ou seja, não seriam alterados pelas reações químicas.

( ) Em seu modelo os elétrons estão distribuídos em níveis de energia que são característicos para cada elemento. Ao absorver energia, um elétron pode saltar para outro nível e depois voltar a seu nível original. Os prótons e os nêutrons estão no núcleo atômico.

( ) Considerava o átomo como “pudim de passas”, admitia que o átomo fosse uma esfera com carga positiva distribuída de forma uniforme, e os elétrons fazendo papel das passas, ficavam distribuídos dos dentro dessa “massa positiva” permeável.

**Questão 7.** Considerando a teoria atômica em que toda a matéria é constituída por átomos, vários modelos foram construídos para representá-los, desde o modelo de Dalton no século XIX até o modelo de Bohr no século XX. Assim, estudamos nas aulas de Química os modelos de Dalton, de Thomson, de Rutherford e de Bohr. Com relação aos modelos atômicos e a existência dos átomos é correto afirmar que: (marque apenas uma alternativa)

a. A impossibilidade de ver um átomo demonstra que ele e seus modelos são elementos teóricos construídos para explicar alguns conteúdos científicos.

b. A ideia da existência dos átomos é uma hipótese que foi criada para possibilitar as explicações das reações químicas que ocorrem na matéria.

c. Sendo os átomos partículas inobserváveis a função dos modelos atômicos é representar o átomo para possibilitar as explicações das ligações químicas.

d. Os modelos atômicos representam os átomos que constituem os seres vivos e não vivos, possibilitando o entendimento da estrutura da matéria.

e. As microscópicas dimensões do átomo impossibilitam a realização de testes para validar um modelo atômico definitivamente.

**Questão 8.** Você já ouviu falar sobre partículas elementares? Caso sim, o que você entende por partículas elementares: (marque apenas uma alternativa)

a. O próton é um exemplo de partícula elementar. b. São partículas divisíveis.

b. Partículas indivisíveis que não são compostas de nenhuma outra.

c. É o mesmo que um átomo.

**Questão 9.** Você já ouviu falar de antipartículas? Escreva o que você sabe.

**Questão 10.** Como podem ser observadas e detectadas as partículas elementares: (marque apenas uma alternativa)

a. Microscópio b. Observação direta na Natureza (olho nu)

c. Telescópios especiais d. Em laboratórios especializados, como o CERN, na Suíça.

**Questão 11.** Marque as partículas que você já estudou, leu ou ouviu falar na mídia em geral.

a. ( ) prótons ( ) estudou ( ) leu ou ouviu falar

b. ( ) elétrons ( ) estudou ( ) leu ou ouviu falar

- c. ( ) bóson( ) estudou( ) leu ou ouviu falar
- d. ( ) quarks( ) estudou( ) leu ou ouviu falar
- e. ( ) léptons( ) estudou( ) leu ou ouviu falar
- f. ( ) neutrino( ) estudou( ) leu ou ouviu falar
- g.( ) fótons( ) estudou( ) leu ou ouviu falar
- h.( ) mésons( ) estudou( ) leu ou ouviu falar

**Questão 12.** Assinale abaixo o tipo de força que você conhece.

- ( ) Força de atrito.
- ( ) Reação normal de apoio.
- ( ) Força aplicada por um fio.
- ( ) Peso de um corpo.
  - ( ) Força elétrica
  - ( ) Força magnética
- ( ) Força de atração entre dois prótons no núcleo de um átomo.
- ( ) Força envolvida na emissão de um elétron pelo núcleo de um átomo.

Segunda situação inicial - após a análise do questionário pela professora, alguns conceitos foram escolhidos (quadro 1) e os alunos elaboraram, em duplas, mapas livres<sup>19</sup>para responder à questão “De que é formado o universo?”.

---

<sup>19</sup>Definimos como mapa livre uma estratégia didática em que os estudantes têm a liberdade de elaborar relações entre conceitos ou tópicos, em forma de diagrama, sem a preocupação de hierarquia entre os conceitos e sem a necessidade de palavras de ligação que expliquem a relação entre os conceitos

**Quadro 1:** Conceitos disponibilizados aos alunos para a elaboração dos mapas livres

matéria	átomo	bárions	elétrons	prótons	núcleo
partícula elementar	moléculas	neutrino	carga	nêutrons	
bósons	antimatéria	quarks	força elétrica	bósons	
léptons	neutrino	antipartícula	mésons	hádrons	
modelo atômico	força gravitacional		força eletromagnética		

Fonte: autoras

Terceira situação inicial - para finalizar a situação inicial, a professora formulou questões (quadro 2) a partir dos mapas conceituais que foram discutidas em aula e registradas no diário.

**Quadro 2:** Questões elaboradas a partir dos mapas livres

1. De que o Núcleo é formado?
2. Qual a relação núcleo, nêutron e neutrino?
3. Qual a relação entre partícula, partícula elementar e antipartícula?
4. Existe uma relação entre força e interação?
5. Qual a menor parte da matéria?
6. Qual a diferença de átomo e molécula?
7. Quais as partículas que possuem carga?
8. Qual a relação você quis fazer ao colocar *Planeta* no mapa?
9. Existe uma relação entre força e matéria?
10. Qual a ligação do núcleo com as partículas?
11. Existe relação entre matéria e interação?
12. Qual a relação da carga com a partícula?

Fonte: elaborado pelas autoras

Este passo foi implementado em quatro aulas, sendo que as situações foram trabalhadas em dias diferentes.

**3. Situações-problema Introdutórias:** foram desenvolvidas duas situações-problema, num nível introdutório, com o objetivo



de demonstrar a importância dos modelos para a construção do conhecimento, como se deram os primeiros experimentos a respeito da constituição do átomo, introduzir o conceito de partícula elementar e carga elétrica e demonstrar experimentalmente os processos de eletrização. No início de cada situação-problema propusemos questões-chave para serem discutidas pelo grande grupo antes da realização das situações.

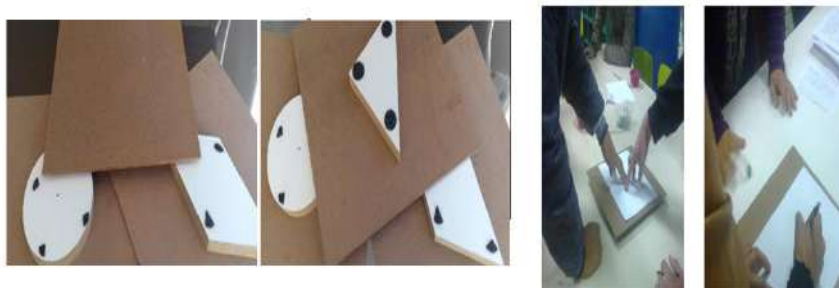
**a. Situação-problema inicial 1 – “O Espalhamento de Rutherford”** – atividade proposta pelo Núcleo de Pesquisa em Inovações Curriculares, apresentada e publicada na revista Física na Escola sob o título Espalhamento de Rutherford na sala de aula do Ensino Médio, de (SIQUEIRA e PIETROCOLA, 2010).

Questão-chave – Como descrever o átomo se não podemos observá-lo diretamente?

Para respondermos esta questão desenvolvemos uma situação baseada em observações, utilizando uma metáfora como analogia aos princípios que sustentam os aceleradores reais e empregando princípios explorados no trabalho de Ernest Rutherford. Para tanto, foram confeccionados materiais conforme descritos na dissertação de Calheiro (2014). Após a atividade apresentamos um vídeo <http://www.youtube.com/watch?v=mmAvvx5m6tscom> a demonstração do experimento de Rutherford e com questões para os alunos discutir a situa

Propusemos, durante a realização da atividade, uma discussão sobre a possibilidade alternativa para visualização do átomo, se ele possui uma forma e qual seria. Na imagem 1 mostramos algumas imagens do aparato e dos alunos durante a realização da atividade

**Imagem 1:** Aparato feito pela autora de acordo com Siqueira e Pietrocola, 2010.



Fonte: autoras

**b. Situação-problema inicial 2 – “Processos de Eletrização”** – nesta situação-problema exploramos as propriedades elétricas da matéria, tais como conservação da carga, quantização da carga, tipos de carga, atração e repulsão entre as cargas de forma experimental e investigativa, através de experimentos (imagem 2) sobre eletrização. Ao término da realização das atividades experimentais, os alunos confrontaram e discutiram as respostas com o grande grupo. Antes, os alunos resolveram a questão chave.

Questão-chave– Você já deve ter observado que, algumas vezes, ao descermos do carro e encostarmos-nos à porta levamos um leve choque. Existe alguma relação entre estes fatos citados e a constituição da matéria.

**Imagem 2:** fotos dos alunos durante a execução da atividade – “Processos de Eletrização”



Fonte: autoras

Este passo foi implementado em quatro aulas, sendo que as situações foram trabalhadas em dias diferentes.

**4. Diferenciação Progressiva:** Foram introduzidos os conceitos, começando com os aspectos mais gerais, de átomo, partícula como constituinte da matéria, modelos atômicos, próton, nêutron, elétron, carga elétrica, processos de eletrização e eletricidade. Estes conceitos foram apresentados e discutidos no grande grupo durante a apresentação de slides.

Este passo foi implementado em duas aulas.

**5. Complexidade:** Foram propostas novas situações-problema com um maior nível de complexidade com o objetivo de discutir com os alunos o surgimento das partículas elementares e como elas estão organizadas no Modelo Padrão.

**Nova situação-problema** - Neste passo, foram apresentadas novas situações-problema, com um nível maior de complexidade, a partir de um organizador prévio. Antes, os alunos responderam a questão chave proposta.

Questão-chave– Existem partículas menores que os prótons, nêutrons e os elétrons? Em caso afirmativo como elas podem ser detectadas?

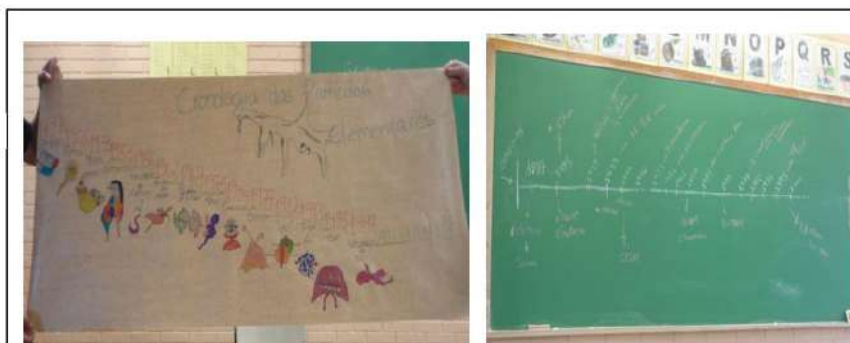
**a. Situação-problema 1** – O filme “O Discreto Charme das Partículas Elementares” (Abdalla, 2008) serviu como organizador prévio para esta situação. Nesta atividade, após assistir o filme, foram distribuídas, para cada dupla de alunos, questões retiradas do texto de apoio da dissertação de Pinheiro, (2011).

**b. Situação-problema 2** – Na aula seguinte ao filme foram discutidas as respostas das questões, com a mediação da professora. Ao final, foi proposto aos alunos a elaboração, em

duplas, de um mapa conceitual utilizando o programa *Cmaptools* Tools com os conceitos apresentados.

**c. Situação-problema 3** – Os conceitos foram novamente apresentados através do artigo “Sobre o Discreto Charme das Partículas Elementares” (Abdalla, M., 2005). Nesta atividade a turma leu o artigo com a mediação da professora, que no decorrer da leitura destacou alguns pontos relevantes sobre partículas elementares, conforme estes iam sendo apresentadas no artigo. Ao término da leitura e da discussão, os alunos elaboraram uma linha de tempo (imagem 3) das diferentes Partículas Elementares e apresentaram aos colegas.

**Imagem 3** - Linhas do tempo apresentadas por dois grupos.



Fonte: autoras

Este passo foi implementado em seis aulas, sendo que as situações foram trabalhadas em dias diferentes.

**6. Reconciliação Integrativa:** Neste passo foi realizada uma aula expositiva com o objetivo de concluir a unidade, retomando os conteúdos e integrando as atividades desenvolvidas durante a UEPS, buscando a reconciliação integrativa.

Este passo foi implementado em duas aulas.

**7. Avaliação da aprendizagem na UEPS:** Nesta atividade, foram propostas questões abertas e fechadas sobre partículas elementares, possibilitando aos alunos expressarem livremente sua compreensão (três questões presentes na avaliação - quadro 3).

**Quadro 3:** Questões avaliação somativa

**QUESTÃO 1** – Dada as situações A e B, relacione-as com os processos de eletrização e responda as questões abaixo. **Situação A** – Um estudante de física, curioso, aproxima um corpo eletrizado com cargas positivas de um bloco condutor em forma de paralelepípedo, sem tocar. Na presença do corpo eletrizado, ele aterra rapidamente a extremidade oposta do bloco, desfazendo essa ligação logo em seguida. Posteriormente, ele afasta o corpo eletrizado do bloco. 1. Desenhe as situações proposta na situação A. 2. Qual a situação final do bloco em relação às cargas elétricas? 3. Como se chama esse processo de eletrização?

**Situação B** – Em uma aula prática de física, a professora levou alguns materiais para atividade de eletrização: um pêndulo, um canudo e um guardanapo de papel para cada grupo de alunos. Pediu que os alunos realizassem as seguintes etapas: 1º Esfregue o canudo com o guardanapo e aproxime-o da parte metálica do pêndulo. O que acontece? Descreva e desenhe a situação. 2º Após, encoste o canudo no pêndulo. Explique o que acontece. Quais os processos de eletrização verificados na aula prática? Identifique-os em cada etapa.

**QUESTÃO 2** – Descreva os modelos atômicos estudados e represente-os através de desenhos.

**QUESTÃO 3** – Faça um esquema da relação entre os tópicos partícula elementar, antipartícula e modelo padrão.

Fonte: autoras

Este passo foi implementado em uma aula, sendo que as situações foram trabalhadas em dias diferentes.

**8. Efetividade da UEPS:** Verificação de êxito na implementação da UEPS, através da avaliação de desempenho dos alunos denotada através da análise da progressiva evolução de um campo conceitual, enfatizando evidências contínuas e não comportamentos finais.

## REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Paralelo editora, Ida. Lisboa, PT, 2000.
- BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M. Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de Física Moderna. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 387-404, dez. 2005.
- CALHEIRO, L. B. Inserção de tópicos de Física de Partículas Integradas aos Conteúdos Tradicionalmente Abordados no Ensino Médio. **Dissertação** (Mestrado em Educação em Ciências), UFSM, Santa Maria, 2014.
- GAMA, E.; BARROSO, M.F. Física na Escola na Europa. **Física na Escola**, v.10, n.2, p.32-35, 2009.
- KNEUBIL, F. B. Explorando o CERN na Física do Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, 2013.
- MOREIRA, Marco A. Partículas e interações. **A Física na Escola**. São Paulo, 5(2): 10-14, 2004.
- MOREIRA, Marco A. Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa. Revisado e publicado em espanhol, em 2005, na **Revista Chilena de Educação Científica**, 4(2): 38-44. Revisado novamente em 2012. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>
- MOREIRA, Marco A. **A teoria da Aprendizagem Significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.
- MOREIRA, Marco A. Aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica in: Conferência de encerramento do V Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Madrid, Espanha, Setembro de 2006 e do I Encuentro Nacional sobre Enseñanza de la Matemática, Tandil, Argentina, abril de 2007. Disponível em: [www.if.ufrgs.br/~moreira/visaooclassicavisaoocritica.pdf](http://www.if.ufrgs.br/~moreira/visaooclassicavisaoocritica.pdf)
- OSTERMAN, F.; MOREIRA, M. A. Atualização do currículo de Física na escola de nível médio: um estudo desta problemática na

perspectiva de uma experiência em sala de aula e da formação inicial de professores. Caderno Catarinense de Física, Florianópolis, V.18(2), 2001.

PIETROCOLA, M.; et al. Física em contextos: pessoal, social e histórico. Livro do Professor. São Paulo: FTD, 2010.

PEREIRA, M.M. LHC: o que é, para que serve e como funciona. Física na Escola. v.12, n.1, p.37-41. 2011.

PEREIRA, A. P.; OSTERMANN, F. Sobre o Ensino de Física Moderna e Contemporânea: uma revisão da produção acadêmica recente. Investigação em Ensino de Ciências, 14(3): 393 -420, dez. 2009.

PINHEIRO, L. A. COSTA, S. S. C. Relato sobre a implementação de uma unidade de aprendizagem sobre partículas elementares e interações fundamentais no ensino médio. Experiências em Ensino de Ciências – V4(3), pp. 101-116, 2009.

SIQUEIRA, M. R. P. **Do Visível ao Indivisível: uma proposta de Física de Partículas Elementares para o Ensino Médio.** São Paulo, SP. 2006. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. Instituto de Física e Faculdade de Educação.

VIDAL, X. C. e MANZANO, R. C. O LHC ajudando a entender conceitos de eletrostática no Ensino Médio. **Física na Escola**, v. 11, n. 2, 2010.

## CAPÍTULO 5

### UEPS - INTEGRAÇÃO ENTRE AS INTERAÇÕES FUNDAMENTAIS E O ELETROMAGNETISMO

Dra. Lisiane Barcellos Calheiro - Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) - Campus Cuiabá - Email: liscalheiro@gmail.com

Dr.<sup>a</sup> Isabel Krey Garcia - UFSM - Campus Santa Maria - Email:  
isabel.garcia@ufsm.br

**Público-Alvo:** 3º ano do Ensino Médio

#### INTRODUÇÃO

Abordamos, neste capítulo, uma proposta de inserção de tópicos de Física de Partículas integradas aos conteúdos de Eletromagnetismo no Ensino Médio, baseada na construção de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), com o objetivo de verificar como estas contribuem para a ocorrência de indícios de aprendizagem significativa. A UEPS foi implementada durante segundo trimestre, em uma escola pública localizada em Santa Maria, interior do estado do Rio Grande do Sul, na disciplina de Física, numa turma do terceiro ano com três períodos semanais de 50 minutos cada hora-aula.

A primeira UEPS abordou a integração entre conteúdos de Eletricidade e o tópico Partícula Elementar. A segunda UEPS objetivou aproximar os conceitos de campo elétrico, campo magnético e o estudo das interações fundamentais, com os conteúdos Eletromagnetismo

**Total de horas-aula a serem destinadas para o desenvolvimento da UEPS:** 19 horas-aula.



## **Passos da UEPS:**

**1. Definição dos Conceitos:** Interações fundamentais, lei de Coulomb, campo magnético, campo elétrico, modelo padrão e propriedades magnéticas.

**2. Investigação de conhecimento prévio.** Foram elaboradas situações iniciais com o objetivo de explicitar a estrutura cognitiva relevante.

**a. Situação inicial** – foram propostas duas atividades iniciais com o objetivo de verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conceitos de força e interação.

Primeira situação inicial – “Interagindo com as imagens”.

A primeira atividade teve como objetivo investigar os conhecimentos prévios dos estudantes, relacionados aos conceitos de força e interação. Foi entregue a cada dupla uma folha contendo imagens (imagem 1) com representações de tipos de forças e interações para que os alunos observassem e, posteriormente, relatassem suas observações.

Segunda situação inicial– Mapa Conceitual

Nesta atividade as figuras foram novamente apresentadas através de slides, para discussão com o grande grupo. Após, os alunos, em duplas, elaboraram mapas conceituais relacionando os conceitos verificados nas imagens. Foi utilizado o programa *cmptools* para durante a confecção dos mapas. As atividades com mapas foram feitas sempre pela mesma dupla de alunos desde a confecção do mapa livre na primeira UEPS. Uma sugestão é que se a UEPS for aplicada em turno inverso cada alunos desenvolva seu mapa.

**Imagem 1:** algumas das imagens utilizadas na situação inicial.

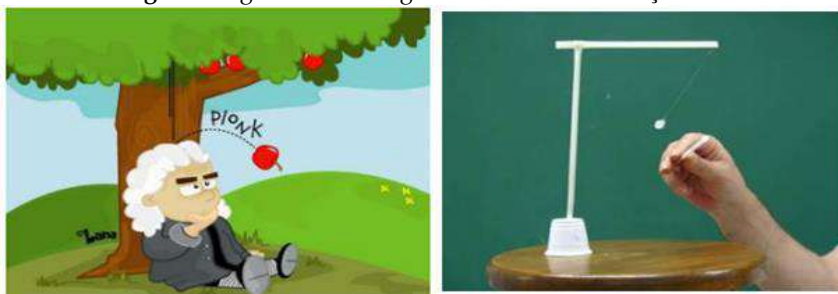


Imagem disponível: <http://blogdobahe.nse.com/post/newton-e-a-lei-de-gravitacao/> Imagem disponível: <http://www.notapositiva.com/>

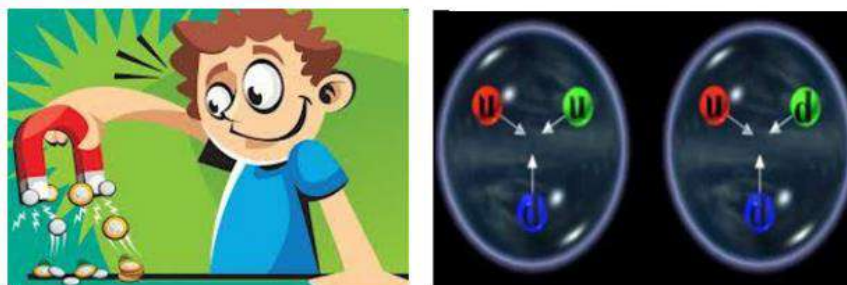


Imagem disponível: <http://www.necrio.com.br/fique-liga-do-de-onde-ve-mos-limas-ou-com-o-sao-feitos>

Imagem disponível: <http://cienciaxreligiao.blogspot.com.br/2012/12/os-argumentos-do-desespero-de-um.html>

Fonte: descritas nas imagens.

Este passo foi implementado em três aulas, sendo que as situações foram desenvolvidas em dias diferentes.

### **3. Situações-problema Introdutórias:**

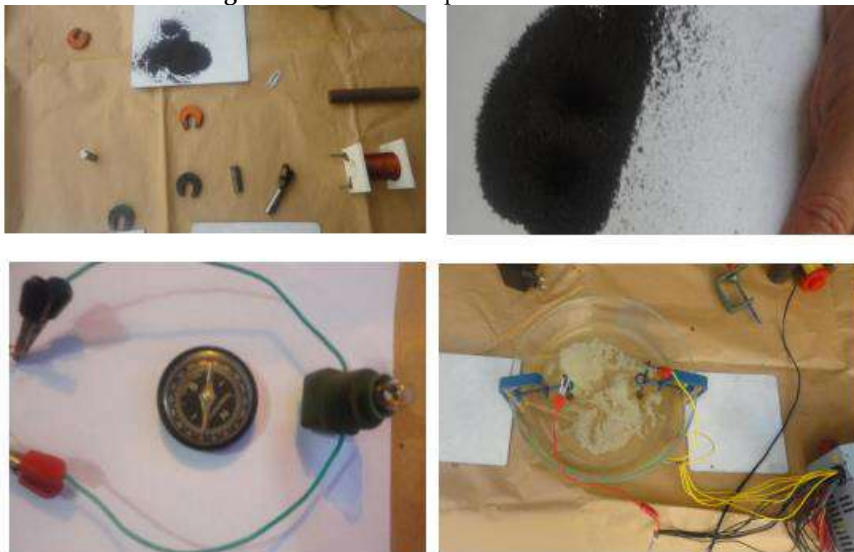
Nesse passo, uma situação-problema foi desenvolvida num nível introdutório, com o objetivo discutir os conceitos de campo elétrico, campo magnético, e introduzir os respectivos conceitos. No início da situação-problema, propusemos uma questão-chave para ser discutida pelo grande grupo antes da realização dos experimentos.

**a. Situação-problema inicial** – foi desenvolvida uma situação-problema com o propósito de discutir com os alunos o conceito de campo. Foram realizadas atividades experimentais demonstrativas relacionadas aos conceitos de campo.

Questão-chave – Como você explica o fato da lua e os satélites artificiais se manterem em órbita ao redor da terra e não colidirem?

**“Construindo a ideia de campo”** – Esta situação foi desmembrada em quatro experimentos (imagem 2), demonstrados e mediados pela professora. Foram entregues para cada dupla de alunos questões relacionadas aos experimentos (quadro 1), para serem respondidas na medida em que os experimentos fossem apresentados. Nesta etapa os alunos construíram o conceito de campo, com a mediação da professora. Estas atividades experimentais tiveram como objetivo demonstrar a forma como os corpos interagem, bem como verificar as propriedades eletromagnéticas.

**Imagem 2** – Fotos dos experimentos realizados



Fonte: autoras.

**Experimento 1** – Campo gravitacional e elétrico – identificar a massa e a carga elétrica como fontes dos campos gravitacionais e elétricos, respectivamente.

### Quadro 1. Situações do experimento.

#### **Campo Gravitacional e elétrico**

Objetivos: Identificar a massa e a carga elétrica como fontes dos campos gravitacionais e elétricos, respectivamente.

Demonstrar as interações do campo gravitacional e elétrico.

**Situação – problema A:** a) O que vocês estão medindo quando sobem na balança de uma farmácia? b) Um corpo poderá ter peso nulo? E massa nula? c) Por que quando penteamos os cabelos num dia seco, notamos que os fios repelem-se?

**Situação – Problema B:** Ao atritarmos o canudo, porque ele gruda no quadro?

Questões para discussão: 1. Como um corpo interage com outro? 2. Que ente físico é fonte do campo gravitacional? E do campo elétrico? 3. Como podemos representar o campo gravitacional?

Fonte: autoras

**Experimento 2** – Campo elétrico – visualizar a existência do campo elétrico e suas características através das linhas de campo. A configuração do campo elétrico é obtida através da diferença de potencial de 10 V aplicada em dois eletrodos numa cuba de vidro com água.

**Experimento 3** – Campo magnético – discutir as propriedades dos ímãs e visualizar a existência do campo magnético e suas características através das linhas de campo.

**Experimento 4** - Experiência de Oersted – analisar o efeito magnético de uma corrente elétrica que percorre um fio condutor, conforme proposto por Oersted.

Este passo foi implementado em três aulas.

**4. Diferenciação Progressiva:** foram trabalhados os conceitos de força, interação, propriedades magnéticas, campo elétrico, linhas de campo, campo magnético e eletromagnetismo. Os conteúdos foram apresentados através de slides. Após, os alunos, em dupla, elaboraram um mapa conceitual.

Este passo foi implementado em duas aulas.

**5. Complexidade:** Foi proposta uma nova situação-problema com um maior nível de complexidade. Alguns conceitos foram explicados com mais detalhes e outros foram introduzidos a partir de uma analogia.

**a. Nova situação-problema-** Utilizou-se como questão-chave uma analogia, com o objetivo de fazer relações do conhecimento prévio do aluno com o conceito de interação como troca de partículas mediadoras. Após as discussões, com a mediação da professora, foi realizada a leitura de tópicos de um artigo científico.

Questão chave: Imagine a seguinte situação: Uma comitiva de *aliens* veio ao nosso planeta para estudar os nossos costumes. Entre estes costumes estava a partida de futebol. Só que estes seres extraterrestres, devido a sua estrutura visual, não conseguiam ver os objetos de cor branca e preta. Então, no jogo de futebol, não conseguiam ver a bola. Durante o jogo eles viam os jogadores se movendo e fazendo gestos, dando a entender que trocavam entre si algum tipo de objeto. Eles também podiam ver que, em determinados momentos, a rede, que era azul, se mexia e havia uma grande comoção na torcida. Também perceberam que nesta ocasião a rede adquiria um formato arredondado. Estes seres observaram muitos jogos e faziam várias anotações na tentativa de entendê-lo. Ao final das observações e depois das análises de suas anotações, perceberam que toda a movimentação dos jogadores adquiria sentido se eles estivessem trocando entre si um objeto, e que este objeto deveria ter uma forma arredondada. Todas essas conclusões foram tiradas sem que os *aliens* pudessem efetivamente ver a bola. (KREY, 2009, p. 65).

**a. Situação-problema:** neste passo foi apresentada uma nova situação-problema, relacionada aos conceitos de interação, mediados por troca de partículas.

**Leitura do artigo** – após a discussão da analogia, apresentamos aos alunos parte do artigo científico “O Modelo Padrão da Física de Partículas” Moreira (2009). Durante a leitura, mediada pela professora, os alunos fizeram anotações relacionando os conteúdos já estudados e os novos que foram sendo apresentados no texto. A partir desse quadro de conceitos os alunos, em duplas, elaboraram um mapa conceitual integrando os conceitos estudados nas duas UEPS.

Este passo foi implementado em três aulas.

**6. Reconciliação Integradora:** Neste passo foi realizada uma aula expositiva com o objetivo de concluir a unidade, retomando os conteúdos e integrando as atividades desenvolvidas durante a UEPS, buscando a reconciliação integrativa.

**Revisão** – Alguns conceitos foram apresentados novamente a partir do livro-texto adotado pela escola (Máximo e Alvarenga,2010), lidos em duplas e, após, discutidos com a mediação da professora. Foram entregues exercícios de aplicação do conteúdo para serem feitos em casa e posteriormente corrigidos.

Este passo foi implementado em duas aulas.

**7. Avaliação Individual-** foi realizada uma avaliação individual através de questões abertas e fechadas envolvendo os conceitos da UEPS e a aplicação do questionário final. Este passo foi implementado em duas.

**8. Efetividade:** Verificação de êxito na implementação da UEPS, através da avaliação de desempenho dos alunos denotada através da análise da progressiva evolução de um campo conceitual, enfatizando evidências contínuas e não comportamentos finais.

## REFERÊNCIAS

- ABDALLA, M. C. B. **Sobre o discreto charme das partículas elementares**. Física na Escola, v. 6, n. 1, p. 38-44, 2005.
- BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M. Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de Física Moderna. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 387-404, dez. 2005.
- CALHEIRO, L. B. Inserção de tópicos de Física de Partículas Integradas aos Conteúdos Tradicionalmente Abordados no Ensino Médio. **Dissertação** (Mestrado em Educação em Ciências), UFSM, Santa Maria, 2014.
- KREY, I. Implementação de uma proposta de ensino para a disciplina de estrutura da matéria baseada na teoria dos campos conceituais de Vergnaud. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2009.
- ALVARENGA, B.; MÁXIMO, A. **Curso de Física**. Coleção Curso de Física. V.1,2 e 3. São Paulo: Scipione, 2010.
- MOREIRA, M. A. O Modelo Padrão da Física de Partículas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, 2009.
- PIETROCOLA, M.; et al. Física em contextos: pessoal, social e histórico. MOREIRA, Marco A. São Paulo: FTD, 2010.
- PEREIRA, M.M. LHC: o que é, para que serve e como funciona. **Física na Escola**. v.12, n.1, p.37-41. 2011.
- PINHEIRO, L. A. **Partículas Elementares e Interações Fundamentais no Ensino Médio**. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2011.
- SIQUEIRA, M. R. P. **Do Visível ao Indivisível: uma proposta de Física de Partículas Elementares para o Ensino Médio**. São Paulo, SP. 2006. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. Instituto de Física e Faculdade de Educação.

## CAPÍTULO 6

### UEPS PARA ABORDAGEM DE EQUAÇÕES NÃO LINEARES: MÉTODO GRÁFICO

Dr.<sup>a</sup> Mariza Camargo – UFSM - Campus Frederico  
Westphalen – E-mail: mariza@ufsm.br  
Me. Felipe Mendes – UFSM - Campus Frederico Westphalen  
– E-mail: felipe.mendes@ufsm.br  
Dr.<sup>a</sup> Patricia Rodrigues Fortes – UFSM - Campus Frederico  
Westphalen – E-mail: patricia@ufsm.br

- **Público-Alvo:** Acadêmicos do 4º semestre do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária matriculados na disciplina de Cálculo Numérico.

### INTRODUÇÃO

Esta unidade de ensino foi planejada para ser aplicada na disciplina de Cálculo Numérico ofertada regularmente no Curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária, mas também pode ser usada com alunos de Ensino Médio, com algumas pequenas adaptações em alguns passos. Nela, são apresentadas situações-problema que envolvem o tópico de Equações Não Lineares: Método Gráfico, com o objetivo de fazer, ao final da implementação da UEPS, com que os alunos consigam identificar e diferenciar uma equação linear de uma equação não linear (algébrica ou transcendente).

Também, busca-se ensinar aos alunos formas de estabelecer as raízes de uma equação não linear,  $f(x) = 0$ , a partir da análise do gráfico da função  $f(x)$  esboçada através do *software* GeoGebra. As situações-problema elaboradas/selecionadas, que vão de um nível menor para um nível maior em complexidade à medida que se consegue avançar no desenvolvimento dos passos da UEPS,



podem sofrer alterações após ter sido efetuado o levantamento e análise dos conhecimentos prévios dos estudantes.

- **Total de horas-aula a serem destinadas para o desenvolvimento da UEPS:** 7 períodos de 50 minutos.

## **1. DEFINIÇÃO DO TÓPICO DE ENSINO: EQUAÇÕES NÃO LINEARES: MÉTODO GRÁFICO**

Objetivos:

- Identificar e diferenciar equação linear e não linear (algébrica ou transcendente).

- Estabelecer as raízes da equação não linear,  $f(x) = 0$ , a partir da análise do gráfico da função  $f(x)$  esboçada no *software* GeoGebra.

## **2. BUSCA E ANÁLISE DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ESTUDANTES**

Aula 1: (Previstos 2 períodos de 50 minutos ou pode-se solicitar que os alunos façam a atividade em horário extraclasse). Na primeira aula de aplicação da UEPS a professora irá aplicar o questionário a seguir para fazer um levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre equações e respectivo cálculo de raízes, funções reais de uma variável e seus zeros e análise gráfica.

Questionário:

1. Defina o que é uma equação.
2. O que é raiz de uma equação?
3. Apresente um exemplo de equação de uma incógnita.

Resolva essa equação.

4. Defina função.
5. Apresente um exemplo de uma função de uma variável.
6. Faça o esboço do gráfico da função apresentada no item 5.

7. O que é o zero de uma função? Geometricamente qual é o seu significado?
8. Se possível, encontre o zero da função apresentada no item 5.
9. Faça o estudo do sinal da função apresentada no item 5, ou seja, estabeleça os intervalos em que a função é:
- positiva,  $f(x) > 0$
  - negativa,  $f(x) < 0$
  - nula,  $f(x) = 0$ .
10. Dada a função  $f(x) = x^3 - 9x$ , encontre os seus zeros e faça um esboço do seu gráfico.
11. Dada a função  $f(x) = x^4 + x^3 - \frac{7}{4}x^2 - x + \frac{3}{4}$ , faça um esboço do gráfico, determine todos os intervalos onde são encontrados os zeros desta função e dê uma estimativa para eles.

Após a coleta dos questionários respondidos pelos estudantes, a professora fará análise dos conceitos e procedimentos apresentados nas respostas a fim de verificar o conhecimento prévio dos alunos sobre o conteúdo a ser ensinado na UEPS.

### 3. SITUAÇÃO-PROBLEMA INICIAL

Antes da próxima aula, será enviado aos alunos pelo Moodle (Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem), o endereço de um Padlet<sup>20</sup> (os padlets podem ser criados em: <http://padlet.com>) com uma situação-problema em um nível bem introdutório para os alunos postarem sugestões e ideias de como poderiam resolvê-la.

**Objetivo:** Demonstrar a importância da obtenção das raízes de equações não lineares na busca por solução de problemas em diversas áreas.

---

<sup>20</sup> O Padlet é um recurso para construção de mural virtual, on-line, colaborativo e gratuito. O recurso possibilita aos usuários curtir, comentar e avaliar as postagens de materiais publicados no mural, além de compartilhar com demais usuários para visualização ou edição do mesmo. (SILVA; LIMA, 2018, p. 85).

**SITUAÇÃO-PROBLEMA** (Adaptado de ARENALES; SALVADOR, 2010): A concentração de bactérias poluentes  $c(t)$  em um lago diminui de acordo com a seguinte expressão

$$c(t) = 70e^{-1.5t} + 25e^{-0.075t}.$$

Quanto tempo é necessário para que a concentração de bactérias fique reduzida a 20?

Aula 2: (Previstos 2 períodos de 50 minutos) Retomar o Padlet e discutir com os alunos as suas postagens e se conseguiram montar a equação a seguir.

$$70e^{-1.5t} + 25e^{-0.075t} = 20 \Rightarrow 70e^{-1.5t} + 25e^{-0.075t} - 20 = 0$$

Caso não tenham conseguido, a professora vai discutir com toda a turma os procedimentos e passos que poderiam ser usados para se chegar à referida equação.

#### 4. APRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO A SER ENSINADO/APRENDIDO

Esta etapa será desenvolvida de maneira expositiva e dialogada, em sala de aula, promovendo assim o aprofundamento do conteúdo.

**Equação-linear:** é uma equação envolvendo apenas somas e produtos de constantes e incógnitas do primeiro grau. Em particular, uma equação linear não pode conter potências nem produto de incógnitas, ou seja, deve assumir a forma:

$$a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + \dots + a_nx_n = b$$

Nesta equação linear tem-se que:

- $a_1, a_2, \dots, a_n$  são números reais chamados *coeficientes*
- $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  são as *incógnitas*
- $b$  é o *termo independente*

Neste momento da aula volta-se para a situação-problema disponibilizada no Padlet e discute-se com os alunos se a equação

obtida é linear ou não linear para concluir, considerando a definição de equação linear, que a equação da situação-problema é não linear.

Encontrar a solução de equações não lineares,  $f(x) = 0$ , ocorre frequentemente em trabalhos científicos. Tem-se que  $f(x)$  pode ser um polinômio em  $x$  ou uma função transcendente (funções que contêm pelo menos uma operação não algébrica: aquelas que envolvem funções trigonométricas, funções exponenciais, funções logarítmicas, ou combinação delas etc.).

Em alguns casos é possível obter as raízes exatas de equações não lineares,  $f(x) = 0$ , como ocorre, por exemplo, se  $f(x)$  for um polinômio fatorável.

A solução inicial pode ser obtida através de recursos gráficos, no qual localizamos uma vizinhança ou um intervalo  $[a, b]$  em que se encontra a solução  $x$ . Para determinar esse intervalo vamos considerar o seguinte teorema:

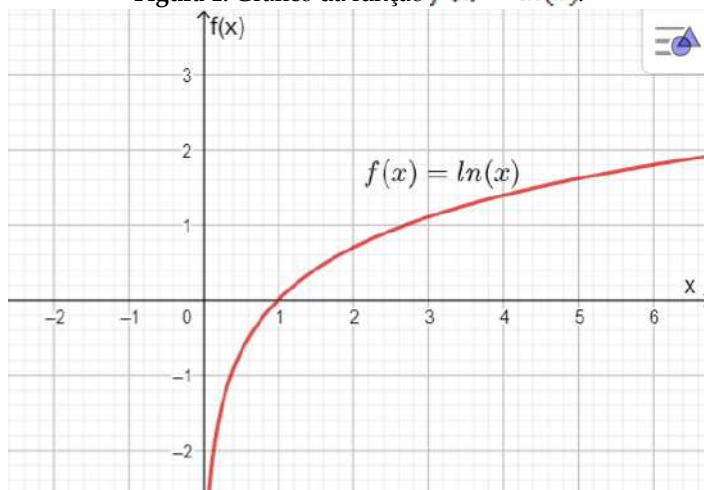
**Teorema:** Se uma função contínua  $f(x)$  assume valores de sinais opostos nos pontos extremos do intervalo  $[a, b]$ , isto é, se  $f(a)f(b) < 0$ , então existe pelo menos um ponto  $\underline{x} \in [a, b]$ , tal que  $f(\underline{x}) = 0$ .

**Exemplos:**

1) Seja  $f: \mathbb{R}_+^* \rightarrow \mathbb{R}$ . Plote no *software* GeoGebra o gráfico da função  $f(x) = \ln(x)$  e determine o seu zero, justifique sua resposta considerando o teorema.

## Resolução:

Figura 1: Gráfico da função  $f(x) = \ln(x)$ .



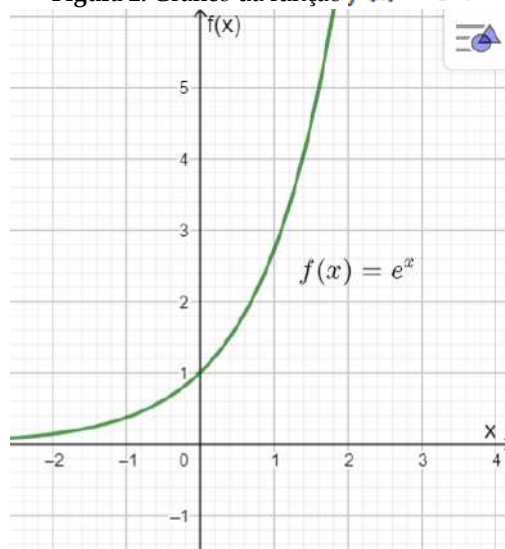
Fonte: autores.

Observamos que o gráfico (Figura 1) intercepta o eixo  $x$  em  $x = 1$ , logo o zero da função  $f(x) = \ln(x)$  é  $x = 1$ , ou seja,  $f(1) = \ln(1) = 0$ . Observa-se também que  $f(0.5)f(1.5) < 0$ , portanto existe um zero de  $f(x)$  no intervalo  $[0.5, 1.5]$ .

2) Seja  $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ . Plote no *software* GeoGebra o gráfico da função  $f(x) = e^x$  e determine, se existir, o seu zero. Justifique sua resposta considerando o teorema.

## Resolução:

Figura 2: Gráfico da função  $f(x) = e^x$ .



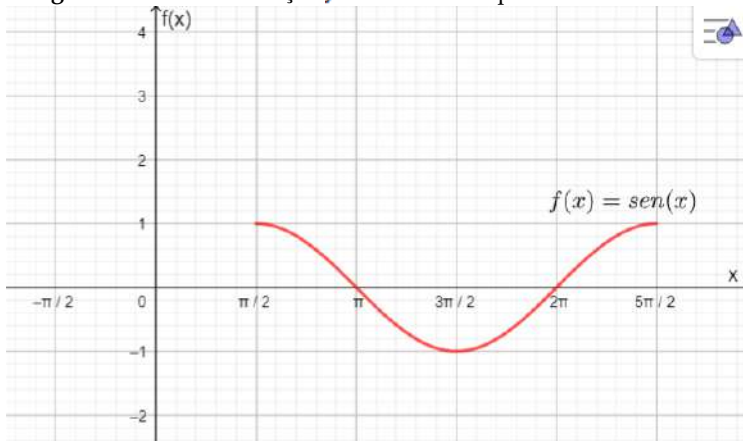
Fonte: autores.

Nota-se que o gráfico (Figura 2) não intercepta o eixo  $x$ , logo não existe o zero desta função. Observa-se também que não há nenhum intervalo que satisfaça  $f(a)f(b) < 0$ , portanto realmente não existe zero de  $f(x)$ .

3) Seja  $f: \left[\frac{\pi}{2}, \frac{5\pi}{2}\right] \rightarrow \mathbb{R}$ . Plote no *software* GeoGebra o gráfico da função  $f(x) = \text{sen}(x)$  e determine os zeros desta função no domínio dado, justifique sua resposta considerando o teorema.

### Resolução:

Figura 3: Gráfico da função  $f(x) = \text{sen}(x)$  para o domínio dado.

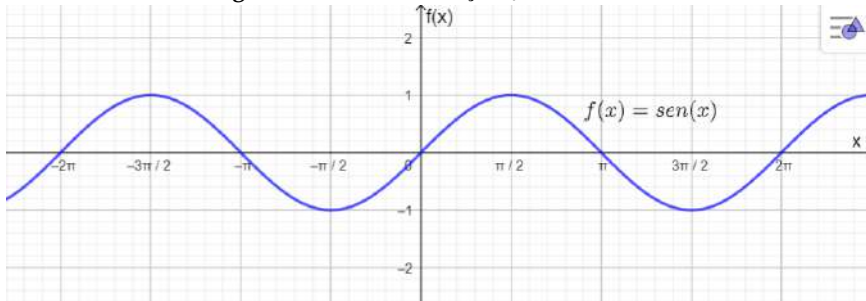


Fonte: autores.

Observa-se na Figura 3 que para este domínio a função seno apresenta dois zeros, ou seja, intercepta o eixo  $x$  em dois valores  $x = \pi$  e  $x = 2\pi$ . Nota-se também que  $f\left(\frac{\pi}{2}\right)f\left(\frac{3\pi}{2}\right) < 0$  logo existe um zero neste intervalo e que  $f\left(\frac{3\pi}{2}\right)f\left(\frac{5\pi}{2}\right) < 0$  confirmando que também existe um zero neste outro intervalo.

OBS: considerando o domínio como sendo todo o conjunto dos reais a função seno apresenta infinitos zeros, alguns deles podem ser observados na Figura 4.

Figura 4: Gráfico da função  $f(x) = \text{sen}(x)$ .



Fonte: autores

### Localização das raízes da equação não linear: Método Gráfico

Como visto nos exemplos anteriores, pode-se obter os zeros e sua localização exata, ou aproximada, traçando o gráfico de uma função e encontrando o ponto em que a curva intercepta o eixo  $x$ , ou seja, o gráfico da função  $f(x)$  permite determinar as raízes da equação  $f(x) = 0$ .

**EXEMPLO:** Voltando para a equação do exemplo inicial dada por

$$70e^{-1.5t} + 25e^{-0.075t} - 20 = 0$$

Considerando  $f(t) = 70e^{-1.5t} + 25e^{-0.075t} - 20$  e plotando o gráfico (Figura 5) observa-se que ele intercepta o eixo  $t$  no intervalo  $[3, 4]$ . Observa-se também que  $f(3)f(4) < 0$ , portanto existe um zero de  $f(t)$  no intervalo  $[3, 4]$ , o que é garantido pelo teorema discutido anteriormente, e esse resultado é aproximadamente  $t = 3.3$ .

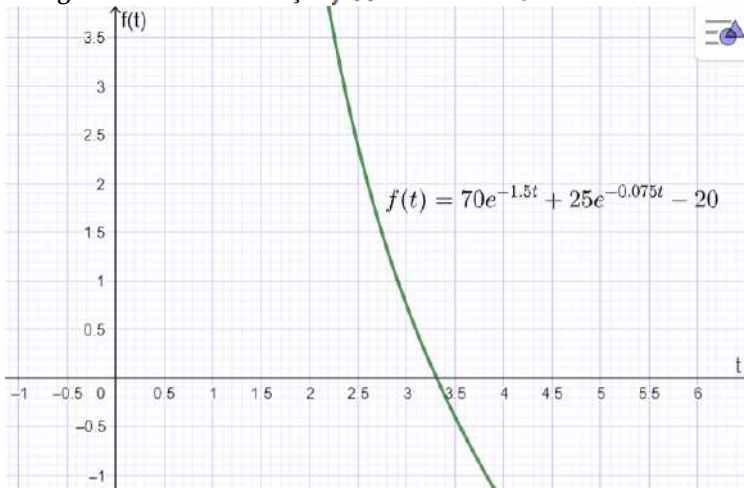
A partir dessa análise conclui-se que a equação não linear

$$70e^{-1.5t} + 25e^{-0.075t} - 20 = 0$$

apresenta uma raiz no intervalo  $[3, 4]$  e esse resultado é aproximadamente  $t = 3.3$ .



Figura 5: Gráfico da função  $f(t) = 70e^{-1.5t} + 25e^{-0.075t} - 20$ .

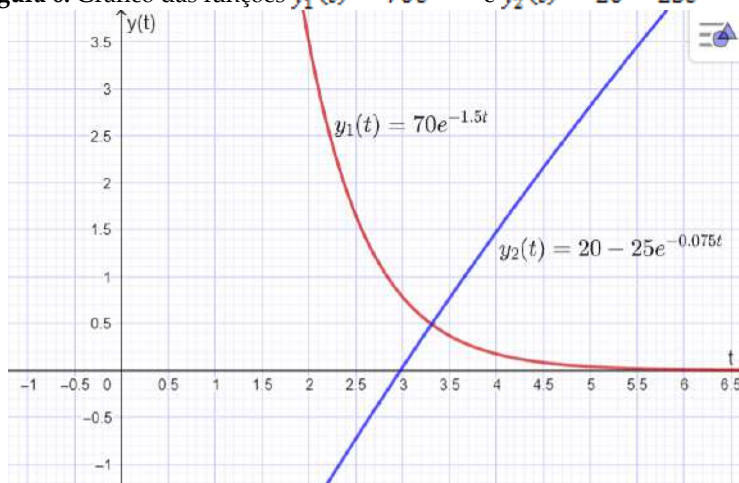


Fonte: autores.

Mas de maneira mais prática pode-se reescrever a equação não linear na forma  $y_1(x) = y_2(x)$  onde o esboço do gráfico das funções  $y_1(x)$  e  $y_2(x)$  pode ser realizado de forma mais simples que o esboço do gráfico de  $f(x)$ , em casos em que se tenha que fazer o esboço do gráfico sem o auxílio do *software*. As abscissas dos pontos de interseção das curvas  $y_1(x)$  e  $y_2(x)$  são as raízes procuradas da equação não linear,  $f(x) = 0$ .

Reescrevendo a equação  $70e^{-1.5t} + 25e^{-0.075t} - 20 = 0$  como  $70e^{-1.5t} = 20 - 25e^{-0.075t}$  considerando que:  $y_1(t) = 70e^{-1.5t}$  e  $y_2(t) = 20 - 25e^{-0.075t}$ . Plotando o gráfico de  $y_1(t)$  e  $y_2(t)$  no mesmo sistema de coordenadas cartesianas tem-se:

Figura 6: Gráfico das funções  $y_1(t) = 70e^{-1.5t}$  e  $y_2(t) = 20 - 25e^{-0.075t}$ .



Fonte: autores.

Observa-se que o gráfico das funções  $y_1(t)$  e  $y_2(t)$  se interceptam no intervalo  $[3, 4]$ . A abscissa do ponto de interseção das curvas é aproximadamente o valor de  $t = 3.3$ , logo o tempo necessário para que a concentração da bactéria fique reduzida a 20 é de aproximadamente 3.3.

## 5. NOVA SITUAÇÃO-PROBLEMA, EM NÍVEL MAIOR DE COMPLEXIDADE

Será proposta uma situação-problema com maior nível de complexidade. Para resolvê-la, os alunos (no item a) devem analisar se a equação apresentada na situação-problema é linear ou não linear, aplicar os conhecimentos aprendidos até o momento (no item b) e interpretar a sua resposta (para assim responder o item c).

SUGESTÃO: Pode ser solicitado que os alunos desenvolvam esta situação-problema em período extraclasse.

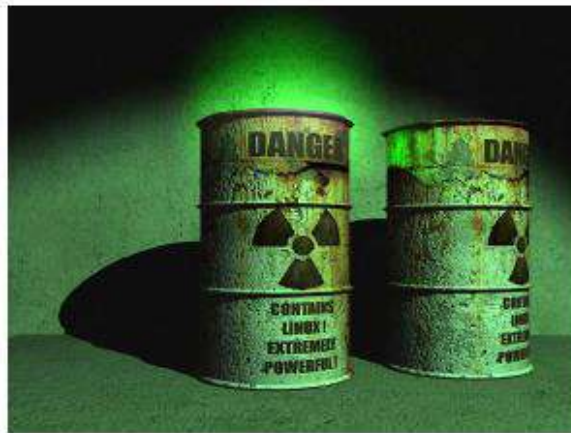
(Adaptado de MONTEIRO, 2012) Uma das soluções para os resíduos de material nuclear é colocá-los em barris especiais que serão mais tarde depositados no fundo do oceano. Se os recipientes permanecerem intactos, a contaminação do ambiente circundante é mínima. Resolvendo as equações de movimento para os barris à medida que eles descem na água, chega-se à seguinte relação entre a velocidade de impacto,  $v$ , e a profundidade da água,  $D$ :

$$D = \frac{1}{k^2 g} \left[ W(W - B) \ln \left( 1 + \frac{kv}{W - B} \right) - Wkv \right]$$

em que  $W$  é o peso dos barris,  $B$  é a sua flutuabilidade,  $g$  é a constante gravitacional e  $k$  é o coeficiente de atrito.

A flutuabilidade dos barris (Figura 7) pode ser determinada através do seu volume, sendo igual a 470. O coeficiente de atrito é determinado experimentalmente e é dado por  $k = 0.08$ . A constante gravitacional é  $g = 32$  e o peso dos barris  $W = 527$ .

Figura 7: barris com resíduos radioativos



Fonte: [https://www.papeldeparede.etc.br/fotos/papel-de-parede\\_13766/](https://www.papeldeparede.etc.br/fotos/papel-de-parede_13766/)

a) Determine se a equação apresentada nesta situação-problema é linear ou não linear.

b) Determine uma aproximação para a velocidade de impacto  $v$ , quando os barris são lançados numa zona cuja profundidade é  $D = -300$ .

c) Através de experiências, mostrou-se que os barris se danificam se a velocidade de impacto com o fundo do oceano for superior a 40. Na situação da alínea anterior, haverá risco de contaminação?

### Resolução:

a) Observa-se que equação é não linear e substituindo os dados do problema assume a forma:

$$-300 = \frac{1}{(0.08)^2(32)} \left[ 527(527 - 470) \ln \left( 1 + \frac{0.08v}{527 - 470} \right) - (527)(0.08)v \right]$$

Fazendo  $v = x$  e considerando

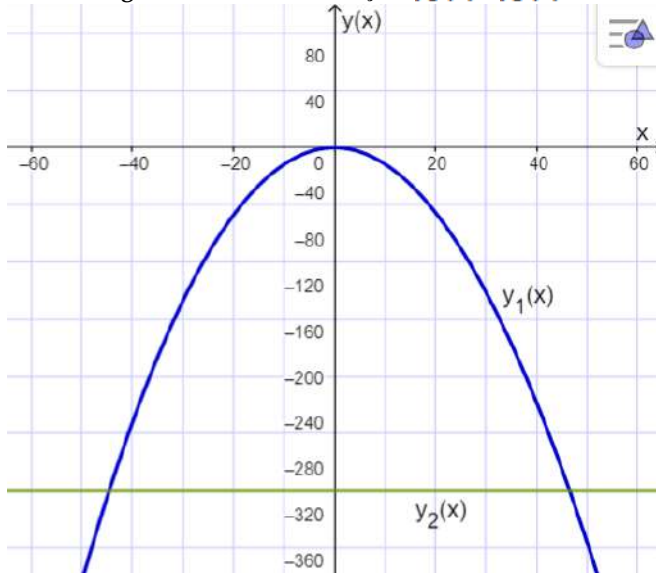
$$y_1(x) = \frac{1}{(0.08)^2(32)} \left[ 527(527 - 470) \ln \left( 1 + \frac{0.08x}{527 - 470} \right) - (527)(0.08)x \right]$$

$$\text{e } y_2(x) = -300$$

b) Através do Método Gráfico pode-se fazer um esboço gráfico (Figura 7) das funções  $y_1(x)$  e  $y_2(x)$ . Assim, se observa que há intersecção, sendo que a abcissa do ponto de intersecção é aproximadamente 46, logo a velocidade de impacto é de aproximadamente 46, fato que pode ser observado no esboço gráfico abaixo (Figura 7).

c) Nas condições da alínea anterior, há risco de contaminação porque a velocidade de impacto é  $v = 46$ , que é superior a 40, logo os barris são danificados.

Figura 8: Gráfico das funções  $y_1(x)$  e  $y_2(x)$ .



Fonte: autores.

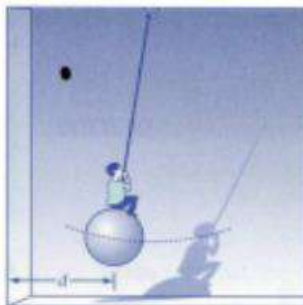
Aula 3: (Previstos 2 períodos de 50 minutos) será retomado e discutido o problema do item 5 e desenvolvido o item 6.

## 6. DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA E RECONCILIAÇÃO INTEGRATIVA: APRESENTAÇÃO DE NOVAS SITUAÇÕES-PROBLEMA

Neste item os alunos irão resolver como tarefa, em grupos, algumas situações-problema visando aplicar o conteúdo já aprendido em diferentes situações-problema, a fim de fazer a diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

### EXERCÍCIOS

1) (Retirado de MONTEIRO, 2012) A figura representa um pêndulo suspenso num teto de uma sala.



O pêndulo se movimenta de acordo com a seguinte expressão:

$$d = 80 + 90\cos\left(\frac{\pi}{3}t\right), \quad t \geq 0$$

em que  $d$  (cm) representa a distância até a parede de referência e depende do número de segundos  $t$  desde que o pêndulo foi posto em movimento.

Calcule o instante de tempo  $t$  para o qual o pêndulo toca, pela primeira vez, na parede da sala. Dê uma estimativa para a solução deste problema usando o Método Gráfico.

2) O aquecimento de uma caldeira obedece a equação  $T = \ln(t + 1) + 5t$ . Em quanto tempo ele atingirá a temperatura  $T = 30^\circ$ ? Através do método gráfico dê uma estimativa para a solução do problema.

## 7. AVALIAÇÃO INDIVIDUAL

Neste passo será feita a avaliação individual dos alunos que se dará através de tarefa enviada pelo Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem (Moodle). Eles receberão duas questões abertas para expressarem a sua compreensão sobre o conteúdo estudado e uma situação-problema da área da Engenharia Ambiental e Sanitária, que deve ser pesquisada, para buscar uma solução através da aplicação do conteúdo estudado.

1) Defina com suas palavras o que é uma equação não linear. Apresente exemplos.

2) Como se poderia saber se a equação não linear  $\ln(x) + \sin(x) = 0$  apresenta raiz? Caso exista, qual seria essa raiz?

3) Pesquisar em livros, trabalhos de conclusão de curso, dissertações ou teses um problema da área da Engenharia Ambiental e Sanitária que envolva equações não-lineares.

a) Explique por que você considerou a equação do problema escolhido como sendo não linear.

b) Resolver o problema pesquisado pelo Método Gráfico.

c) Interpretar o resultado obtido via Método Gráfico.

d) Justificar a existência ou não da raiz da equação não linear através do teorema visto em aula.

## 8. AULA EXPOSITIVA FINAL

Aula 4: (Previstos 50 minutos) Nesta aula será entregue a avaliação individual e a professora vai, ao resolver as questões, retomar todo o conteúdo da UEPS, chamando atenção para possíveis erros e dificuldades apresentadas pelos alunos, buscando, novamente, a reconciliação integradora. Os alunos também podem ser encorajados a se autoavaliarem através de questionamentos e reflexões direcionados pelo professor

## 9. AVALIAÇÃO DA UEPS

Análise qualitativa por parte da professora sobre evidências de aprendizagem significativa que ela tenha percebido do conteúdo apresentado na UEPS, tanto na avaliação individual quanto nas demais atividades desenvolvidas pelos alunos.

## REFERÊNCIAS

ARENALES, S. H. V.; SALVADOR, J. A. **Cálculo Numérico**: Uma abordagem para o Ensino a distância. Coleção: UAB-UFSCar, São Carlos: EDUFSCar, 2010.

BARROSO, L. C.; BARROSO, M. M. A.; CAMPOS, F. F.; CARVALHO, M. L. B.; MAIA, M. L. **Cálculo Numérico com Aplicações**. 2. ed. São Paulo: HARBRA Ltda, 1987.

FRANCO, N. B. **Cálculo Numérico**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

MONTEIRO, M. T. T. **Métodos Numéricos**: exercícios resolvidos aplicados à Engenharia e outras Ciências. Universidade do Minho, 2012. Disponível em: <https://docplayer.com.br/4299814-Metodos-numericos-exercicios-resolvidos-aplicados-a-engenharia-e-outras-ciencias.html>. Acesso em: 20 ago. 2019.

SILVA, P. G.; LIMA, D. S. Padlet como Ambiente Virtual de Aprendizagem na Formação de Profissionais da Educação. **RENOTE** - Revista Novas Tecnologias na Educação, V. 16, Nº 1, p. 83-92, 2018. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/86051>. Acesso em: 18 mar. 2021.





## CAPÍTULO 7

### UEPS SOBRE A TEORIA DE CONJUNTOS

Me. Felipe Mendes - UFSM/Campus Frederico Westphalen -

E-mail: felipe.mendes@ufsm.br

Dr.<sup>a</sup> Maria Cecília Pereira Santarosa - UFSM/Campus Sede -

E-mail: mcpsrosa@gmail.com

Dr.<sup>a</sup> Mariza Camargo - UFSM/Campus Frederico Westphalen -

E-mail: mariza@ufsm.br

**Público-Alvo:** alunos do 1<sup>o</sup> semestre (ingressantes) do Curso Superior em Engenharia Florestal

### INTRODUÇÃO

Esta proposta de UEPS tem como objetivo principal propiciar a aprendizagem significativa do conteúdo de Conjuntos, conteúdo que pertence ao currículo do Ensino Médio e se justifica pela tentativa de superar lacunas existentes em conhecimentos de Matemática Básica necessários para o aprendizado de conteúdos de Cálculo (como por exemplo Limites, Derivadas e Integrais) no Ensino Superior. Ela é parte de uma pesquisa de mestrado do autor principal e pode ser aplicada em turmas da disciplina de Cálculo I, composta por alunos ingressantes dos Cursos Superiores de Engenharia Florestal.

**Total de horas-aula a serem destinadas para o desenvolvimento da UEPS:** 10 horas/aula

## Passos da UEPS:

### 1. DEFINIÇÃO DO CONTEÚDO E DOS CONCEITOS

- Tópicos a serem abordados: Noções sobre conjuntos (definição de conjunto, tipos de representações, relação de pertinência e de inclusão, tipos de conjuntos: unitário, vazio, universo), Operações (união, intersecção e diferença) e propriedades.

- Aspectos declarativos: saber definir conjuntos, explicitar as características de classificações de conjuntos quanto aos seus tipos, definir as operações existentes entre conjuntos, e declarar as propriedades gerais dos conjuntos estudados em sala de aula.

- Aspectos procedimentais: saber aplicar a Teoria de Conjuntos em atividades apresentadas em aula ou em outras situações do seu cotidiano, tais como: classificar conjuntos segundo as suas características, relacionar os conjuntos entre si, bem como entre seus elementos através das relações de pertinência e inclusão, e operar com conjuntos (unir, ver as diferenças e intersecções).

### 2. INVESTIGAÇÃO DO CONHECIMENTO PRÉVIO

- No primeiro dia de aula, o professor solicitará aos estudantes que respondam às seguintes perguntas (Essas perguntas são de respostas abertas e no espaço disponível o aluno poderá escrever aquilo que tiver vontade como resposta):

1) Você tinha facilidade em assimilar os conteúdos de Matemática apresentados nas aulas do Ensino Fundamental e Médio? Por que?

2) Você acredita que a forma como foram desenvolvidos e apresentados os conteúdos de Matemática no Ensino Fundamental e Médio favoreceu (ou não favoreceu) o seu aprendizado? Por que?

3) Você já estudou o conteúdo de Conjuntos no Ensino Médio ou Ensino Fundamental?

4) Escreva resumidamente o que você lembra sobre o conteúdo de Conjuntos já estudado em séries anteriores (se você lembrar. Se não lembrar, escreva “Não lembro”).

- Na sequência, o professor solicitará aos alunos a Elaboração de um mapa conceitual (MC) individual, o qual servirá para externalização de conhecimentos prévios que os estudantes possuem sobre a Teoria de Conjuntos.

O desenvolvimento deste passo ocupará 2 horas/aula.

SUGESTÃO: É bom salientar que o professor, antes do Passo 2 já terá apresentado aos alunos a ferramenta didática Mapa Conceitual (MC) e também falado sobre como pode-se montar um MC sobre determinado assunto ou conteúdo. Com a turma, o professor fará a elaboração de um mapa conceitual coletivo sobre o tema Geometria. Para a elaboração dos MCs, os alunos e o professor podem utilizar o software gratuito CmapTools (que pode ser obtido gratuitamente na internet pelo link: <https://cmaptools.br.uptodown.com/window>).

### **3. SITUAÇÕES-PROBLEMA INTRODUTÓRIAS:**

Após analisar as respostas dadas pelos alunos no Questionário 1 e aquilo que estiver presente nos mapas conceituais desenvolvidos pelos mesmos no passo anterior, o professor apresentará a Situação-problema 1 (que foi elaborada pelos autores desta UEPS). Nela, o professor analisará, junto aos estudantes, as informações apresentadas e de que forma as questões poderão ser respondidas.

Na Situação-problema 1, os alunos responderão às três questões apresentadas ao fim da leitura. Para isso, usarão seus conhecimentos prévios sobre análise e número de elementos de

um conjunto, bem como aplicação conhecimentos prévios sobre operações com conjuntos (união, intersecção e diferença). Essa situação-problema foi desenvolvida para ser usada como um organizador prévio, já que os conhecimentos prévios necessários para responder as questões apresentadas não são conhecimentos necessariamente escolares, pois os estudantes podem desenvolver noções de classificação, união, intersecção e diferença de conjuntos em diversas situações do seu dia a dia.

- **Situação-problema 1:** Uma das atribuições de um engenheiro florestal é elaboração do Inventário Florestal, o qual é um procedimento para obter informações sobre as características quantitativas e qualitativas da floresta e de muitas outras características da área sobre a qual a floresta está se desenvolvendo (HUSH et al. 1993): estimativa de área, descrição da topografia, mapeamento da propriedade, descrição de acessos, facilidade de transporte da madeira, estimativa da quantidade e qualidade de diferentes recursos florestais e estimativa de crescimento (se o inventário for realizado mais de uma vez). O estudante Y da UFSM, durante o estágio curricular, elaborou um Inventário Florestal para duas propriedades da empresa Mudas da Floresta, a qual produz pesquisas em árvores, sendo que, no relatório desse Inventário, estavam apresentados os dois quadros seguintes, que destacavam algumas espécies arbóreas das propriedades.

**Quadro 1 - Espécies Arbóreas cultivadas na Propriedade 1**

Nome comum da espécie	Família	Altura (em metros)
Angico	<i>Mimosáceas</i>	12,15
Aroeira	Anacardiaceae	6,20
Bambu	Gramineae	9,50
Cedro	Pinaceae	25,67
Eucalyptus grandis	<i>Myrtaceae</i>	48,70

Ipê-amarelo	Bignoniaceae	5,35
Jacarandá	Fabaceae	14,22
Jatobá	Fabaceae	22,74
Manacá da Serra	Melastomataceae	9,01
Palmeira	<i>Palmae</i>	2,35
Pau-Brasil	Fabaceae	13,89
Pinhiero	Araucariáceas	40,09
Pinus	<i>Pinaceae</i>	19,54
Sapucaia	Lecythidaceae	8,44

Fonte: autores

**Quadro 2 - Espécies Arbóreas cultivadas na Propriedade 2**

<b>Nome comum da espécie</b>	<b>Família</b>	<b>Altura (em metros)</b>
Bananeira	<i>Musaceae</i>	4,72
Castanheira	Lecythidaceae	31,05
Cerejeira	<i>Rosaceae</i>	5,26
Coqueiro	<i>Palmae</i>	26,09
Erva-mate	<i>Aquifoliáceas</i>	8,81
Eucalyptus grandis	<i>Myrtaceae</i>	48,70
Goiabeira	Myrtaceae	5,50
Ipê-amarelo	Bignoniaceae	5,35
Pinhiero	Araucariáceas	40,09
Pinus	<i>Pinaceae</i>	19,54
Pitangueira	<i>Myrtaceae</i>	7,87
Mangueira	<i>Anacardiacea</i>	10,40
Palmeira	<i>Palmae</i>	2,35

Fonte: autores

Ao fim do inventário florestal, o estudante Y deveria responder as seguintes questões:

- Quantas e quais são as espécies cultivadas ao mesmo tempo nas duas propriedades?

- Qual é o total de espécies que a empresa cultiva e quais são essas espécies?

- Quais espécies faltariam para que a propriedade com mais espécies obtivesse todas as espécies cultivadas (no caso de a empresa resolver fechar uma das propriedades, mas manter todas as espécies cultivadas numa só propriedade)?

Esta etapa será desenvolvida em 1 hora/aula.

#### 4. DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA

O professor apresentará os conteúdos sobre a Teoria de Conjuntos presentes no programa da disciplina: Definição de Conjuntos, Formas de Representação (extensão, compreensão, Diagrama de Venn), Tipos de Conjuntos (Unitário, Vazio, Universo), Relação de Pertinência e Relação de Inclusão, Operações com Conjuntos (União, Intersecção e Diferença). Exercícios e problemas clássicos da matéria de ensino serão trabalhados em sala de aula. Essa apresentação levará em conta a diferenciação progressiva, uma vez que os conteúdos serão apresentados a partir da análise da Situação-problema 1: as definições e conceitos novos serão introduzidos (ou relembrados pelos estudantes) a partir do contexto presente no problema.

##### Conjuntos:

**1 Definição: Conjunto** é um agrupamento, classe, coleção de elementos que possuem uma característica determinada.

- Os componentes de um conjunto são chamados de **elementos**.

- Os conjuntos geralmente são indicados por letras maiúsculas:  $A, B, C, D, \dots, Z$ .

- O número de elementos de um conjunto  $A$  pode ser indicado por  $n(A)$ .

## 2 Formas de representação de um conjunto:

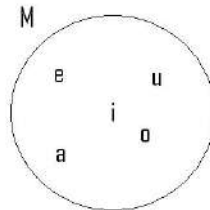
1) Por extensão:  $M = \{a, e, i, o, u\}$

2) Por compreensão:

$M = \{x \mid x \text{ é vogal do alfabeto da língua portuguesa}\}$ .

3) Pelo Diagrama de Venn (Figura 1).

Figura 1 - Representação de um conjunto de vogais



Fonte: autores.

### Observações:

- Chama-se **Conjunto Unitário** aquele que possui um único elemento.

Exemplos:

$D = \{y \mid y \text{ é vogal da palavra PERTENCEM}\} = \{E\}$

$F = \{k \in \mathbb{R} \mid k^2 - 4k + 4 = 0\} = \{2\}$

- Chama-se **Conjunto Vazio** aquele que não possui elementos.

Representação:  $\{\}$  ou  $.$

Exemplos:

$A = \{x \in \mathbb{N} \mid x > 5 \text{ e } x < 2\}$  e  $P = \{y \in \mathbb{N} \mid 3y - y = 3 - 2\}$

- **Definição: Conjunto Universo** (domínio ou campo de definição) é aquele ao qual pertencem todos os elementos de um determinado estudo. Resultados não contidos nesse conjunto universo não são aceitos como resultados válidos.



Exemplos: Considerando o conjunto universo  $U$  dado, determine o conjunto verdade (solução) da equação:

$$2x - 7 = 0$$

a)  $U = \mathbb{N}$

b)  $U = \mathbb{R}$

### 3 Relação de Pertinência (relaciona elemento e conjunto):

- Para indicar que um elemento pertence a um determinado conjunto usamos o símbolo  $\in$  e, para indicar que não pertence, o símbolo  $\notin$ .

Exemplos: Dado o conjunto  $H = \{x \in \mathbb{N} \mid x \geq 0 \text{ e } x \text{ é um número par}\}$ , relacione:

a)  $-2$  \_\_\_\_\_  $H$

b)  $31$  \_\_\_\_\_  $H$

c)  $24$  \_\_\_\_\_  $H$

d)  $30078946$  \_\_\_\_\_  $H$

e)  $18/3$  \_\_\_\_\_  $H$

f)  $5/2$  \_\_\_\_\_  $H$

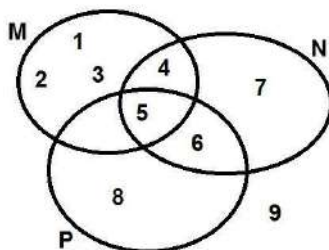
g)  $0$  \_\_\_\_\_  $H$

h)  $7747747747$  \_\_\_\_\_  $H$

i)  $-5 + 9$  \_\_\_\_\_  $H$

**Exercício 1:** Considerando os conjuntos M, N e P do diagrama da Figura 2, associe  $\in$  ou  $\notin$  a cada item:

**Figura 2** - Representação dos conjuntos M, N e P no Diagrama de Venn



Fonte: autores.

1 _____ P	5 _____ N	5 _____ M
6 _____ P	2 _____ M	6 _____ N
4 _____ P	7 _____ N	3 _____ M
5 _____ P	16/4 _____ N	0 _____ M
9 _____ M	9 _____ P	3 _____ N

**4 Relação de Inclusão (subconjuntos / relaciona os conjuntos):**

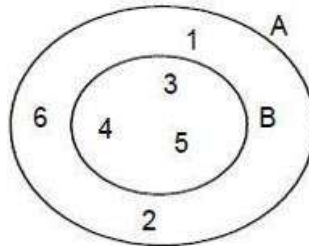
- Se todos os elementos de um conjunto B também pertencem a um conjunto A, dizemos que **B está contido em A**, ou ainda que **B é Subconjunto de A**. Indicamos por  $B \subset A$ .

- Também podemos indicar  $A \supset B$ , que quer dizer: A contém B.

- Se existir pelo menos um elemento de B que não pertença a A, dizemos que B não está contido em A ou que B não é subconjunto de A.

Exemplo:

Figura 3 - Conjunto A e seu subconjunto B



Fonte: autores.

Relações que podemos estabelecer entre os conjuntos A e B:

$B \subset A$ , isso quer dizer que B está contido em A

$A \not\subset B$ , que quer dizer que A não está contido em B

**Exercício 2:** Utilizar os símbolos  $\subset$ ,  $\not\subset$  ou  $\supset$  e relacionar os conjuntos:

$$A = \{x \mid x \text{ é letra do alfabeto latino}\}$$

$$B = \{a, e, i, o, u\}$$

$$C = \{x \mid x \text{ é consoante do alfabeto latino}\}$$

$$D = \{m, n, o, p\}$$

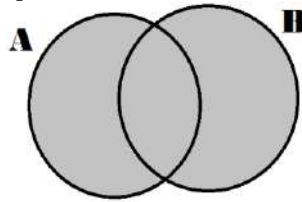
- a) A \_\_\_\_\_ B
- b) A \_\_\_\_\_ C
- c) B \_\_\_\_\_ A
- d) C \_\_\_\_\_ A
- e) A \_\_\_\_\_ D
- f) D \_\_\_\_\_ C

## 5 Operações com conjuntos

- **União:** chamamos união de dois conjuntos A e B o conjunto formado pelos elementos pertencentes a **A ou B**.

$$A \cup B = \{x \mid x \in A \text{ ou } x \in B\}$$

Figura 4 - Representação da União de dois conjuntos



Fonte: autores.

Exemplos: Calcule  $M \cup N$ , sendo:

a)  $M = \{1, 2, 3, 4\}$  e  $N = \{7, 8, 9\}$

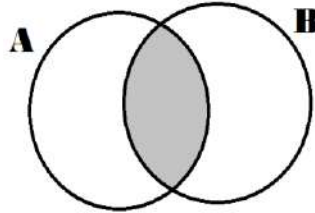
b)  $N = \{c, d, e, f\}$  e  $M = \{a, b, c, d\}$

c)  $M = \{x \mid x \text{ é par}\}$  e  $N = \{x \in \mathbf{N} \mid 0 < x < 10 \text{ e } x \text{ é par}\}$

- **Intersecção:** chamamos intersecção de dois conjuntos A e B o conjunto formado pelos elementos pertencentes a **A e B**.

$$A \cap B = \{x \mid x \in A \text{ e } x \in B\}$$

Figura 5 - Representação da Intersecção de dois conjuntos



Fonte: autores.

Exemplos: Encontre  $A \cap B$ , sendo:

a)  $A = \{1, 3, 5, 7, 9, 11\}$  e  $B = \{2, 4, 6, 8, 10\}$ .

b)  $B = \{x \in N \mid x \text{ é par}\}$  e

$A = \{x \in N \mid x \text{ é múltiplo de } 2 \text{ e } x \leq 20\}$ .

c)  $A = \{x \in N \mid 1 \leq x < 6\}$  e  $B = \{m \in N \mid 2 < m < 9\}$

- **Observação:** Tendo-se dois conjuntos A e B, o número de elementos da união será dado pela soma dos elementos de A e B, subtraído do número de elementos comuns que corresponde ao número de elementos da intersecção.

$$n(A \cup B) = n(A) + n(B) - n(A \cap B)$$

Exemplo: A floricultura A tem 20 tipos de mudas de árvores. Comparando a lista de mudas, observamos que a floricultura B tem um total de 12 tipos de mudas de árvores em comum com A, e se fosse feita a união com a floricultura B, ao todo teríamos um total de 60 tipos de mudas de árvores diferentes. O número de tipos de mudas que só a floricultura B tem é igual a

- a) 28.
- b) 36.
- c) 40.
- d) 48.
- e) 52.

**Exercício 3:** Numa cidade, foi feito um levantamento para se saber quantas crianças haviam recebido as vacinas Sabin, Tríplice e Contra-Sarampo. Os dados obtidos estão na tabela abaixo. Assim sendo, assinale a alternativa falsa.

**Quadro 3 - N° de crianças vacinadas por tipo de vacina**

Vacinas	N° de crianças
Sabin	5428
Tríplice	4346
Contra-Sarampo	5800
Sabin e Tríplice	812
Sabin e Contra-Sarampo	904
Tríplice e Contra-Sarampo	721
Sabin, Tríplice e Contra-Sarampo	521
Nenhuma	1644

Fonte: autores

- a) 4233 crianças receberam apenas a Sabin.
- b) 3334 crianças receberam apenas a Tríplice.
- c) 4696 crianças receberam apenas a Contra-Sarampo.
- d) 874 crianças receberam pelo menos duas vacinas.

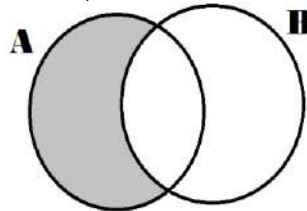
**Exercício 4:** Uma pesquisa realizada numa universidade sobre o gosto musical dos alunos indicou que 458 gostam de rock, 112 gostam de música sertaneja, 62, de ambos e 36, de nenhum desses estilos musicais. Com base nestes dados, o número de alunos consultados é

- a) 668.
- b) 632.
- c) 544.
- d) 508.
- e) 446.

- **Diferença:** Dados dois conjuntos A e B, chama-se diferença  $A - B$  ao conjunto formado pelos elementos que pertencem a A e não pertencem a B.

$$A - B = \{ x \mid x \in A \text{ e } x \notin B \}$$

Figura 6: Conjunto A e seu subconjunto B



Fonte: autores.

**Exemplos:** Dados os conjuntos A e B, efetuar a diferença  $A - B$ :

a)  $B = \{ 4, 6, 7 \}$  e  $A = \{ 2, 3, 5 \}$

b)  $A = \{ x \in \text{Alfabeto latino} \mid a \leq x < e \}$  e

$B = \{ y \in \text{Alfabeto latino} \mid c \leq y < f \}$

c)  $A = \{ 2, 4, 6, 8, 10 \}$  e  $B = \{ 4, 6, 8 \}$

**Exercício 5:** Dados os conjuntos  $A = \{ 1, 2, 3 \}$ ,  $B = \{ 3, 4, 5 \}$  e  $C = \{ 1, 5, 6 \}$ , determine:

a)  $(A \cup B) \cap C$

b)  $(A \cup C) - (A \cap C)$

c)  $(B \cap C) \cup (A \cap C)$

d)  $(A \cup B) - c$

## 6. Conjuntos numéricos

**Números Naturais ( $\mathbb{N}$ ):** é o conjunto

$$\mathbb{N} = \{ 0, 1, 2, 3, 4, +5, 6, +7, +8, 9, 10, +11, +12, 13, 14, \dots \}$$

- Usamos o símbolo \* para indicar a exclusão do elemento 0 (zero) de qualquer conjunto numérico. Assim:

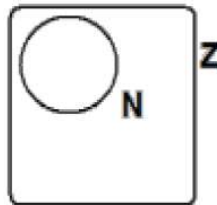
$$\mathbf{N}^* = \{ 0, 1, 2, 3, 4, +5, 6, +7, +8, 9, 10, +11, +12, 13, 14, \dots \}$$

**Números Inteiros ( $\mathbb{Z}$ ):** é o conjunto

$$\mathbf{Z} = \{ \dots, -6, -5, -4, -3, -2, -1, 0, 1, +2, +3, +4, +5, 6, \dots \}$$

- Como todo número natural é também um número inteiro, temos que:  $\mathbf{N} \subset \mathbf{Z}$ . Essa inclusão está representada na Figura 7.

**Figura 7** – Conjunto  $\mathbf{Z}$  e seu subconjunto  $\mathbf{N}$ .



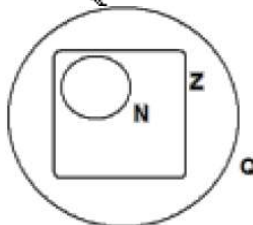
Fonte: autores.

**Números Racionais ( $\mathbb{Q}$ ):** Número racional é todo número que pode ser escrito na forma de uma fração, com numerador inteiro e denominador inteiro e diferente de zero.

$$\mathbf{Q} = \left\{ x \mid x = \frac{a}{b}, \text{ sendo: } a \in \mathbf{Z} \text{ e } b \in \mathbf{Z}^* \right\}$$

- Como todo número natural é inteiro, e todo número inteiro é racional, temos então que:  $\mathbf{N} \subset \mathbf{Z} \subset \mathbf{Q}$ . Essa relação está representada na Figura 8.

**Figura 8** – Conjunto  $\mathbf{Q}$  e seus subconjuntos  $\mathbf{Z}$  e  $\mathbf{N}$ .



Fonte: autores.



- São números racionais:

➤ todo número natural:  $50 = 100/2 = 50/1$ ,  $100830$ ,  $1$ ,  $172 = 172/1$ ,  $9999999$ ;

➤ todo número inteiro:  $-4$ ,  $+17444$ ,  $0$ ,

$-97400/1 = -97400$ ,  $130/2$ ;

➤ todos os números decimais finitos:  $2,72$ ;  $\frac{813}{5}$ ;  $-0,25374$ ;

$+1/2$ ;

➤ todos os números decimais infinitos e periódicos (dízimas periódicas):  $12/\underset{11}{11} = 0,909090\dots$ ;  $-0,181555555\dots$ ;

$20,97333444333444\dots$ ;  $-2542,0848484\dots$

**Números Irracionais (I):** é o conjunto dos números com representações infinitas, porém não-periódicas e, assim sendo, não podem ser representados na forma de fração.

- Observemos que:  $\mathbb{Q} \cap \mathbb{I} = \emptyset$

- Exemplos de números irracionais:

a)  $\sqrt{5} = 2,2360679774997896964091736687313\dots$

b)  $\pi = 3,1415926535897932384626433832795\dots$

c)  $e = 2,7182818284590452353602874713527\dots$

d)  $\frac{\sqrt{7} + 3}{2} = 2,8228756555322952952508078768196\dots$

e)  $-3\sqrt{7}$

f)  $\sqrt[3]{25}$

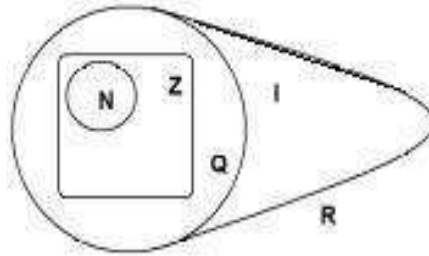
g)  $0,52552555255552\dots$

h)  $-74,0100123000125\dots$

**Números Reais (R):** é o conjunto que resulta da união do conjunto dos números racionais com o conjunto dos números irracionais.

$$\mathbb{R} = \mathbb{Q} \cup \mathbb{I} = \{x \mid x \in \mathbb{Q} \text{ ou } x \in \mathbb{I}\} = \{x \mid x \text{ é racional ou } x \text{ é irracional}\}$$

Figura 9 – Representação do conjunto dos números reais



Fonte: autores.

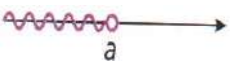
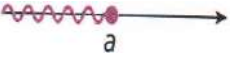

## 7 Intervalos Reais

### 7.1 Definição de Intervalos Reais

Os intervalos reais são subconjuntos dos números reais. São caracterizados por desigualdades, conforme o Quadro 4:

Quadro 4 - Definição de intervalos reais

Representação Algébrica	Representação na Reta Real	Descrição
$\{x \in \mathbb{R}   a \leq x \leq b\}$ ou $[a, b]$		Intervalo fechado
$\{x \in \mathbb{R}   a < x < b\}$ ou $]a, b[$		Intervalo aberto
$\{x \in \mathbb{R}   a \leq x < b\}$ ou $[a, b[$		Intervalo fechado à esquerda
$\{x \in \mathbb{R}   a < x \leq b\}$ ou $]a, b]$		Intervalo fechado à direita
$\{x \in \mathbb{R}   x > a\}$ ou $]a, +\infty[$		Semirreta aberta de origem $a$
$\{x \in \mathbb{R}   x \geq a\}$ ou $[a, +\infty[$		Semirreta fechada de origem $a$

$\{x \in \mathbb{R} \mid x < a\}$ ou $]-\infty, a[$		Semirreta aberta de origem $a$
$\{x \in \mathbb{R} \mid x \leq a\}$ ou $]-\infty, a]$		Semirreta fechada de origem $a$
$\mathbb{R}$ ou $]-\infty, +\infty[$		Reta real

Fonte: autores

**Exercícios:** Represente na reta real os intervalos:

- $\{k \in \mathbb{R} \mid 6 \leq k \leq 18\}$
- $] -3,22 ; -1 ]$
- $\{a \in \mathbb{R} \mid -2 < a < 6/5\}$
- $[-7 ; +5 [$
- $\left(-\frac{4}{7}; \frac{5}{2}\right)$
- $] -\infty ; 0 ]$
- $\{x \in \mathbb{R} \mid x > 4\}$
- $[\sqrt{3} ; +\infty [$
- $\{b \in \mathbb{R} \mid -\pi \leq b \leq \pi\}$
- $\left] -\infty ; -\frac{\sqrt{2}}{2} \right[$

## 7.2 Operações com intervalos

**Exercícios:**

6. Dados  $X = \{x \in \mathbb{R} \mid 2 < x < 5\}$  e  $Y = \{y \in \mathbb{R} \mid 3 \leq y < 8\}$ , determine  $X \cup Y$ ,  $X \cap Y$ ,  $X - Y$  e  $Y - X$ .

7. Uma vez que  $M = [0, 5]$  e  $P = ]-\infty, +5[$ , calcule:

- $M - P$
- $P - M$

- c)  $P \cap M$
- d)  $M \cup P$
- e)  $(M \cup P) - (P \cap M)$

8. Se  $A = \{x \mid x \in \mathbb{R} \text{ e } 0 < x < 2\}$  e  $B = \{y \mid y \in \mathbb{R} \text{ e } -3 \leq y \leq 1\}$ , então podemos afirmar que o conjunto  $(A \cup B) - (A \cap B)$  é igual a

- a)  $[-3; 0] \cup ]1; 2[$
- b)  $[-3; 0] \cup [1; 2[$
- c)  $]-\infty; -3[ \cup [2; +\infty[$
- d)  $]0; 1]$
- e)  $[-3; 2[$

Este passo ocupará 5 horas/aula.

## 5. SITUAÇÕES-PROBLEMA EM NÍVEL MAIS ALTO DE COMPLEXIDADE E RECONCILIAÇÃO INTEGRATIVA

Nas situações-problema 2 e 3, os alunos devem responder às três perguntas apresentadas em cada uma. Para tanto, além de usarem seus conhecimentos prévios e aqueles conhecimentos assimilados durante as aulas expositivas sobre os conteúdos da Teoria de Conjuntos precisarão também da definição de probabilidade de ocorrência de um evento simples (na Situação-Problema 3), a qual, nesse caso, será o sorteio de mudas das espécies coletadas pelos alunos da turma do engenheiro florestal Y na empresa fictícia Mudas da Floresta.

Neste passo, será dado prosseguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as principais definições da Teoria de Conjuntos apresentadas durante as aulas expositivas do Passo 4, fazendo sempre uma integração de cada definição utilizada na resolução das perguntas da situação-problema, tentando proporcionar ao estudante, com isso, uma reconciliação integrativa. Essa reconciliação integrativa se dará através de

possível reorganização dos conceitos e relações entre eles na estrutura cognitiva do estudante.

**Situação-problema 2:** Levando em consideração a Teoria de Conjuntos já apresentada, faça um Diagrama de Venn da Situação-problema 1 e responda às questões lá apresentadas:

- Quantas e quais são as espécies cultivadas ao mesmo tempo nas duas propriedades? Qual a operação de conjuntos utilizada para determinar essa resposta?

- Qual é o total de espécies que a empresa cultiva e quais são essas espécies? Qual a operação de conjuntos utilizada para determinar essa resposta?

- Quais espécies faltariam para que a propriedade com mais espécies se igualasse a outra (no caso de a empresa resolver fechar uma das propriedades, mas manter todas as espécies cultivadas)? Qual a operação de conjuntos utilizada para determinar essa resposta?

**Situação-problema 3:** Para criar um contexto, o professor propôs a leitura da introdução do artigo intitulado “Avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* utilizando parâmetros morfológicos” do autor Elder Eloy. et al. (2013). Após a leitura, e baseado nas informações presentes neste trecho do artigo, uma nova situação-problema foi apresentada à turma e continha o seguinte texto e perguntas: Um professor da turma do engenheiro florestal Y, durante uma aula prática do curso, levou os alunos até as propriedades da empresa Mudas da Floresta e pediu que cada um dos 60 alunos coletasse no máximo 2 espécies lá cultivadas para análise da qualidade da madeira das espécies. Assim, 40 alunos coletaram uma muda de *Eucalyptus grandis*, 35 alunos coletaram uma muda de Pinus e 20 coletaram duas mudas, uma de *Eucalyptus grandis* e outra de Pinus. Sendo assim, qual a probabilidade de, sorteando ao acaso a(s) muda(s) de um aluno, o professor:

a) Escolher uma muda de *Eucalyptus grandis* para ser feito o teste de qualidade da madeira?

b) Escolher as mudas de um aluno que tenha coletado as duas espécies: *Eucalyptus grandis* e *Pinus* para ser feito o teste de qualidade?

c) Escolher a(s) muda(s) de um aluno que tenha coletado *Eucalyptus grandis* ou *Pinus* para ser feito o teste de qualidade?

Passo a ser desenvolvido em 1 hora/aula.

## 6. AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM NA UEPS

Poderá ser feita uma avaliação de forma individual, e contendo os dois exercícios seguintes:

Exercício 1: Responda com suas próprias palavras como você realiza/define as seguintes operações com conjuntos. Apresente um exemplo de cada operação.

- União de dois ou mais conjuntos:
- Intersecção de dois ou mais conjuntos:
- Diferença entre dois conjuntos:

Exercício 2: Primeiro, o professor vai propor a leitura do artigo intitulado “Riqueza de espécies produzidas nos viveiros florestais de Minas Gerais” de autoria de Souza (2017). Depois, vai pedir aos estudantes que resolvam o exercício descrito a seguir:

Ciente da divisão das espécies florestais nativas produzidas pelos viveiros em Minas Gerais, disponível na Figura 2 e também no texto apresentado pelo artigo, responda:

a) Qual é o total de espécies florestais nativas produzidas no bioma Cerrado?

b) Qual é o total de espécies florestais nativas produzidas ao mesmo tempo nos biomas Mata Atlântica e Caatinga?

c) Quantas são as espécies florestais nativas produzidas nos biomas Cerrado ou Caatinga?

d) Quantas são as espécies florestais nativas produzidas somente no bioma Mata Atlântica?

e) Quantas são as espécies florestais nativas produzidas no bioma Caatinga, mas que não são produzidas no bioma Mata Atlântica?

Esta atividade ocupará 1 hora/aula.

## **7. AULA EXPOSITIVA INTEGRADORA FINAL**

O professor entregará a avaliação somativa individual feita pelos alunos no passo anterior e comentará com o grande grupo os resultados gerais obtidos. Também será feita a correção em grupo das atividades da avaliação e uma exposição dialogada sobre os procedimentos e conteúdos que deveriam ser levados em questão para resolver os dois exercícios, partindo sempre das definições provenientes da Situação-Problema 1. Após essa atividade, o professor solicitará aos estudantes que elaborem um mapa conceitual final sobre o conteúdo de Conjuntos estudado nas aulas anteriores.

Esta atividade ocupará 1 hora/aula.

## **8. EFETIVIDADE DA UEPS**

Através da análise do mapa conceitual inicial, da resolução da avaliação somativa individual, das atividades desenvolvidas em sala de aula e do mapa conceitual final, o professor poderá verificar a presença de evidências de aprendizagem significativa pelos estudantes.

## REFERÊNCIAS

ELOY, E.; CARON, B. O; SCHMIDT, D.; BEHLING, A.; SCHWERS, L.; ELLI, E. F. Avaliação da Qualidade de Mudanças de Eucalyptus Grandis utilizando parâmetros morfológicos. **Revista Floresta**, Curitiba, volume 43, número 3, p. 373-384, 2013.

GOMES, A. T.; GARCIA, I. K. A construção de uma UEPS sobre Radiações: Uma investigação exploratória nas principais bases de dados nacionais. In: ENCONTRO NACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 6., 2016, São Paulo, p. 133-142. Anais do 6º Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa. Disponível em: <<https://bit.ly/2NsMnLS>>.

MENDES, F.; SANTAROSA, M.C. P.; CAMARGO, M. Investigação do Processo de Aprendizagem de Cálculo num Curso de Engenharia Florestal: O uso do Software Winplot na Aplicação de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/17520>>.

MOREIRA, M. A. O que é afinal Aprendizagem Significativa? *Revista Currículum, La Laguna, Espanha*, número 25, 2012, p. 29-56. Disponível em: <<http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>>.

MOREIRA, M. A. Organizadores Prévios e Aprendizagem Significativa. *Revista Chilena de Educación Científica*, Vol. 7, nº. 2, 2008, pp. 23-30. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/ORGANIZADORESport.pdf>>.

MOREIRA, M. A. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS. *Textos de Apoio ao Professor de Física*, volume 23, número 2, 2012. Instituto de Física – UFRGS. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/moreira\\_v23\\_n2.pdf](http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/moreira_v23_n2.pdf)>

SOUZA, C. M. Diagnóstico da produção de mudas de espécies florestais nativas em Minas Gerais. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.





## CAPÍTULO 8

### UEPS SOBRE REAÇÕES DE OXIRREDUÇÃO

Dr.<sup>a</sup> Ângela Malvina Durand - UFSM - Campus Santa Maria -  
durand.angela1989@gmail.com

Dr.<sup>a</sup> Sabrina Gabriela Klein - Universidade Tecnológica  
Federal do Paraná (UTFPR) - Campus Apucarana -  
sabrinaklein@gmail.com

Dr.<sup>a</sup> Isabel Krey Garcia - UFSM - Campus Santa Maria -  
isabel.garcia@ufsm.br

**Público-Alvo:** 2<sup>o</sup> série do Ensino Médio

A seguir será apresentada a construção de uma UEPS envolvendo as Reações Químicas de Oxirredução, um grupo de reações extremamente importante devido à sua aplicabilidade e que depende da transferência de elétrons e da variação do número de oxidação entre as espécies químicas envolvidas para ocorrerem. Os objetivos que regem a elaboração da presente UEPS centra-se na introdução dos conceitos básicos sobre oxirredução a partir dos subsunçores estabelecidos pelos próprios estudantes no decorrer de sua aplicação, bem como na identificação dos conhecimentos prévios dos mesmos e da inserção deste conteúdo a partir de situações simples do dia a dia.

**Total de horas-aula a serem destinadas para o desenvolvimento da UEPS:** 16 horas/aula

**Passos da UEPS:**

**1. Definição do conteúdo e dos conceitos:** A seguir serão detalhados os passos a serem desenvolvidos nesta etapa.

a) Escrever no quadro as palavras “Degradar” e “oxidar” e pedir para que os estudantes falem sobre o assunto. Conforme vão falando, pedir para que justifiquem;

b) Adicionar ao redor dessas duas palavras as ideias-chave das falas dos estudantes.

Esse primeiro passo permite averiguar os subsunçores relevantes para a construção do conteúdo de Reações de Oxirredução;

c) Após a fala inicial dos estudantes, apresentar a relação existente entre as duas palavras, realizando as integrações necessárias com as ideias definidas pelos mesmos;

d) Em seguida, elencar os principais conceitos que serão trabalhados no decorrer da UEPS, como: oxidação e redução, agente oxidante e redutor.

Aqui, visando não induzir os estudantes nas demais etapas da UEPS, deve-se abordar somente o básico, sem mencionar em nenhum momento os seguintes tópicos: transferência eletrônica, variação do número de oxidação (NOx) e nome desse tipo de reação.

Atividade a ser desenvolvida em 1 hora/aula.

**2. Investigação do Conhecimento Prévio:** A investigação será feita em 4 etapas:

a) *Questionário inicial* – Entregar para cada estudante um questionário investigativo, a fim de averiguar os conhecimentos prévios destes sobre as reações químicas de um modo mais amplo para, posteriormente, chegar nas Reações de Oxirredução.

As perguntas que podem compor o questionário são:

➤ O que você entende por reação química?

➤ Há ocorrência de reações químicas no seu dia a dia?

Exemplifique.

➤ Todas as reações químicas são iguais? Justifique.

➤ Analise as imagens a seguir e responda:

**Figura 1:** Imagens sobre oxirredução



Fonte: imagem 1: <https://www.shutterstock.com/pt/search/fruta+oxidada>;  
imagem 2: <https://residencialnewcare.com.br/analise-dos-fatores-da-autoestima-elevada-na-velhice/>; imagem 3:  
<https://atualizaadireito.jusbrasil.com.br/modelos-pecas/642009714/modelo-defesa-por-recusa-ao-bafometro>; imagem 4: <http://novoelemento.com/o-tetano-e-os-pregos-enferrujados/>; imagem 5: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ferrugem>

a) Existe relação entre as imagens? Justifique.

b) Estas imagens apresentam algum tipo de relação com a Química? Justifique.

c) Você conhece algum(ns) do(s) fenômeno(s) presentes nas imagens? Quais?

*b) Construção do mapa conceitual* - Após responderem o questionário, os estudantes devem ser instruídos a formar grupos com 4 integrantes. Em seguida, entregar para cada grupo uma das imagens presentes no questionário para que construa um mapa conceitual (em um papel pardo ou cartolina) respondendo ao seguinte questionamento: Como você explicaria, quimicamente, a ocorrência do fenômeno presente nesta imagem?

*c) Apresentação* - Após a finalização dos mapas, estipular 5 minutos para cada grupo apresentar.

*d) Discussão* - Posteriormente à apresentação, discutir com a turma sobre os fenômenos encontrados por cada um dos grupos.

O desenvolvimento deste passo ocupará 2 horas/aula.

**3. Situações-problema Introdutórias:** Esta etapa será desenvolvida em três momentos, descritos a seguir:

*a) Situações* – Apresentar duas situações para os grupos explicarem.

Situação 1) Em nossas casas, muitas vezes quando queremos lavar panelas de alumínio, utilizamos buchas ou lã de aço para melhor limpeza desses utensílios. Poucas horas depois, se formos usar a mesma bucha de aço, observaremos que terá sido formada uma cor marrom-alaranjada, sendo impossível reutilizá-la. Como você explicaria esse fenômeno?

Situação 2) A maçã é um alimento rico em vitamina C e sais minerais, como cálcio, fósforo e potássio. No entanto, analisando o pedaço cortado agora e o pedaço cortado no início da aula, pode-se observar a ocorrência de uma modificação na sua coloração, passando de branca para marrom. Como você explicaria esse fenômeno?

*b) Apresentação* – Após resolvidas as questões, sugere-se a apresentação das explicações construídas pelos grupos. As respostas podem ser recolhidas pela professora.

*c) Hipótese* - Para finalizar, os grupos precisam elaborar uma hipótese para a seguinte questão: Qual a relação química existente entre a situação 1 e 2? (Escrever a resposta numa folha).

Após resolução, devem apresentar suas hipóteses. Em seguida, a professora pode fazer questionamentos a respeito de cada uma das hipóteses e anotar as principais ideias dos grupos.

As respostas obtidas nessa etapa precisam ser recolhidas pela professora para que sejam avaliadas.

A etapa será desenvolvida em 2 horas/aula.

**SUGESTÃO 1 (situação 1):** No início da aula um estudante pode mergulhar uma esponja de aço em vinagre e depois deixá-la exposta ao ar para que os estudantes possam observar o processo de ferrugem acontecendo. O vinagre irá acelerar o processo e posteriormente isso poderá ser explorado.

**SUGESTÃO 2 (situação 2):** Também no início da aula entregar uma maçã para um aluno e pedir para que a corte ao meio. Isso possibilitará a oxidação da maçã para melhor visualização da situação 2.

**4. Diferenciação Progressiva:** Para esta quarta etapa, considera-se que o estudante já tenha visto alguns conteúdos, como por exemplo, atomística e ligações químicas.

A seguir, os passos da explanação do conteúdo encontram-se elencados em ordem alfabética.

*a) Frase:* Escrever no quadro a frase retirada do Livro de Joesten e Wood (1996): *“Vivemos em um mundo oxidante”* e em seguida questionar os estudantes sobre o significado da frase.

*b) Questionamentos:* Escrever no quadro duas perguntas: O que é uma reação de oxirredução? E como diferenciar uma reação de oxirredução das demais? Anotar as respostas no quadro.

*c) Aplicações:* Falar que o estudo das reações de oxirredução é muito importante devido ao grande número de aplicações. Além de extremamente versáteis, muitas reações comuns parecem completamente diferentes, mas, ao serem examinadas sob a óptica de um químico, constata-se que são exemplos de um único tipo de processo, isto é, de reações de oxirredução. Alguns exemplos, são:

- Pilhas e baterias que movimentam as calculadoras, carros, brinquedos, lâmpadas, rádios, televisões e muitas outras coisas;
- Para combater a corrosão, polimos a prataria, pintamos as grades de ferro e galvanizamos os pregos;
- Circuitos de computadores são cobertos por finas camadas de ouro ou prata;
- Na revelação fotográfica;
- O processo de envelhecimento;
- Os testes de glicose na urina, ou de álcool no ar expirado.

*d) Indagação:* Mas por que o nome "OXIRREDUÇÃO"? Oxi provém do termo oxidar (oxidação), enquanto que redução, vem de reduzir (redução).

Os dois termos encontram-se juntos nessa palavra justamente para explicar o que acontece em uma reação de oxirredução: um processo de oxidação e outro de redução, simultaneamente. Não existe uma reação de oxirredução quando apenas a oxidação ou a redução acontecem.

Exemplo de reação de oxirredução:



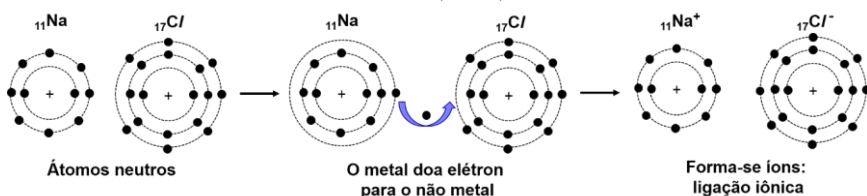
**Reação 1:** Reação química entre brometo de sódio e gás cloro.

Questionar: Como saber se esta reação química é de oxirredução? O que fazer para descobrir, considerando o que já foi dito até aqui? (Dar tempo para pensarem e responderem, anotar as respostas e os nomes de quem responder).

*e) Relembrando ligações químicas:* Conforme já mencionado, os processos de oxidação e redução devem acontecer juntos, mas para entender melhor, é preciso lembrar alguns pontos sobre ligações químicas.

A Figura 1 mostra o exemplo de ligação iônica entre sódio e cloro para formar o cloreto de sódio (NaCl):

**Figura 1:** Exemplo de ligação iônica entre sódio e cloro para formar o cloreto de sódio (NaCl)



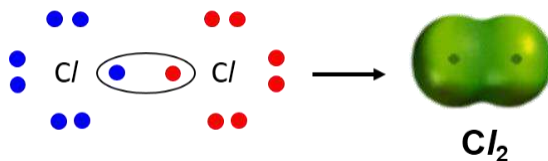
Fonte: autores.

**OBSERVAÇÃO:** Aqui necessita ser explicada detalhadamente toda a parte atomística envolvendo as ligações iônicas, para que os estudantes relembrem e vejam a importância da transferência de elétrons para as reações de oxirredução.

Após relembrar os conceitos envolvidos nas ligações iônicas, questionar: O que afeta na substância essa transferência de elétrons? (Dar tempo para pensarem e responderem).

Outro tipo de ligação importante e que deve ser lembrada é a covalente. As Figuras 2 e 3 mostram, respectivamente, exemplos de compartilhamento de elétrons entre dois átomos de cloro e entre hidrogênio e cloro.

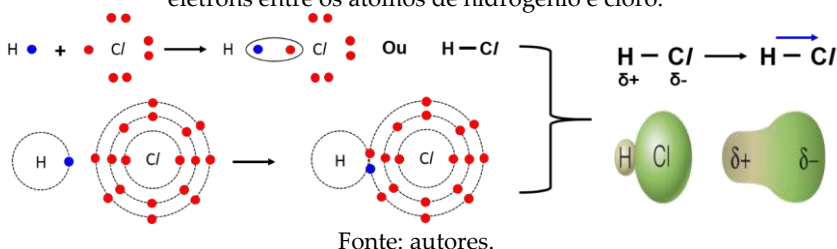
**Figura 2:** Formação do gás cloro ( $Cl_2$ ) a partir do compartilhamento de elétrons entre dois átomos de cloro.



Fonte: autores.



**Figura 3:** Formação do ácido clorídrico (HCl) a partir do compartilhamento de elétrons entre os átomos de hidrogênio e cloro.



**OBSERVAÇÃO:** Aqui deve-se explicar toda a parte de atomística envolvendo o compartilhamento de elétrons das ligações covalentes, bem como sobre as força das ligações, isto é, da polaridade e o que isto influência nas moléculas.

Após relembrar o que acontece numa ligação covalente, questionar: Para que haja diferença de polaridade entre os átomos envolvidos numa determinada ligação, o que é preciso ser observado? (Dar tempo para pensarem e responderem).

*f) Perguntas para entregarem:* Depois dos exemplos sobre ligações químicas, pedir para os grupos responderem e entregarem os seguintes questionamentos:

a) Aqui estamos falando apenas de ligações entre átomos, mas e quando temos uma reação química acontecendo, com mais de uma substância no meio reacional, qual a importância da transferência de elétrons? E do compartilhamento de elétrons?

b) O que a transferência e o compartilhamento de elétrons nos dizem sobre as reações de oxirredução?

c) Por que vocês observaram mudança de carga no NaCl, HCl e não no Cl<sub>2</sub>?

*g) Número de oxidação:* Em seguida, trabalhar com as regras de número de oxidação (NOx).

Explicar que em compostos iônicos, o NO<sub>x</sub> é a própria carga elétrica do íon formado, isto é, o número de elétrons perdidos ou ganhos em uma transferência eletrônica. Já nos compostos covalentes não há transferência, mas sim compartilhamento de elétrons e, por isso, o NO<sub>x</sub> deve ser entendido como a carga elétrica que o átomo irá adquirir se houver quebra da ligação covalente, ficando os elétrons com o átomo mais eletronegativo.

**Quadro 1** – Regras de atribuição dos números de oxidação (NO<sub>x</sub>) dos elementos químicos.

<b>Regras gerais</b>
1) O NO <sub>x</sub> de um elemento não combinado com outros elementos é zero.
2) O Nox do íon de um elemento é igual à sua carga.
3) O <i>somatório</i> dos NO <sub>x</sub> dos átomos na fórmula de um composto neutro é zero.
4) O <i>somatório algébrico</i> dos NO <sub>x</sub> de todos os átomos de um íon é igual à carga do íon.
<b>Número de oxidação</b>
5) NO <sub>x</sub> do hidrogênio será: +1 (combinado com não metais) e -1 (combinado com metais).
6) Nox dos elementos dos Grupos 1 e 2 da tabela periódica será: Igual ao número do seu grupo. Elementos do grupo 1 ⊙ NO <sub>x</sub> = +1 Elementos do grupo 2 ⊙ NO <sub>x</sub> = +2.
7) Nox dos halogênios será: -1 na maior parte de seus compostos. O flúor será -1 em todos os seus compostos. Exceção: Quando combinados com oxigênio ou outro halogênio mais alto do grupo, ou seja, com elementos com maior eletronegatividade.
8) Nox do oxigênio será: -2 na maior parte de seus compostos. <i>Exceções:</i> - Em compostos com flúor, prevalece a regra anterior; - Em compostos em peróxidos (O <sub>2</sub> <sup>2-</sup> ), superóxidos (O <sup>-1</sup> ) e ozonídeos (O <sub>3</sub> <sup>-</sup> ).

Fonte: Adaptada de Atkins, Jones e Laverman (2018) e Lewis e Evans (2014).

**OBSERVAÇÃO:** Esta tabela precisa ser trabalhada detalhadamente com muitos exemplos.

A partir dessa tabela, comentar que os elementos metálicos possuem, na maioria das vezes, NO<sub>x</sub> positivos, enquanto que os elementos não metálicos podem ser positivos ou negativos. Além

disso, o NO<sub>x</sub> mais elevado que um elemento representativo tem pode ser igual ao número do grupo a que pertence, por exemplo, os halogênios encontram-se no grupo 17, logo, o maior número de oxidação que estes elementos podem apresentar é +7.

Posteriormente, pode-se trabalhar o NO<sub>x</sub> com alguns exercícios exemplificadores com os estudantes, como:

a) HBr b) ClO<sub>4</sub><sup>-</sup> c) H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> d) NaCl e) MnBr<sub>2</sub> f) KBrO g) Br<sub>2</sub> h) KBrO<sub>3</sub> i) Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>

*h) Conceitualização – parte 1 (oxirredução, oxidação e redução, agente oxidante e redutor, número de oxidação):* Depois de abordar os NO<sub>x</sub>, é preciso definir o que é uma reação de oxirredução.

Explicar que são reações na qual os números de oxidação sofrem alterações. Ou melhor, em substâncias iônicas uma reação de oxirredução é definida pela sua transferência de elétrons e, conseqüentemente, variação do NO<sub>x</sub>, enquanto nas substâncias covalentes, esse tipo de reação é definida apenas pela variação do NO<sub>x</sub> por não haver transferência, mas sim compartilhamento de elétrons.

Sugere-se a retomada da Reação 1 e, aplicando as regras estabelecidas no Quadro 1, mostrar a variação do NO<sub>x</sub> de cada uma das espécies envolvidas.

- **NaBr:** O NO<sub>x</sub> do sódio (Na) será +1 por ser um elemento do Grupo 1 da Tabela periódica, enquanto que o bromo (Br) deverá ser -1 para que a soma dos NO<sub>x</sub> possa ser igual a zero.

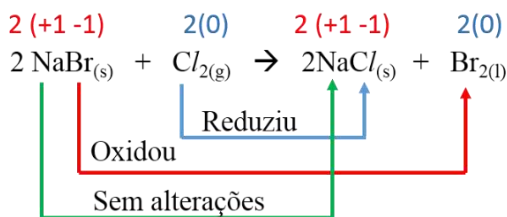
- **Cl<sub>2</sub>:** Por ser uma substância simples, o NO<sub>x</sub> do cloro no gás cloro será igual a zero.

- **NaCl:** O NO<sub>x</sub> do sódio (Na) será +1 por ser um elemento do Grupo 1 da Tabela periódica, enquanto que o cloro (Cl) deverá ser -1 para que a soma dos NO<sub>x</sub> possa ser igual a zero.

- **Br<sub>2</sub>:** Por ser uma substância simples, o NO<sub>x</sub> do bromo no gás bromo será igual a zero.

O segundo passo é encontrar, a partir da variação do NOx, as espécies que oxidaram e que reduziram, conforme mostra a Figura 4.

**Figura 4:** Apresentação das espécies que sofreram, respectivamente, oxidação e redução na Reação 1.



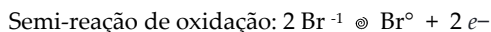
Fonte: autores

Deve-se explicar ainda que, como esse processo acontece via transferência de elétrons de uma espécie para outra, passa a gerar uma perda de elétrons na oxidação e ganho na redução, sendo esta a etapa principal das reações químicas de oxirredução. A transferência eletrônica se dá porque os elétrons são partículas reais e não podem ser simplesmente “perdidos” e, por isso, em uma reação química, sempre que uma espécie oxidar, outra se reduzirá. Considerar a oxidação e a redução separadamente é como bater palmas só com uma mão, pois uma transferência eletrônica precisa ocorrer juntamente com a outra, para que a reação aconteça.

Também é preciso abordar que a espécie que provoca a oxidação chama-se agente oxidante pois, ao agir, aceita os elétrons liberados pelas espécies que se oxidam. Em outras palavras, o oxidante contém um elemento no qual o número de oxidação diminui. Por outro lado, a espécie que promove a redução chama-se agente redutor e, ao fornecer os elétrons para a espécie que está sendo reduzida, perde elétrons, isto é, o redutor contém um elemento no qual o número de oxidação aumenta.

Outro conceito importante deste conteúdo são as semi-reações, pois em toda reação de oxirredução existe a reação de

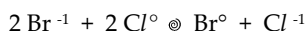
quem reduz e outra de quem oxida, as quais resultarão na reação global. As semi-reações da Reação 1 são:



**Reação 2:** Semi-reações de oxidação e redução da reação química entre brometo de sódio e gás cloro.

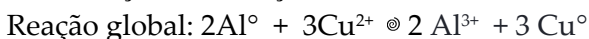
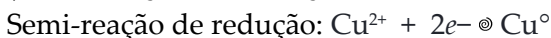
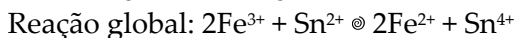
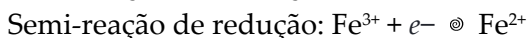
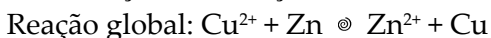
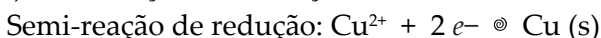


Para a reação global, basta cortar as espécies iguais dos lados opostos presentes nas semi-reações, ou seja, no exemplo acima, as únicas espécies que serão cortadas serão os 2 elétrons presentes, respectivamente, no lado do produto (semi-reação de oxidação) e no lado dos reagentes (semi-reação de redução). Desta forma, a reação global será:



**Reação 3:** Reação global de oxidação e reação para a reação química entre brometo de sódio e gás cloro.

Outros exemplos de semi-reações e reação global que podem ser trabalhados encontram-se a seguir:

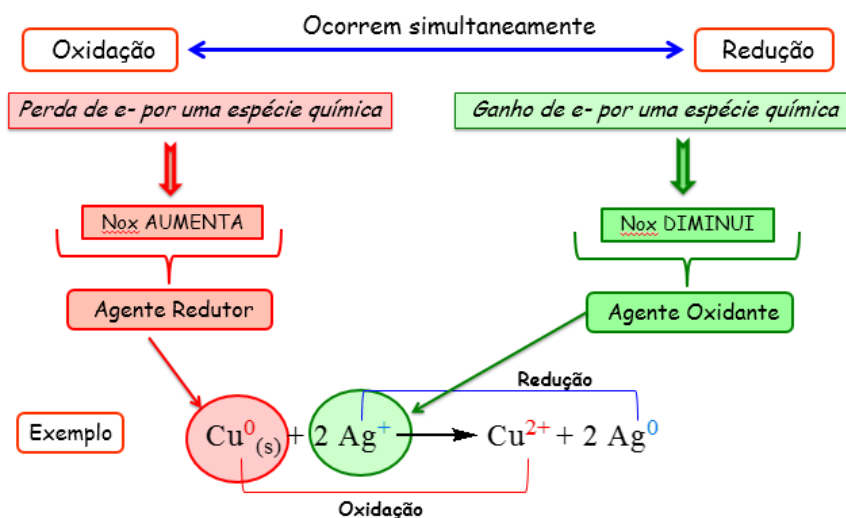


Exercício: Encontrar os agentes oxidantes e redutores, quem oxida e quem reduz, mostrando as representações atômicas dos reagentes e produtos, bem como as meias-reações e reação global de cada reação.

- 1)  $\text{Zn}_{(s)} + 2\text{HCl}_{(aq)} \rightarrow \text{ZnCl}_{(aq)} + \text{H}_{2(g)}$
- 2)  $\text{Zn}_{(s)} + \text{CuSO}_{4(aq)} \rightarrow \text{ZnSO}_{4(aq)} + \text{Cu}_{(s)}$
- 3)  $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$

i) *Esquema*: Apresentar um esquema para os estudantes contendo todos os conceitos importantes para compreender as reações de oxirredução, conforme apresentado na Figura 5.

Figura 5: Resumo das reações de oxirredução.

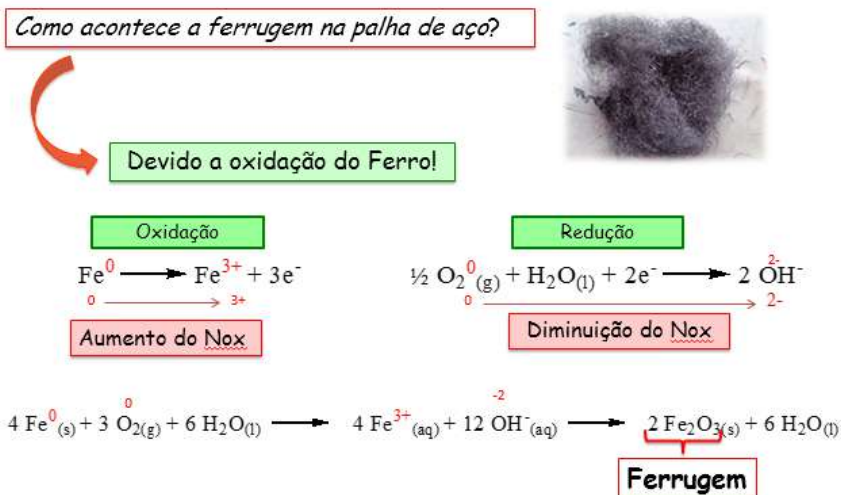


Fonte: autores.

j) *Retomada das Situações-problema Introdutórias*: Como na Etapa 3 os estudantes tiveram que tentar resolver duas situações sem conhecimento do conteúdo, neste momento é importante a retomada das duas situações-problema para que estes possam compreendê-las.

A Figura 6 apresenta um esquema do processo de formação da ferrugem na palha de aço, no entanto, cabe ao professor um aprofundamento para sanar as dúvidas dos estudantes.

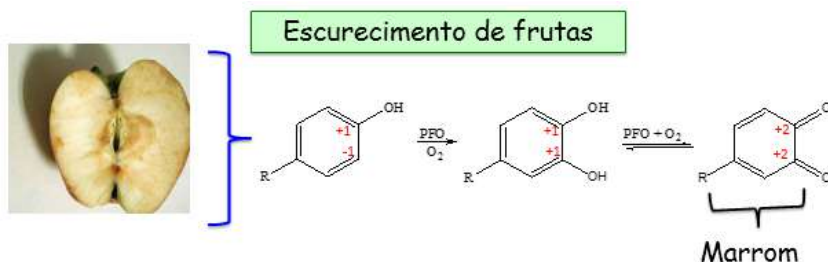
**Figura 6:** Esquema de como ocorre a formação da ferrugem na palha de aço.



Fonte: autores.

Já a Figura 7 apresenta a reação orgânica envolvendo o processo de escurecimento da maçã, sendo esta uma reação de oxirredução devido à variação no NOx. Para isto, neste momento deve-se ser falado sobre a variação do NOx em átomos de carbono.

**Figura 7:** Reação orgânica de oxirredução da formação do escurecimento da maçã.



**Fonte:** autores.

*k) Conceitualização – parte 2 (Espontaneidade reacional):* Conforme já trabalhado, a oxidação resulta na perda de um ou mais elétrons por uma espécie. O que não foi falado ainda é que quando ocorre essa perda, o seu estado de oxidação atinge valores mais positivos, enquanto a espécie que recebe esses elétrons tem seu estado de oxidação diminuído.

Questionar: Será que uma reação química de oxirredução ocorre a partir da junção de qualquer espécie? (dar tempo para responderem).

Complementar: Vocês já sabem que nesse tipo de reação, oxidação e redução devem ocorrer em conjunto, e quando isso acontece de forma “natural”, significa que a mesma ocorreu de modo espontâneo.

Questionar: O que isso significa?

Complementar: Para saber se realmente uma reação de oxirredução é espontânea, é preciso analisar o Quadro 2, o qual mostra os Potenciais-padrão de redução ( $E^0$ ) de cada uma das semi-reações envolvidas, fornecendo a tendência das espécies químicas de serem reduzidas ou oxidadas.



**Quadro 2 – Potenciais-padrão de redução ( $E^\circ$ )**

Semi-reação de redução	$E^\circ$ red (volts)
$K^+ + e \rightarrow K$	- 2,93
$Na^+ + e \rightarrow Na$	- 2,714
$Mg^{2+} + 2e \rightarrow Mg$	- 2,37
$Al^{3+} + 3e \rightarrow Al$	- 1,66
$Mn^{2+} + 2e \rightarrow Mn$	- 1,18
$Zn^{2+} + 2e \rightarrow Zn$	- 0,763
$Cr^{3+} + 3e \rightarrow Cr$	- 0,74
$Ag_2S + 2e \rightarrow 2Ag + S^{2-}$	-0,69
$Fe^{2+} + 2e \rightarrow Fe$	- 0,44
$Cd^{2+} + 2e \rightarrow Cd$	- 0,402
$Co^{2+} + 2e \rightarrow Co$	- 0,277
$Ni^{2+} + 2e \rightarrow Ni$	- 0,250
$Sn^{2+} + 2e \rightarrow Sn$	- 0,136
$Pb^{2+} + 2e \rightarrow Pb$	- 0,126
$2 H^+ + 2e \rightarrow H_2$	0,00
$Cu^{2+} + 2e \rightarrow Cu$	0,34
$Fe(CN)_6^{3-} + e \rightarrow Fe(CN)_6^{4-}$	0,48
$I_2 + 2e \rightarrow 2 I^-$	0,536
$O_2 + 2 H^+ + 2e \rightarrow H_2O_2$	0,682
$Fe^{3+} + e \rightarrow Fe^{2+}$	0,771
$Hg_2^{2+} + 2e \rightarrow 2 Hg$	0,789
$Ag^+ + e \rightarrow Ag$	0,799
$O_2 + 4H^+ + 4e \rightarrow 2H_2O$	1,23
$H_2O + 2H^+ + 2e \rightarrow 2H_2$	1,50

Fonte: Atkins, Jones e Laverman (2018).

Quanto mais positivo o valor de  $E^\circ$ , maior será a tendência da semi-reação ser espontânea. Por conta disso, é preciso analisar  $E^\circ$  para prever qual espécie ganha ou perde elétrons, ou seja, qual espécie oxida e qual reduz. A semi-reação com menor valor de potencial-padrão de redução deve ser invertida, indicando que essa substância sofrerá oxidação.

O somatório de ambas semi-reações resulta na reação global que ocorre no processo, sendo os elétrons cancelados durante esse

somatório, o que é indispensável para o balanceamento da equação.

O número total de elétrons perdidos por uma espécie deve ser igual ao número total de elétrons recebidos pela outra espécie. A diferença dos valores de potenciais-padrão de redução de ambas semi-reações de redução, ou seja, o potencial-padrão de redução da espécie que está sendo reduzida menos o potencial-padrão de redução da espécie que está sendo oxidada ( $E^{\circ}_{\text{red}} - E^{\circ}_{\text{ox}}$ ), fornece o valor do potencial padrão elétrico da reação global ( $\Delta E^{\circ}$ ), conforme mostra a Figura 8. Quando o valor é positivo, diz-se que a reação é espontânea. Por outro lado, um valor negativo de potencial-padrão elétrico da reação global indica um processo não espontâneo.

**Figura 8** – Fórmulas da diferença dos valores de potenciais-padrão

$$\Delta E^{\circ} = E^{\circ}_{\text{red (maior)}} - E^{\circ}_{\text{red (menor)}} \quad E^{\circ} > 0 (+) \text{ ESPONTÂNEA}$$

Ou

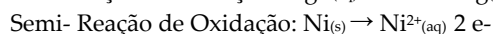
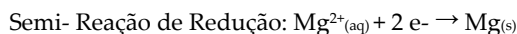
$$\Delta E^{\circ} = E^{\circ}_{\text{oxi}} + E^{\circ}_{\text{red}} \quad E^{\circ} < 0 (-) \text{ NÃO - ESPONTÂNEA}$$

Fonte: autores.

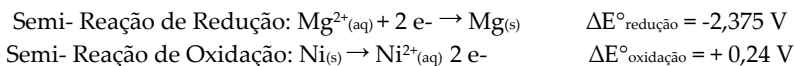
Um exemplo de exercício para se trabalhar espontaneidade das reações de oxirredução, pode ser visto a seguir:

**a)** Considerando a seguinte reação global:  $\text{Mg}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{Ni}_{(\text{s})} \rightarrow \text{Mg}_{(\text{s})} + \text{Ni}^{2+}_{(\text{aq})}$ , pergunta-se: Esta reação será espontânea ou não?

Conforme mostra a equação global, o íon magnésio sofreu redução e o níquel metálico, oxidação. Desta forma, tem-se as seguintes semi-reações:



Ao averiguar no Quadro 2 os Potenciais-padrão de redução ( $E^\circ$ ), obtêm-se os seguintes valores para estas semi-reações:



Logo, para encontrar o valor de  $\Delta E^\circ$ :  $\Delta E^\circ = E^\circ_{\text{oxidação}} + E^\circ_{\text{redução}}$

$$\Delta E^\circ = +0,24 + (-2,375)$$
$$\Delta E^\circ = -2,135 \text{ V}$$

Como o valor de  $\Delta E^\circ$  deu negativo, essa reação não é espontânea. Se fosse no sentido oposto, a reação seria espontânea.

Esta atividade ocupará 5 horas/ aula.

### 5. Situações-problema em nível mais alto de Complexidade:

Esta etapa será desenvolvida em dois momentos.

1) *Situações* – Neste primeiro momento serão apresentadas duas situações e cada grupo receberá uma, aleatoriamente.

Situação 1) Fernanda encontrou em sua casa uma caixa com vários talheres de prata. No entanto, todos estavam muito sujos. Como você ajudaria Fernanda a realizar a limpeza desses utensílios?

Para explicar o processo de limpeza da prata, você terá que montar um mapa conceitual para ser apresentado, além de construir um relatório experimental para a atividade.

Situação 2) Miguel saiu para um jantar de fim de ano com seus colegas de trabalho. No restaurante, ofereceram para ele espumante para o brinde, mas por estar dirigindo, recusou. Ao voltar para casa, ficou pensando no funcionamento de um bafômetro.

Para explicar o processo de funcionamento do bafômetro, você terá que montar um mapa conceitual para ser apresentado, além de construir um relatório experimental para a atividade.

2) *Apresentação* – Cada grupo deverá apresentar aos seus colegas as resoluções das situações que receberam. Salienta-se que, para que os grupos resolvam estas situações, o(a) professor(a) deve fornecer ajuda e direcionamento, mas ao mesmo tempo dar autonomia para que os grupos realizem a pesquisa sobre a atividade experimental.

Todos os mapas devem ser recolhidos para avaliação.

Atividade a ser desenvolvida em 4 horas/aula.

**6. Reconciliação Integrativa:** A partir das duas situações estabelecidas na Etapa 5, retomar todo o conteúdo trabalhado no decorrer dessa UEPS, comentando os mapas desenvolvidos pelos grupos. Com isso, destacar as principais dificuldades averiguadas, bem como as superadas pelos estudantes.

O passo será desenvolvido em 1 hora/aula.

**7. Avaliação da aprendizagem na UEPS:** Como avaliação, cada estudante terá que resolver duas situações mais complexas envolvendo o conteúdo em questão. A primeira situação é basicamente a mesma do Passo 3, mas mais elaborada.

**OBSERVAÇÃO:** Além do conteúdo de reações de oxirredução, o estudante precisará utilizar também os conteúdos de soluções.

Situação 1: Em uma aula experimental, o professor solicitou aos seus alunos que realizassem o seguinte experimento:

- 1) Numerar dois tubos de ensaio;
- 2) Adicionar 10 mL de solução 0,01M de sulfato de cobre no primeiro tubo de ensaio e em seguida, adicionar um pequeno pedaço de esponja de aço;
- 3) Adicionar 10 mL de solução 0,1M de sulfato de cobre no segundo tubo de ensaio e em seguida, adicionar um pequeno pedaço de esponja de aço.

Com base no experimento, pergunta-se:

a) Você acha que os efeitos na esponja de aço nos dois tubos serão iguais? Explique.

b) Explique com suas palavras o que acontece com a esponja de aço em cada um dos tubos de ensaio. Use diagramas, desenhos e mecanismos. Fale tudo o que você sabe sobre cada reação química. Diga inclusive suas dúvidas e/ou dificuldades no entendimento dessas reações químicas.

Situação 2: Em uma aula experimental, o professor solicitou aos seus alunos que realizassem o seguinte experimento:

1) Numerar dois béqueres de 100 mL;

2) Adicionar 50 mL de solução 0,1 M de sulfato de cobre no primeiro béquer e mergulhar uma lâmina de zinco nesta solução;

3) Adicionar 50 mL de solução 0,1 M de sulfato de zinco no segundo béquer e mergulhar uma lâmina de cobre nesta solução.

Com base no experimento, pergunta-se:

a) O que você acha que vai acontecer em ambos os béqueres? Explique.

b) Explique com suas palavras o que acontece em cada um dos béqueres. Use diagramas, desenhos e mecanismos. Fale tudo o que você sabe sobre cada reação química. Diga inclusive suas dúvidas e/ou dificuldades no entendimento dessas reações químicas.

Desta forma, será feita uma análise das respostas obtidas pelos estudantes durante a avaliação individual.

Esta atividade ocupará 1 hora/aula.

**8. Efetividade da UEPS:** Em todas as aulas as respostas dos estudantes devem ser anotadas frente aos questionamentos, bem como o nome de quem respondeu, a fim de averiguar as evidências de aprendizagem significativa dos estudantes. Além disso, é importante que seja realizada uma análise qualitativa

sobre as potencialidades da UEPS desenvolvida sobre os conceitos da unidade.

## REFERÊNCIAS

ATKINS, P. W.; JONES, L. **Princípios de Química** - Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente. 5ª edição. Porto Alegre: Editora Bookman, 2012.

BROWN, T. L.; et al. **Química: a Ciência Central**. 9 ed. São Paulo: Editora Pearson, 2007.

BROWN, T.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E. **Química: a ciência central**. 7. ed. Rio de Janeiro: Ed LTC, 1997.

CHANG, R. **Química Geral: Conceitos Essenciais**. 4ª edição. Porto Alegre: Editora Bookman, 2010.

CHANG, R.; GOLDSBY, K. A. **Química**. 11ª edição. Porto Alegre: Editora McGraw-Hill Education - Bookman, 2013.

JOESTEN, M. D.; WOOD, J. L. **Word of Chemistry**. 2. Ed. EUA: Saunders College Publishing, 1996.



## CAPÍTULO 9

### PROPOSTA DE UEPS SOBRE EFEITO ESTUFA

Esp. Cassia Lutiane Moraes Goulart - Professora da Rede  
Estadual do Rio Grande do Sul - cassialmgoulart@hotmail.com  
Dr.<sup>a</sup> Isabel Krey Garcia - UFSM - Campus Santa Maria -  
isabel.garcia@ufsm.br

**Público-Alvo:** alunos do 8º ano do ensino fundamental

### INTRODUÇÃO

Para tornar a aprendizagem significativa o aluno deve estar motivado. Acreditamos que o interesse destes pode ser despertado a partir do estudo e análise de sua realidade, que pode ser fomentado a partir de uma abordagem CTS (Ciência, tecnologia e Sociedade).

Desta forma, a TAS (Teoria da Aprendizagem Significativa) e a TASC (Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica) aliadas à abordagem CTS pode transformar a concepção de mundo dos indivíduos, e torná-los capazes de estabelecer conexões entre as vivências de seu cotidiano e o novo conhecimento.

Portanto, esse trabalho pretende apresentar possibilidades para o ensino de conceitos relacionados a Efeito Estufa tendo como orientadora uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) voltado para o Ensino de Física nos anos finais da Escola do Campo. A UEPS possui sua ancoragem na TAS, na TASC e na educação CTS voltada para a Educação do Campo.

No processo de assimilação de novos significados, a UEPS (Unidade de Ensino Potencialmente Significativa) construída a partir de uma abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) no Ensino de Física na Escola do Campo, implica lidar com



situações verdadeiras e que envolvem soluções aplicáveis no cotidiano do estudante, tem como propósito desenvolver o instinto curioso das crianças, que no caso, é o que está nos faltando na Escola atual.

**Total de horas-aula a serem destinadas para o desenvolvimento da UEPS:** 10 horas-aula.

**Passos da UEPS:**

## 1. DEFINIÇÃO DO CONTEÚDO E DOS CONCEITOS

**Tópicos:** Efeito Estufa

**Objetivos:**

- **Segundo a BNCC:** (EF07CI02) Diferenciar temperatura, calor e sensação térmica nas diferentes situações de equilíbrio termodinâmico cotidianas; (EF07CI04) Avaliar o papel do equilíbrio termodinâmico para a manutenção da vida na Terra, para o funcionamento de máquinas térmicas e em outras situações cotidianas; (EF07CI13) Descrever o mecanismo natural do efeito estufa, seu papel fundamental para o desenvolvimento da vida na Terra, discutir as ações humanas responsáveis pelo seu aumento artificial (queima dos combustíveis fósseis, desmatamento, queimadas etc.) e selecionar e implementar propostas para a reversão ou controle desse quadro; (EF08CI16) Discutir iniciativas que contribuam para restabelecer o equilíbrio ambiental a partir da identificação de alterações climáticas regionais e globais provocadas pela intervenção humana.

**Segundo CTS:** Promover a alfabetização científica dos cidadãos para que estes tenham condições de intervir de forma crítica no contexto social no qual estão inseridos, através do desenvolvimento de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores que possibilitem a tomada de decisão responsável e

consciente sobre questões relativas à Ciência e Tecnologia na Sociedade (SANTOS; MORTIMER, 2000); Promover uma visão mais ampla da ciência, com vistas a natureza da ciência e do trabalho científico e promover o interesse dos alunos em relacionar ciência e tecnologia aos fenômenos cotidianos (AULER, 2007).

**Segundo TAS:** Busca-se a aprendizagem significativa, na qual um novo conhecimento adquire significado na ancoragem interativa com algum conhecimento prévio especificamente relevante.

**OBJETIVO GERAL:** Possibilitar a aquisição significativa de conceitos relacionados a Calor, Temperatura e Sensação Térmica.

## 2. INVESTIGAÇÃO DO CONHECIMENTO PRÉVIO

Atividades para investigar o conhecimento prévio dos estudantes, sendo eles: questionário inicial, atividades de análise e diálogo com relação às respostas do questionário.

### QUESTIONÁRIO INICIAL

#### Investigação de conhecimentos prévios

Estudante

Turma:

Prezado Estudante,

Este questionário tem por objetivo investigar seus conhecimentos prévios a respeito do tema Efeito Estufa e lixo doméstico, porém não é um teste sobre domínio de conteúdo.

**Questão 1.** Marque a alternativa abaixo, identificando qual a forma de descarte de lixo orgânico (cascas de frutas, legumes, hortaliças) em sua residência: (Você poderá marcar mais de uma alternativa, se necessário).

( ) Em sacolas identificadas para recolhimento de lixo (coleta seletiva).

É colocado em composteira para a produção de fertilizante orgânico.

É descartado no meio ambiente, no solo ou “sanga”.

Em outro local, qual? \_\_\_\_\_

**Questão 2.** Marque as alternativas abaixo, identificando quais as formas de descarte de lixo seco (papelão, plástico, vidros, latas) em sua residência: (Você poderá marcar mais de uma alternativa, se necessário).

Em sacolas identificadas para recolhimento de lixo (coleta seletiva).

É levado para empresas de coleta desses materiais.

É descartado no meio ambiente, no solo ou “sanga”.

Os materiais como papelão e plástico são queimados em locais próximos de casa.

Em outro local, qual? \_\_\_\_\_

**Questão 3.** Em sua comunidade, como você e seus vizinhos descartam o lixo seco (plásticos, papelão, vidros, latas), marque as alternativas que melhor definem esse descarte:

A prefeitura municipal oferece um sistema de coleta seletiva diário.

A prefeitura municipal oferece um sistema de coleta seletiva uma vez por semana.

A prefeitura municipal oferece um sistema de coleta seletiva uma vez por mês.

Não existe coleta seletiva de materiais na comunidade.

**Questão 4.** Analise as alternativas sobre aspectos relacionados ao lixo e marque (V) para as verdadeiras e (F) para as falsas.

O lixo é caracterizado como tudo aquilo que não tem mais utilidade e não apresenta nenhum valor para o homem e, conseqüentemente, é jogado fora.

( ) A destinação inadequada do lixo pode desencadear vários problemas socioambientais, como, por exemplo, poluição do solo, entupimento de bueiros e poluição visual.

( ) A produção de lixo não é tão prejudicial ao meio ambiente, visto que em todas as cidades brasileiras ocorrem a coleta e o tratamento adequado desse material.

( ) O lixo urbano recebe classificação de acordo com sua fonte geradora e composição do material, havendo a necessidade de tratamento específico para cada tipo de lixo.

( ) A população não deve se preocupar em reduzir a produção de lixo, pois todo esse material é reciclado, fato que fortalece a economia local.

**Questão 5.** Com base nos seus conhecimentos, aponte as principais consequências geradas pelo lixo:

( ) Doenças

( ) Empregos

( ) Liberação de poluentes na atmosfera

( ) Alimentos

( ) Morte de plantas

( ) Contaminação da água subterrânea

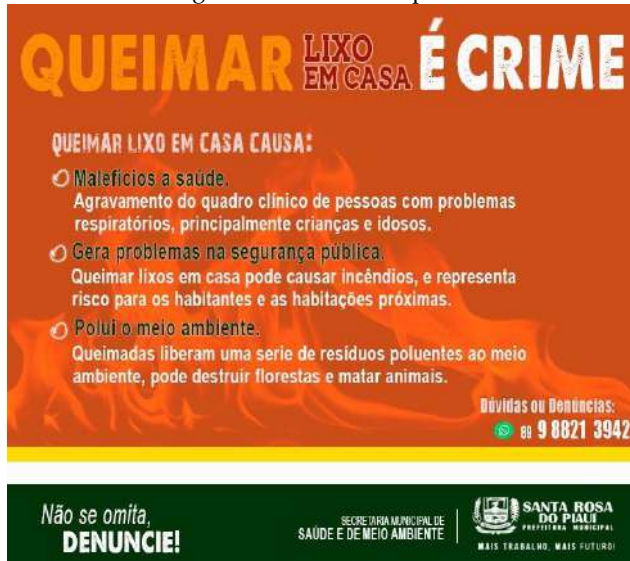
( ) Ar puro

( ) Solo fértil.

( ) Vida saudável

**Questão 6.** Observe a imagem abaixo:

Figura 3- material de apoio I



Fonte: <https://www.santarosahoje.com.br/noticia/1064/voce-sabia-que-ao-queimar-o-lixo-domestico-voce-esta-cometendo-um-crime->

Você tinha conhecimento sobre esse assunto? ( ) Sim ( ) Não

**Questão 7.** Você já ouviu falar em Efeito Estufa? Escreva o que você sabe.

---

---

**Questão 8.** O Efeito Estufa é:

( ) Um fenômeno atmosférico natural que prejudica a vida na Terra, fazendo com que aumente a temperatura do Planeta, além disso, com que animais morram e plantações acabem.

( ) Um fenômeno atmosférico natural responsável por manter a temperatura da Terra em equilíbrio, pois sem sua presença os seres vivos não se desenvolveriam. Por isso, é um fenômeno extremamente importante, que deve ser monitorado e,

também que sofre muitas alterações com a interferência dos seres humanos.

( ) Um fenômeno atmosférico natural desnecessário, pois não interfere em nenhuma função do nosso Planeta.

**Questão 9.** Quais são as causas do Efeito Estufa, em sua opinião?

- ( ) industrialização
- ( ) Lixo
- ( ) Excesso de meios de locomoção poluentes
- ( ) Desmatamento
- ( ) Queimadas
- ( ) Todas as alternativas acima.

**Questão 10.** Lixo e Efeito Estufa: O que eles têm em comum? (Marque apenas uma alternativa)

( ) Não existe relação entre a produção de lixo e o efeito estufa. O lixo produzido, queimado ou jogado no chão não interfere na atmosfera e nem no efeito estufa.

( ) Existe uma pequena relação entre a produção de lixo e o efeito estufa. O lixo produzido, queimado ou jogado no chão interfere em parte na atmosfera e no efeito estufa.

( ) Há uma relação bem forte entre a produção de lixo e o efeito estufa. Desse modo, com a queimada de lixo doméstico tem-se uma grande liberação de gases que podem ser prejudicial para a saúde da população, bem como, contribuir para o efeito estufa e, em consequência, o aumento da temperatura do Planeta.

### 3. SITUAÇÕES-PROBLEMAS INTRODUTÓRIAS

Situação inicial: Elaboração de Podcast, com base na análise textual e nos vídeos assistidos, onde responderam ao seguinte questionamento: *“Você sabia que a queima de lixo, mesmo dentro de propriedade particular, é crime?”*.

#### 4. DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA: APROFUNDANDO O CONHECIMENTO

Foram trabalhados os conceitos de Efeito estufa; Aquecimento Global; Gases que potencializam o Efeito Estufa; A importância do Efeito estufa para a existência de Vida terrestre; Mudanças Climáticas; A ação humana e a produção de lixo como fatores que intensificam a emissão de gases poluentes e, por consequência, interferem no Efeito estufa e no aquecimento da Terra.

#### 5. SITUAÇÕES-PROBLEMAS EM NÍVEL MAIS ALTO DE COMPLEXIDADE

**Situações - Problema:** O aquecimento global, causado pela acentuação do efeito estufa, tem como principal fator a emissão de material particulado – que são poluentes. Quais materiais particulados são liberados na queima do lixo? Como você representaria essa liberação de partículas na atmosfera?

O documentário “O Amanhã é hoje - o drama de brasileiros impactados pelas mudanças climáticas” (Lazzeri, 2018), servirá de material de apoio para a situação problema.  
<http://www.oamanhaehoje.com.br/>

#### 6. RECONCILIAÇÃO INTEGRATIVA

Nesse passo, na primeira parte dele, foi proposto aos estudantes o experimento prático que simula o efeito estufa, com isso, pretende-se retomar alguns conceitos já estudados e propor novos debates enquanto se realiza a experiência. Disponível em: <https://memoria.ebc.com.br/infantil/2015/08/faca-voce-mesmo-experiencia-simula-o-efeito-estufa>

Na segunda parte, foi realizado a leitura colaborativa do artigo “Ensinando a Química do Efeito Estufa no Ensino Médio: Possibilidades e Limites” (Tolentino, 1998), onde será destacado e

dialogado sobre algumas abordagens do artigo em relação ao Efeito Estufa e ao Aquecimento Global.

“Ensinando a Química do Efeito Estufa no Ensino Médio: Possibilidades e Limites” (Tolentino, 1998)

[http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos\\_teses/quimica/ens\\_quim\\_efeito\\_estufa\\_en\\_med\\_qnesc\\_2009.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/quimica/ens_quim_efeito_estufa_en_med_qnesc_2009.pdf)

## 7. AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM NA UEPS

Avaliação somativa individual, na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados.

## 8. EFETIVIDADE DA UEPS

A avaliação da UEPS ocorrerá a partir da elaboração de Mapa Conceitual sobre as concepções dos estudantes sobre o desenvolvimento da sequência didática.

## REFERÊNCIAS

AULER, D. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência e Ensino**. v. 1, número especial, 2007.

CARRIL, M. da G. P.; NATÁRIO, E. G.; ZOCCAL, S. I. Considerações sobre Aprendizagem Significativa, a partir da visão de Freire E Ausubel – uma reflexão teórica. **E-Mosaicos-Revista Multidisciplinar de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura** (CAp- UERJ), v.6, n.13, p. 68-78, dezembro de 2017. DOI: 10.12957/e-mosaicos.2017.30818

FLÔRES, G. G. C.; MATHIAS, C. V.; SANTAROSA, M. C. P. As transformações geométricas sob o olhar de um aluno com o



Transtorno do Espectro Autista. **Perspectivas da Educação Matemática**, v. 12, n. 29, p. 448-466, 27 dez. 2019.

GOMES, A. T.; GARCIA, I. K.. Aprendizagem Significativa na EJA: Uma análise da evolução conceitual a partir de uma intervenção didática com a temática energia. **Investigações em Ensino de Ciências** – V19(2), pp. 289-321, 2014. <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/81>

PINHEIRO, N. A. M. et al. O contexto científico-tecnológico e social acerca de uma abordagem crítico-reflexiva: perspectiva e enfoque. **Revista Iberoamericana de Educación**, 2009, p. 1-14.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 133-162, dezembro 2002.

MOREIRA, M.A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

## CAPÍTULO 10

### PROPOSTA DE UEPS SOBRE DATAÇÃO RADIOATIVA E ESTUDO FÓSSIL

Esp. Cassia Lutiane Moraes Goulart - Professora da Rede Estadual do Rio Grande do Sul - cassialmgoulart@hotmail.com

Dr.<sup>a</sup> Isabel Krey Garcia - UFSM - Campus Santa Maria - isabel.garcia@ufsm.br

**Público-Alvo:** alunos do Ensino Médio

#### INTRODUÇÃO

O Ensino de Física no Ensino Médio, ao passar dos anos, ainda continua centrado no treinamento para exames externos, além disso, sofre prejuízos com a falta de professores na área e a redução de carga horária da disciplina nos três anos do ensino (Moreira, 2017). Assim, o ensino de conteúdos ligados à Física Moderna e Contemporânea acaba sendo pouco explorado ou não trabalho em sala de aula de forma que faça sentido ao estudante e, que de fato, leve-o a uma aprendizagem (Ausubel, 2003).

As Unidades de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) são sequências didáticas fundamentadas na Teoria da Aprendizagem Significativa (Moreira, 2011) e buscam orientar o trabalho docente em sala de aula. O objetivo deste trabalho é propor uma UEPS sobre Datação Radioativa utilizando-se de três elementos importantes: o ensino de Física, a Paleontologia e as TDIC e responder à seguinte questão: Como os pesquisadores sabem ou determinam a idade de um fóssil? Esse questionamento é muito recorrente entre os estudantes, principalmente nas escolas localizadas na região central do estado do Rio Grande do Sul, pois há um elevado número de vestígios de seres vivos (dinossauros) que habitaram essa região em tempos pré-históricos e estão

naturalmente preservados nas rochas sedimentares (Soares, 2015), que despertam a curiosidade e o interesse dos alunos pelo tema.

A UEPS construída parte do conhecimento prévio dos estudantes sobre a existência de vida pré-histórica na terra; e utiliza de uma simulação sobre datação radioativa para auxiliar na compreensão do processo de determinação da idade do fóssil. Tais atividades pretendem tornar a aula mais dinâmica e interativa, proporcionando um processo de ensino-aprendizagem em que o estudante se sinta mais envolvido e disposto a aprender (Pastorio; Sauerwein, 2015), servindo de ponte entre o conhecimento prévio do estudante sobre a existência de fósseis na região, e o conhecimento científico sobre datação radioativa, ou seja, o conhecimento prévio ganha novo significado, com potencial de fomentar a aprendizagem significativa.

**Total de horas-aula a serem destinadas para o desenvolvimento da UEPS:** 14 horas/aula.

**Passos da UEPS:**

## **1. DEFINIÇÃO DO CONTEÚDO E DOS CONCEITOS**

**Tópicos:** Datação Radioativa

**Objetivos:**

## **2. INVESTIGAÇÃO DO CONHECIMENTO PRÉVIO**

*1ª Atividade:* (Atividade em grupo)

A primeira atividade é introdutória, ou seja, para dialogarmos sobre como estimamos a idade de certos eventos, até mesmo a nossa idade. Nessa atividade os alunos, em grupos, receberão uma lista com vários acontecimentos científicos, desse modo, tentarão estabelecer sua ordem cronológica crescente (do mais antigo ao mais recente).

*2ª Atividade:*

Pré-teste sobre Datação

O Pré-teste corresponde a 5 questões. Essas questões são de resposta pessoal, atribuindo a suas respostas valor qualitativo, pois será com base em suas respostas que as aulas seguintes serão organizadas.

Questões do Pré-teste:

QUESTÃO 1 - Você tem ideia de quando os dinossauros existiram na Terra?

Sim       Não       Talvez

QUESTÃO 2 - A Reportagem de GZH, de 15 de dezembro de 2011, trazia o seguinte título:

**"Encontrado em Candelária fóssil de dinossauro de mais de 220 milhões de anos:** Pesquisadores descobrem pedaço do crânio do dicinodonte, herbívoro do período Triássico."

<https://gauchazh.clicrbs.com.br/geral/noticia/2011/12/encontrado-em-candelaria-fossil-de-dinossauro-de-mais-de-220-milhoes-de-anos-3597100.html>

Em sua opinião, como os pesquisadores determinam a idade desses animais pré-históricos?

QUESTÃO 3 - Observando a foto abaixo, que idade você estimaria para esse animal?



QUESTÃO 4 - A Datação Radioativa é bastante utilizada por pesquisadores para determinar, por aproximação, a idade de um determinado objeto ou fóssil. Você tem conhecimento de como esse processo ocorre?

Sim       Não       Talvez

QUESTÃO 5 - Dentre os termos abaixo, quais você já ouviu falar?

Datação    Carbono-14    Urânio-238    Meia Vida    Radioatividade

Segue link com as questões:

<https://docs.google.com/forms/d/1Sv97kblCaQojqxsUrfYlNxYFwVwnDZP5bWKWeappjUA/edit>

### 3. SITUAÇÕES - PROBLEMAS INTRODUTÓRIAS

Para aprofundar o diálogo sobre o assunto, os alunos serão convidados a assistir ao vídeo: **Datação | A Grande Catástrofe #11**

<https://www.youtube.com/watch?v=TfuzPIIMNss>

Após assistir ao vídeo, os estudantes realizarão a construção de um Mapa Conceitual (Cmaptools) destacando os elementos que mais chamaram a atenção durante as falas no vídeo.

#### **4. DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA:**

Apresentar o Conceito e a Aplicação de Datação Radioativa, sua função na determinação da idade de fósseis, objetos e outros elementos. Também será abordado os temas como: meia-vida, urânio-238, carbono-14 e outros assuntos. Também será visitado o site Paleoeduca (<https://www.sites.google.com/view/paleoeduca/PALEOEDUCA>), pois é um suporte criado para apresentar à comunidade em geral as riquezas fossilíferas existentes na cidade região central do Estado do RS.

#### **5. SITUAÇÕES-PROBLEMA EM NÍVEL MAIS ALTO DE COMPLEXIDADE**

##### **Utilizar o Simulador: Jogo da Datação Radioativa**

[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/radioactive-dating-game](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/radioactive-dating-game)

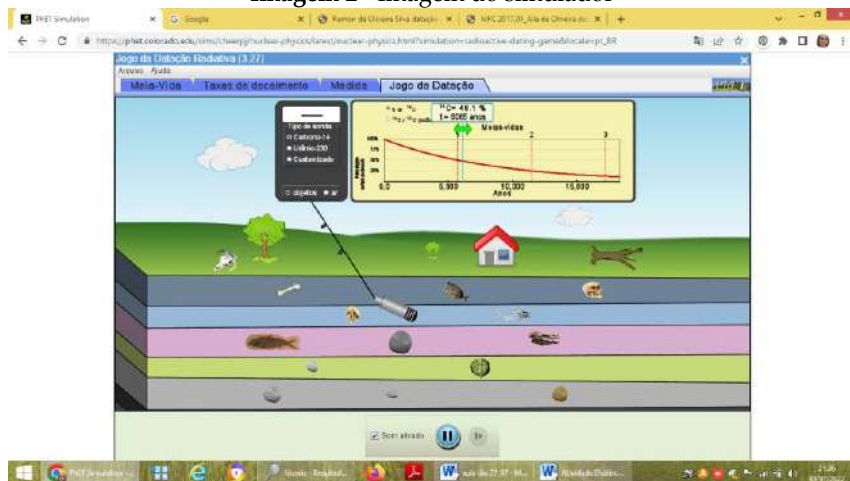
Nesta atividade, será proposto aos estudantes o uso do computador, para utilizar um simulador que tem como objetivo ilustrar o processo de datação radioativa. Através de gráficos e variações de parâmetros, os alunos podem ver como se estimam idades a partir da datação por carbono e por urânio.

Imagem 1 – Imagem do simulador



Fonte: autoras

Imagem 2 - Imagem do simulador



Fonte: autoras

Com base na utilização do simulador, os alunos responderão as seguintes indagações e registrarão no caderno:

- a) O que é meia-vida de um radionuclídeo?
- b) Não temos como saber o número inicial de núcleos radioativos na natureza, por isso a datação radiométrica depende

do uso de proporções. No caso da datação por carbono, essa proporção é dada por qual razão?

c) Cite dois isótopos Radioativos.

d) A Datação Radioativa é bastante utilizada por pesquisadores para determinar, por aproximação, a idade de um determinado objeto ou fóssil. Com base no que foi desenvolvido até o momento em aula, você tem conhecimento de como esse processo ocorre? Demonstre-o.

e) Para você, a radioatividade é boa ou má para a nossa sociedade? Por quê? Você acredita que ela é importante para o nosso cotidiano?

f) Por que a sociedade em geral possui tanto medo do assunto radioatividade?

## **6. RECONCILIAÇÃO INTEGRATIVA: INTERRELAÇÃO ENTRE 2º, 3º E 4º PASSO**

Em duplas, os alunos realizarão a organização de um Seminário sobre o assunto, respondendo as questões abaixo:

“Você teria alguma ideia de como é constatado a idade de um fóssil?”

“Como é determinada a meia-vida de um elemento radioativo como carbono-14 ou urânio-238?”

“Qual a importância da meia-vida para determinar a idade de um fóssil ou objeto?”

## **7. AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM NA UEPS:**

Elaboração de um Mapa Conceitual (Cmaptools), para que o aluno possa demonstrar sua percepção sobre o novo conhecimento que lhe foi apresentado e, se houve aprendizagem significativa sobre Datação Radioativa.



## 8. EFETIVIDADE DA UEPS:

A proposta de UEPS apresentada pretende ser um instrumento potencializador da Aprendizagem Significativa, uma vez que une conhecimento prévio e conhecimento científico mediado pelo Ensino de Física e a TDIC. Portanto, espera-se que seja um material que possa ser desenvolvido em sala de aula e, também, que o professor se inspire nessa sequência didática para (re)pensar o processo de ensino e aprendizagem em sala de aula. Dessa forma, sua efetividade pode ser mensurada através da aplicação da UEPS, bem como, da observação do desenvolvimento de cada estudante em cada atividade proposta.

## REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. Tradução de Lígia Teopisto. Porto: PARALELO EDITORA, LDA, 1.ª Edição PT-467, 2003.
- MOREIRA, Marco A. UNIDADES DE ENSEÑANZA POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS - UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista**/Meaningful Learning Review – V1(2), pp. 43-63, 2011. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo\\_ID10/v1\\_n2\\_a2011.pdf](http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf)
- MOREIRA, Marco A. GRANDES DESAFIOS PARA O ENSINO DA FÍSICA NA EDUCAÇÃO CONTEMPORÂNEA. **Revista do Professor de Física** • Brasília, vol. 1, n. 1 • 2017.
- PASTORIO, Dione P.; SAUERWEIN, Ricardo A. O PAPEL DO COMPUTADOR EM ATIVIDADES DIDÁTICAS: UM OLHAR PARA O ENSINO DE FÍSICA. **RENOTE**, Porto Alegre, v. 13, n. 1, 2015.
- SOARES, Marina B. (Org.). **A paleontologia na sala de aula**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2015, 714p. Disponível em: <https://www.paleontologianasaladeaula.com/>

## CAPÍTULO 11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dr.<sup>a</sup> Isabel Krey Garcia - UFSM - Campus Santa Maria –  
Email: isabel.garcia@ufsm.br

Como pode ser observado nos capítulos deste livro, as Unidades de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) podem ser utilizadas para abordar diversos tópicos da área de Ciências da Natureza e de matemática, em diferentes contextos. Além disso, podem ser utilizadas no ensino de forma geral, em qualquer das disciplinas da grade curricular e etapa do percurso formativo escolar, desde que sejam feitas as alterações necessárias para alcançar os objetivos almejados pelo educador, ou seja, formação dos educandos de forma a favorecer as condições para ocorrência da aprendizagem significativa.

Neste sentido, cabe reforçar que, de acordo com Ausubel (2003), as condições para a ocorrência da aprendizagem significativa são: o conteúdo tem de ser potencialmente significativo, ter significado lógico, isto é, tem de estar organizado de modo não arbitrário e não literal; o aluno deve dispor de subsunçores adequados para poder transformar o significado lógico em psicológico e precisa querer aprender.

Ressaltamos que, nesta perspectiva, os conteúdos que fortalecem a relação com o contexto dos alunos despertam potencialmente o prazer de estudar e aprender, promovendo a construção de um ambiente fértil para o diálogo e para a aprendizagem significativa, estimulando-os a explicar o que aprenderam com suas próprias palavras.

O principal diferencial das UEPS em relação às outras propostas metodológicas, é que se trata de uma metodologia que se baseia em pressupostos construtivistas e cognitivistas e, desta forma, propicia a ocorrência de aprendizagem significativa. É importante destacar a relevância da etapa de avaliação da UEPS: deve ser balizada a partir da busca de evidência de aprendizagem

significativa nos alunos durante todo o processo de ensino e aprendizagem. Para uma melhor análise do desempenho dos estudantes, a ocorrência de atividades de avaliação deve estar distribuída em atividades em grupo, mas também individuais. Os alunos também podem ser estimulados a se autoavaliarem, através de questionamentos e reflexões a fim de acompanharem sua aprendizagem. A partir da aprendizagem dos alunos deve-se propor modificações na UEPS para um melhor desempenho numa posterior aplicação.

Também destacamos que, conforme Moreira (2011) os passos das UEPS são sugestões e podem ser modificados de acordo com os objetivos do professor. Neste sentido, se faz necessário um constante processo de planejamento e avaliação, não só do desempenho dos alunos, mas das ações e encaminhamentos docentes. O papel do professor no planejamento cuidadoso e aplicação de forma flexível da UEPS é crucial, pois de acordo com o desempenho dos alunos durante a aplicação ela pode necessitar de ajustes.

De acordo com nossa experiência, o trabalho com UEPS tem sido bem recebido pelos alunos e a utilização de recursos didáticos variados contribui neste resultado. O envolvimento dos alunos contribui para a superação de possíveis dificuldades encontradas na abordagem de conteúdos da área abrangida, normalmente considerados de difícil compreensão.

## REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimento**: uma perspectiva cognitiva. Tradução: Lígia Teopisto, 1. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 2003.
- CHIRONE, A. R. R.; MOREIRA, M. A.; SAHELICES, C. C. **Aprendizagem significativa crítica de equações do 2º grau no ensino remoto de uma escola federal brasileira**. Revista de Ensino de Ciências e Matemática. V. 12, n. 6, p. 1-17, 2021.

Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/3167>. Acesso em: 24 set. 2022

MOREIRA, Marco. A. Unidades de enseñanza potencialmente significativas: UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista**. V1(2), pp. 43-63. 2011.

MOREIRA, M.A. e MASINI, E.F.S. **Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel**. Editora Centauro, 2011.

MOREIRA, M.A. **Aprendizaje Significativo Crítico**. *Indivisa*, Boletín de Estudios de Investigación, nº 6, pp. 83-101, 2ª ed. 2010.

MOREIRA, M. A. (2000) **Aprendizagem Significativa Crítica**, disponível em <http://moreira.if.ufrgs.br/apsigcritport.pdf> acesso em 14/01/2022

Moreira, M. A. (2013). Aprendizagem significativa subversiva. *Série-Estudos - Periódico Do Programa De Pós-Graduação Em Educação Da UCDB*, (21). <https://doi.org/10.20435/serie-estudos.v0i21.289>

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. **A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los**. *Práxis Educativa*, Ponta Grossa, v. 5, n.1, p. 9-29, jan-jun, 2010.

POSTMAN, Neil & WEINGARTNER, Charles. **Teaching as a subversive activity**. New York: Dell Publishing Co. 219 p., 1969.

SOBIECZIAK, S. História da física e natureza da ciência em unidades de ensino potencialmente significativas. **Dissertação** (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2017.

A fim de auxiliar professores no planejamento e aplicação de suas aulas, este livro apresenta, na linguagem que julgamos ser acessível, além de um breve referencial teórico, propostas de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) organizadas pelos integrantes do Grupo de Pesquisa em Ensino e Aprendizagem em Ciências e Matemática (GPEACIM/UFSM). As UEPS são das seguintes áreas: Química (1), Física (6), Matemática (2).