



Material de Apoio ao Professor de Física

A Astronomia nas aulas de Física: Uma proposta de utilização de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS)

Rafael Ramos Maciel
Orientador: Prof. Dr. Bernardo Walmott Borges

Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina - Campus Araranguá no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF)

**Novembro
2016**

UEPS: Estudo da Notação Científica e Ordem de Grandeza utilizando uma escala do Sistema Solar como Organizador Prévio. (Sugestão: 1º ano do Ensino Médio)

Contexto

Esta é uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) elaborada a partir de artigos científicos, que tem a finalidade de apresentar uma noção espacial e/ou visual acerca das ordens de grandeza utilizando notação científica. Trata-se uma escala de distâncias dos raios médios de alguns planetas e planetas anões do Sistema Solar, esparsos em escala de distância relativa. Muitas vezes a dificuldade de o aluno assimilar este aspecto da ciência é devido ao nível de abstração. Propomos a elaboração de uma maquete gigante (no comprimento do pátio ou campo de futebol disponível) a fim de relacionar aqueles números sobrescritos a algo visual, menos abstrato. (CANALLE; OLIVEIRA, 1994), (MÁXIMO; ALVARENGA, 2000).

Objetivo Geral

Propor uma sequência didática fundamentada na Aprendizagem Significativa de David Ausubel (AUSUBEL, 2003) e nas UEPS (MOREIRA, 2011b), que aborde a temática da notação científica e ordens de grandeza no contexto do Sistema Internacional de Unidades (SI), utilizando uma escala de 30, 50 ou 100 metros.

Objetivos específicos

Relacionar um objeto visual (maquete) a um conhecimento abstrato (notação científica); evidenciar a utilidade da notação científica; clarificar a noção dos alunos acerca da escala de tamanho do Sistema Solar, apresentando seus principais constituintes (Sol, planetas e planetas anões, segundo a concepção atual).

O que é necessário?

- Sala de aula;
- Campo de futebol ou área similar dentro do pátio da escola;
- Fita métrica ou trena para medir o local que será utilizado (preferencialmente com 30 ou 50 metros).

Tempo de aplicação: \approx 4 aulas de 45 minutos. Os tempos apresentados aqui são uma estimativa, não devendo ser seguidos à risca, pois cada situação de ensino é única e deve ocorrer em seu tempo devido.

<i>Domínio Conceitual</i>	<i>Questões Foco</i>	<i>Domínio Metodológico</i>
<p>Filosofia: -Por questionar os fenômenos naturais, o ensino de Física é fundamental na construção da opinião crítica do sujeito. A Física incentiva o questionamento, aprimorando a capacidade de crítica do sujeito em questões da natureza e por consequência questões sociais, exercendo sua cidadania.</p> <p>Teoria: -Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel -Notação científica, Mecânica celeste.</p> <p>Princípios: -O conhecimento prévio é a chave para a aprendizagem significativa. Pré-disposição em aprender e material potencialmente significativos são fundamentais para ocorrer aprendizagem significativa. - É conveniente escrever números demasiadamente grandes ou pequenos de uma forma resumida e prática e que facilitam sua manipulação. - Através da mecânica clássica é possível determinar as posições relativas dos astros e suas variações de tempo por serem submetidos à força gravitacional.</p> <p>Conceitos chave: Ensino de Astronomia e Física, notação científica, ordem de grandeza e escala do sistema solar.</p>	<p>PODE UM MODELO SER UM FACILITADOR PARA A CONCEPÇÃO DE ORDEM DE GRANDEZA?</p> <p>Evento: - 4 aulas de 45 minutos; -1 experiência didática, 1 simulação computacional; -Aula expositiva dialogada; -Avaliação por grupo focal e mapas conceituais.</p>	<p>Asserções de valor: A modelagem pode ser uma grande facilitadora na aprendizagem de conceitos abstratos. Ao comparar o objeto de aprendizagem com um modelo de fácil compreensão, este torna-se potencialmente significativo, que é indispensável para a aprendizagem significativa.</p> <p>Asserções de conhecimento: Acreditamos que ao comparar as distâncias entre as órbitas do sistema solar com uma escala pré-estabelecida no pátio escolar, o aprendiz compreende o quão grandes se tornam os números à medida que cresce a ordem de grandeza. Por consequência deve imaginar quão pequenos devem se tornar ao diminuir a ordem de grandeza.</p> <p>Crêterios: - Avaliar-se-á o debate dos alunos durante a aula expositiva dialogada, seu nível de crítica do assunto. Seu interesse em participar e argumentar nas questões. Nos debates serão observados os alunos quanto à participação no coletivo. E por fim o domínio dos conceitos, será em avaliação escrita, levando em consideração a evolução conceitual do aluno no pré-teste.</p> <p>Dados: -Mapa conceitual; -Discussão em grande grupo; -Pós-teste.</p>

Figura 1: Planejamento da aula em Diagrama em V (MOREIRA, 2012a). Fonte: Construído pelo autor.

Aspectos Sequenciais

Atividades iniciais (2 aulas de 45 minutos): Construir uma tabela de medidas em escala, adequando as distâncias relativas entre as órbitas dos planetas do Sistema Solar ao comprimento em metros disponível no pátio da escola. Após, medir o local e fazer as marcações onde serão fixados os planetas e o Sol.

Primeira aula: Para construção da tabela, vamos tomar como extremos da nossa maquete o Sol e Eris (planeta anão mais distante). Consideramos o valor médio do raio

da órbita de Eris como 100% (do comprimento do campo) e, a partir da tabela de distâncias (veja a tabela abaixo), calculamos a distância que deve ter cada corpo celeste ao Sol na maquete pela regra de três abaixo:

$$\frac{10.123.432.000.000(m)}{XP (m)} \rightarrow \frac{XX(m)}{YY (m)}$$

Equação 1: Regra de três para ajustar a escala do Sistema Solar ao espaço escolhido.

Que são:

- 10.123.432.000.000m → Distância do Sol até Eris (em metros, veja a Tabela 7 abaixo);
- XX → Distância total do pátio disponível (em metros);
- XP → Distância do Sol até o planeta em questão (em metros, veja a tabela abaixo);
- YY → Distância do Sol, na maquete, aonde o planeta deve ser fixado (em metros).

$$YY = \frac{(XX)}{10.123.432.000.000} \times (XP)$$

Equação 2: Equação para encontrar a distância do Sol até os planetas na nova escala.

Objeto	Distância Média ao Sol (em metros)	Distância média ao Sol (em UA)
Mercúrio.....(P)	58.344.000.000	0,39
Vênus.....(P)	107.712.000.000	0,72
Terra.....(P)	149.600.000.000	1,00
Marte.....(P)	227.392.000.000	1,52
Ceres.....(PA)	414.392.000.000	2,77
Júpiter.....(P)	777.920.000.000	5,20
Saturno.....(P)	1.427.184.000.000	9,54
Urano.....(P)	2.875.312.000.000	19,22
Netuno.....(P)	4.496.976.000.000	30,06
Plutão.....(PA)	5.906.208.000.000	39,48
Haumea.....(PA)	6.452.248.000.000	43,13
Makemake...(PA)	6.850.184.000.000	45,79
Eris.....(PA)	10.123.432.000.000	67,67

Tabela 1: Tabela com a média de distância dos planetas (P) e planetas anões (PA) ao Sol, expressa em metros (coluna do meio) e unidades astronômicas (1 UA = distância média da Terra ao Sol = 149.600.000.000 m).

Aplicar nesta etapa o pré-teste abaixo.

Pré-teste para a UEPS A:

1. Desenhe em uma folha A4 o Sol, a Terra e a Lua e alguns outros planetas em escala de tamanho comparativo.
2. A partir da tabela de distâncias dos raios das órbitas dos planetas do Sistema

Solar, faça um desenho em uma folha A4 tentando colocar em escala as distâncias, partindo do Sol.

Quadro 1:Pré-teste para a UEPS A. Fonte: construído pelo autor.

Segunda aula: Ao finalizar as marcações, ande de uma extremidade a outra da reta, iniciando pelo Sol, e falando para os alunos a distância real comparada entre os planetas. (Algumas instituições possuem aulas em sequência, se não for o caso, fazer marcações permanentes, para que permaneçam até a próxima aula).

Situação problema (15 minutos):Terceira aula: Como expressar e compreender valores muito grandes, como, por exemplo, a distância entre a Terra e o Sol? Ou entre os outros planetas e planetas anões do Sistema Solar?

Revisão 1 (15 minutos): Você sabe o que é potência de base 10? Como escrevemos? Por que é importante? Discutir o tema em grupo tentando levantar o que os alunos já sabem.

O processo de ensino (15 minutos): Após o levantamento dos conhecimentos prévios, fazer uma exposição sobre bases e potências (deslocamento da vírgula), sempre relacionando com a atividade feita no pátio. Nesta etapa é importante deixar como atividade algumas representações de números muito grandes como potências de base dez.

Nova situação problema em mais alto nível de complexidade (15 minutos):Quarta aula: Discutir a atividade deixada para os alunos resolver e sanar possíveis dúvidas. Mostrar agora os números muito pequenos, que também são expressos em potência de base dez. Mencionar que em janeiro de 2016 astrônomos propuseram a existência de um nono planeta distante, com raio da órbita 200 vezes maior que o terrestre e massa 10 vezes maior. Questionar onde estará esse nono planeta em nossa escala.

Apresentação do esquema (15 minutos): Apresentar uma tabela de prefixos com potência de base 10 fazendo relação com a vida cotidiana, exemplo "centi" usamos como prefixo do metro nas régua (cm), "mili" usamos como prefixo do litro nas garrafinhas de água (mL), "kilo" quando tratamos com a distância entre cidades (km) ou a massa de um produto (kg), etc. Os prefixos grandes são muito utilizados em memória digital: kilobyte (kB), megabyte (MB), gigabyte (GB), etc.

Avaliação (15 minutos): A avaliação deve ser tomada ao longo da aplicação da unidade, tomando registro de tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo estudado. O desempenho do aluno deve ser avaliado igualmente: durante as situações problema do processo, que são as anotações do professor e durante avaliação somativa final. Como é uma atividade relativamente pequena e pouco abrangente o professor pode escolher o método avaliativo, ficando como recomendação que se utilizem os mapas conceituais. Se possível utilizar mapa conceitual.

Avaliação da UEPS: A avaliação pode ser considerada positiva quando há evidências de aprendizagem significativa, ou seja, que o aprendiz tenha capacidade de resolver novas situações problema, diferente das que já vivenciou. Isto ocorre quando seu conhecimento se torna transferível, diferenciável, não arbitrário e não literal. Ao longo do ano letivo este conhecimento vai sendo exigido, uma evidência de êxito é a capacidade de os alunos manipularem este conhecimento posteriormente.

Avaliação da UEPS A:

1. Como você avalia os encontros que tivemos para realizar estas atividades?
2. Como foi para você participar destas atividades?
3. Os conteúdos estudados são apropriados para o contexto?
4. O que poderia melhorar nestas atividades que desenvolvemos?
5. O que Poderia Melhorar nas aulas de Física?

Quadro 2: Avaliação da UEPS A. Fonte: construído pelo autor.

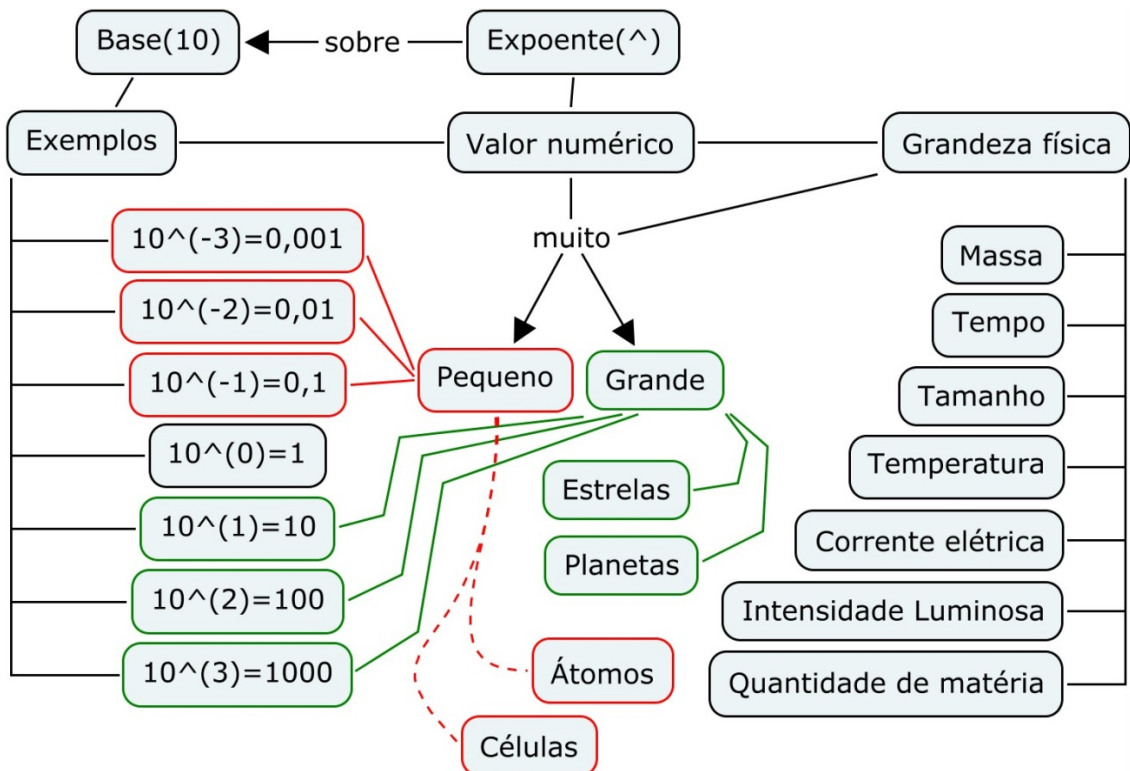


Figura 2: Mapa conceitual (MOREIRA, 2012a) sobre Notação Científica. Fonte: Construído pelo Autor.

Uma Simulação Relacionável:

Pode-se utilizar o seguinte simulador para ter uma completa noção ao mesmo tempo das escalas de tamanho e distâncias dos corpos celestes¹.

¹ Simulação do Sistema Solar. Disponível em <<http://goo.gl/pmAIHJ>>. Acesso em 20/06/2016.

UEPS: Planetas extrassolares: detecção pelo método de velocidades radiais, efeito Doppler. (Sugestão: 2º ano do Ensino Médio).

Contexto

Esta é uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) que tem a finalidade de contribuir para o ensino de Astronomia e Física por evidenciar as estreitas relações entre os conceitos de Efeito Doppler e Métodos de detecção de planetas extrassolares. Trata-se da utilização de uma simulação computacional e um experimento simples utilizando um aparelho smartphone para gerar o efeito Doppler relacionando isto aos métodos utilizados para várias descobertas em Astronomia. (MELLO, 2014), (DIAS, 2014), (LÜDKE et al., 1702), (SCHIEL; SATO; SARTORI, 1991).

Objetivo Geral

Propor uma Sequência didática fundamentada na Aprendizagem Significativa de David Ausubel (AUSUBEL, 2003) e nas UEPS (MOREIRA, 2011b), que aborde a temática do Efeito Doppler no contexto da detecção de planetas fora do Sistema Solar (extrassolares).

Objetivos específicos

Ensinar o efeito Doppler, suas características para ondas sonoras, evidenciar que ocorre em ondas eletromagnéticas (luz), e como astrônomos o utilizam para detectar planetas extrassolares.

O que é necessário?

- Sala de Aula;
- Sala de Informática com acesso à rede;

- Celular inteligente (Android, IOS, Windows Phone etc.)²

Tempo de aplicação: \approx 6 aulas de 45 minutos. O tempo apresentado aqui é uma estimativa, não devendo ser seguido à risca, pois cada situação de ensino é única e deve ocorrer em seu tempo devido.

<i>Domínio Conceitual</i>	<i>Questões Foco</i>	<i>Domínio Metodológico</i>
<p>Filosofia: -Por questionar os fenômenos naturais, o ensino de física é fundamental na construção da opinião crítica do sujeito. A física ensina a se perguntar e duvidar sempre, influenciando o sujeito a ser mais críticos em questões sociais por consequência, exercendo sua cidadania.</p> <p>Teoria: -Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel -Mecânica Ondulatória.</p> <p>Princípios: -O conhecimento prévio é a chave para a aprendizagem significativa. Pré-disposição em aprender e material potencialmente significativos são fundamentais para ocorrer aprendizagem significativa. - Toda partícula tem uma função de onda associada. Matéria e Energia são estados diferentes de uma mesma partícula subatômica.</p> <p>Conceitos chave: Ensino de astronomia e física, Exoplanetas, efeito Doppler-Fizeau.</p>	<p style="text-align: center;">COMO ENCONTRAR PLANETAS FORA DO SISTEMA SOLAR MESMO SEM PODER VÊ-LOS?</p> <p style="text-align: center;">Evento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 6 aulas de 45 minutos; -1 experiência didática, 2 vídeos, 3 simulações computacionais; -Aula expositiva dialogada; -Avaliação pré-teste e pós-teste escritas. 	<p>Asserções de valor: Esta questão mostra que podemos encontrar outros planetas, semelhantes a terra, e que sabe abrigando vida, solucionando um mistério antigo. A análise crítica do efeito Doppler-Fizeau, sem dúvida nos deixa com olhos mais atentos a fenômenos que ocorram com semelhança a este.</p> <p>Asserções de conhecimento: Um planeta orbita uma estrela onde ambos giram em torno do centro de massa do sistema. A estrela hospedeira "bamboleia" em torno do centro de massa. Mesmo que seja pequeno, esse bamboleio pode ser evidenciado pelo efeito Doppler-Fizeau, constatando a existência de planetas ao seu redor.</p> <p>Critérios: - Avaliar-se-á o debate dos alunos durante a aula expositiva dialogada, seu nível de crítica do assunto. Seu interesse em participar e argumentar nas questões. Nos debates serão observados os alunos quanto à participação no coletivo. E por fim o domínio dos conceitos, será em avaliação escrita, levando em consideração a evolução conceitual do aluno no pré-teste.</p> <p>Dados: -Pré-teste; -Discussão em grande grupo; -Pós-teste.</p>

Figura 3: Planejamento da aula em Diagrama em V (MOREIRA, 2012a). Fonte: Construído pelo autor.

²Para iPad instalar na AppStore o aplicativo "Genegador de frecuencias", para Android instalar na Play Store o aplicativo "TrueTone", para os demais pesquisar por "gerador de frequência" ou "gerador de tom". Os aplicativos citados são gratuitos.

Aspectos Sequenciais

Atividades iniciais (45 minutos): [atividade para casa ou sala de projeção]: Será utilizado como organizador prévio um vídeo³.

Situação-problema (25 minutos): Como detectar planetas fora de nosso Sistema Solar? Fazer um levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos com o questionário do quadro 3. Após o levantamento das concepções prévias, discuti-las em grupo.

Revisão 1 (20 minutos): Fazer uma revisão do conceito de centro de massa. Executar uma simulação computacional para o Efeito Doppler⁴.

Fazer a seguinte experiência:

- Utilizando um celular, abrir o aplicativo gerador de frequência;
- Configurar em uma frequência qualquer. Sugerimos entre 400Hz a 600 Hz.

Pode-se fazer o download do áudio de 440 Hz⁵.

- Ligar o alto-falante do aparelho e movê-lo em um movimento de vai e vem rapidamente perto do ouvido⁶.

Questão: Qual a percepção do som se o celular for movimentado (vigorosamente) em círculos?

O processo de ensino (45 minutos): Mostrar outro vídeo⁷. Iniciar a introdução ao tema Efeito Doppler, começando com os aspectos mais gerais e inclusivos, conforme o mapa conceitual da Figura 23 (o mapa conceitual pode ser apresentado aos alunos na Etapa “Apresentação do esquema”). Utilizar uma simulação para o método do Efeito Doppler apresentada no contexto da luz emitida por uma estrela⁸. É importante também nesta etapa apresentar novamente os conceitos de centro de massa utilizando uma simulação computacional⁹.

³Vídeo: Outro Planeta Terra O universo. Disponível em <<https://goo.gl/yJvx05>>. Acesso em 29/07/2016.

⁴Simulador de efeito Doppler. Disponível em <<http://goo.gl/YqRMtA>>. Acesso em 29/07/2016.

⁵Áudio 440 Hz. Disponível em <<http://ueps.ufsc.br/ueps/doppler-astronomia/>>. Acesso em 29/07/2016.

⁶Vídeo efeito Doppler. Disponível em <<http://goo.gl/ILaCBZ>>. Acesso em 29/07/2016.

⁷Vídeo: Encontrando planetas. Disponível em <<https://goo.gl/PFLQHn>>. Acesso 29/07/2016.

⁸Simulador de efeito Doppler. Disponível em <<http://goo.gl/DBFikl>>. Acesso em 29/07/2016.

⁹Simulador de órbitas. Disponível em <<https://goo.gl/HxJmgP>>. Parâmetros sugeridos na simulação:

- Corpos de massas similares.

Body 1: Mass= +100; Position $x = -100$, $y = 0$; velocity $x = 0$, $y = -40$.

Body 2: Mass= +100; Position $x = +100$, $y = 0$; velocity $x = 0$, $y = +40$.

- Corpos de massas bem diferentes.

Body 1: Mass= +300; Position $x = 0$, $y = 0$; velocity $x = 0$, $y = -1$.

Body 2: Mass= +10; Position $x = -142$, $y = 0$; velocity $x = 0$, $y = +140$.

Nova situação problema em mais alto nível de complexidade (45 minutos): Nova exposição oral, breve, expondo as relações entre os conceitos envolvidos de maneira mais complexa. Propor novas situações problemas para o efeito Doppler e sua relação com o deslocamento para o vermelho e deslocamento para o azul.

Questão: Se, ao observar uma estrela, verificamos que sua luz apresenta variações de frequência, deslocamentos periódicos pra o vermelho e para azul, o que podemos concluir? Pode existir um objeto não detectado diretamente orbitando em torno dela (um planeta, por exemplo)? Esta etapa pode ser mais rápida do que o estimado dependendo de como é o andamento da turma.

Apresentação do esquema (20 minutos): Apresentar o mapa conceitual aos alunos a fim de garantir a reconciliação integradora. Após esta etapa, propor novas situações problema, sempre indo do menos para o mais complexo. São as situações problema que dão sentido a novos conhecimentos. Após, discutir em grande grupo.

Situação problema: Os astrônomos verificam que a luz emitida por um elemento particular em uma das bordas do Sol tem uma frequência ligeiramente maior que a luz emitida por um elemento na borda oposta. O que essas medidas nos dizem a respeito do movimento do Sol?

Avaliação (25 minutos): A avaliação deve ser tomada ao longo da aplicação da unidade, tomando registro de tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo estudado. O desempenho do aluno deve ser avaliado igualmente: durante as situações problema do processo, que são as anotações do professor e durante avaliação somativa final. Aplicar o pós-teste do Quadro 15.

Avaliação da UEPS (45 minutos): A avaliação pode ser considerada positiva quando há evidências de aprendizagem significativa, ou seja, que o aprendiz tenha capacidade de resolver novas situações problema, diferente das que já vivenciou isto ocorre quando seu conhecimento se torna transferível, diferenciável, não arbitrário e não literal. Uma comparação entre o pré-teste, os testes durante as aulas e o pós-teste pode ser uma ferramenta para verificação dos indícios de aprendizagem significativa. Outro método para verificação do êxito da UEPS é realizar uma autoavaliação por meio de grupo focal, fica a critério do professor.

Pré-teste para a UEPS B:

Aplicação no início da UEPS.

1. Você sabe o que é frequência?
2. Você sabe o que é frequência de uma onda?
3. O que ocorre com a sirene de uma ambulância em emergência quando ela passa por você em alta velocidade? Você percebe diferença entre o som da sirene antes e depois de sua passagem?
4. Você percebe alguma diferença no som produzido por um mosquito ao passar perto de seu ouvido?
5. Já ouviu falar em Efeito Doppler? Sabe o que é?
6. Quantos planetas você conhece? Todos eles estão no Sistema Solar?
7. Você vê alguma relação entre esses dois temas, Efeito Doppler e planetas fora do Sistema Solar?

Quadro 3: Pré-teste para a UEPS B. Fonte: construído pelo autor.

Pós-teste para a UEPS B:

1. Quando se toca a buzina do carro enquanto se está dirigindo em direção a um ouvinte, este escuta o som com frequência aumentada. O ouvinte ouviria a frequência aumentada se estivesse também em um carro, movendo-se no mesmo sentido com a mesma rapidez? No Efeito Doppler, a frequência se altera? E o comprimento de onda? E a rapidez da onda?
2. O Efeito Doppler pode ser observado em ondas longitudinais, em ondas transversais ou em ambas?
3. Como radares policiais detectam motoristas que se movem muito rapidamente usando efeito Doppler?
4. O que significa um deslocamento para o azul? E o deslocamento para o vermelho?
5. Observa-se o Efeito Doppler significativo quando o movimento da fonte está em uma direção perpendicular à do receptor (ouvinte ou observador)?
6. Como os astrônomos conseguem estimar as massas dos planetas descobertos? Existe relação com os intervalos em que ocorrem os deslocamentos para o azul e para o vermelho?
7. Existem sistemas planetários que os astrônomos não detectam usando esse método. Por quê? Existe relação com o plano da órbita?
8. Você vê alguma outra aplicação dessa ferramenta em Astronomia?

Quadro 4: Pós-teste para a UEPS B. Fonte: construído pelo autor.

Avaliação da UEPS B:

1. Como você avalia os encontros que tivemos para realizar estas atividades?
2. Como foi para você participar destas atividades?
3. Os conteúdos estudados são apropriados para o contexto?
4. O que poderia melhorar nestas atividades que desenvolvemos?
5. O que poderia melhorar nas aulas de Física?

Quadro 5: Avaliação da UEPS B. Fonte: construído pelo autor.

Outras simulações relacionáveis

Há muitas outras animações e simulações disponíveis que podem ser úteis nesta e em outras aulas¹⁰.

¹⁰ Repositório de simulações e animações de Astronomia. Disponível em <http://astro.unl.edu/animationsLinks.html>. Acesso em 29/07/2016.

UEPS: A cor das estrelas - Física

Estudo da Relação entre a temperatura e a cor dos objetos que irradiam. (*Sugestão: 2º ano do Ensino Médio*)

Contexto

Esta é uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) elaborada a partir de artigos, que tem a finalidade de relacionar os conceitos de temperatura e cor (diferentes comprimentos de onda da luz na fração visível do espectro eletromagnético). Quando um objeto possui sua temperatura elevada, ele passa a emitir luz, primeiramente no vermelho, passando pelo alaranjado e indo em direção ao azul, logo o azul é a cor relacionada a corpos mais quente. Pode-se ser introduzida em termometria, juntamente com o conceito de Temperatura ou em transmissão de calor por radiação (MARRANGHELLO; PAVANI, 2011),(CAVALCANTE; TAVOLARO; HAAG, 2005), (CAVALCANTE; TAVOLARO, 2002), (GARCIA; KALINOWSKI, 1994).

Objetivo Geral

Propor uma sequência didática fundamentada na Aprendizagem Significativa de David Ausubel (AUSUBEL, 2003) e nas UEPS (MOREIRA, 2011b), que aborde o estudo da cor das estrelas para determinar sua temperatura superficial através dos estudos de Kirchhoff de emissão e absorção de luz por elementos, no estado físico gasoso ou plasma.

Objetivos específicos

Relacionar a cor e a temperatura das estrelas, incutir que esta é uma medida aproximada e não exata. Realizar experiências com materiais emitindo luz por

aquecimento. Perceber as linhas de emissão e o máximo de emissão através de um espectrômetro. Observar fotos das constelações do Escorpião e Cruzeiro do Sul, distinguindo as cores das estrelas com ajuda do computador. Mostrar que a "cor" de uma luz é definida pelo comprimento de onda, e que a temperatura influencia na luz que emana de um objeto.

O que é necessário?

- Sala de Aula;
- Sala de Informática com acesso à rede;
- Fotos digitais das constelações de Escorpião e Cruzeiro do Sul;
- Isqueiro maçarico;
- Clipe de papel muito pequeno ou um fio fino de aço;
- Pode-se também realizar outras experiências de emissão como acender lâmpadas incandescentes ou grafite de lapiseira.

Tempo de aplicação: \approx 4 aulas de 45 minutos. O tempo apresentado aqui é uma estimativa, não devendo ser seguido à risca, pois cada situação de ensino é única e deve ocorrer em seu tempo devido.

Outras simulações relacionáveis

Pode-se utilizar um simulador¹¹ para radiação de corpo negro (Opcional, adicional).

¹¹Disponível em <<https://goo.gl/J1Wein>>. Acesso em 29/07/2016.

Domínio Conceitual	Questões Foco	Domínio Metodológico
<p>Filosofia: -Por questionar os fenômenos naturais, o ensino de Física é fundamental na construção da opinião crítica do sujeito. A Física incentiva o questionamento aprimorando a capacidade de crítica do sujeito em questões da natureza, por consequência, em questões sociais, permitindo que exerça sua cidadania.</p> <p>Teoria: -Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel; -Lei de Kirchhoff para o espectro de emissão e absorção.</p> <p>Princípios: -O conhecimento prévio é a chave para a aprendizagem significativa. Pré-disposição em aprender e material potencialmente significativos são fundamentais para ocorrer aprendizagem significativa;</p> <p>- A luz emitida por uma fonte sólida gera um espectro contínuo ao ser submetido a um prisma ou rede de difração, porém, gases ao emitir ou absorver a luz deixam uma assinatura bem definida no espectro em forma de linhas claras ou escuras respectivamente.</p> <p>Conceitos chave: Ensino de Astronomia e Física, espectroscopia, temperatura e cor de estrelas, Emissão e Absorção de Kirchhoff.</p>	<p>COMO SABEMOS A TEMPERATURA SUPERFICIAL DAS ESTRELAS OU DO QUE SÃO FEITAS?</p> <p>Evento:</p> <p>- 4 aulas de 45 minutos; -2 experiências didáticas; -Aula expositiva dialogada; -Avaliação por questionários e mapas conceituais.</p>	<p>Asserções de valor: Saber do que são feitas as estrelas e sua temperatura nos deixa mais próximos de solucionar questões que a milênios intrigam a humanidade. Há um interesse intrínseco pela astronomia, podemos então associá-la a outras áreas do conhecimento gerando pré-disposição em aprender, premissa básica para a aprendizagem significativa segundo Ausubel.</p> <p>Asserções de conhecimento: Através da lei de Kirchhoff para o espectro de emissão e absorção podemos identificar os elementos químicos através da luz proveniente deles no estado físico gasoso. Assim pode-se classificar as estrelas por tipo de espectro, que está relacionado intimamente com a temperatura superficial da estrela. Sabendo a cor, e o tipo espectral, podemos aferir a temperatura aproximada para determinada estrela.</p> <p>Crítérios: - Avaliar-se-á o debate dos alunos durante a aula expositiva dialogada, seu nível de crítica do assunto. O domínio dos conceitos, será em avaliação escrita, aplicando pré-testes e pós-testes em forma de questionário e mapas conceituais. Deve-se buscar indícios de evolução conceitual do aluno.</p> <p>Dados: -Pré-teste – Mapa conceitual e questionário; -Discussão em grande grupo; -Pós-teste – Mapa conceitual e questionário.</p>

Figura 5: Planejamento da aula em Diagrama em V (MOREIRA, 2012a). Fonte: Construído pelo autor.

Aspectos Sequenciais

Nesta Unidade de ensino trataremos dos estudos de emissão e absorção de radiação feitos por Kirchhoff e a relação da temperatura com o comprimento de onda da luz emitida.

Atividades iniciais (25 minutos). **Primeira aula:** Realizar uma experiência como organizador prévio.

- Com o maçarico aquecer uma extremidade do arame fino ou clipe de papel.
- Tomar cuidado com o comprimento do arame se for curto pode queimar as mãos.
- Observar com os alunos o que ocorre com o arame ao aumentar a temperatura.

Se estiver ao alcance do professor poderá também realizar outras experiências para mostrar a emissão como acender lâmpadas incandescentes ou grafites de lapiseira. As lâmpadas existem até de 1,5 volts que são acesas com pilhas comuns, o ideal é ter uma fonte de tensão ajustável. Com a fonte de tensão ajustável conecte um grafite 0, 5 e faça percorrer uma corrente elétrica nele, logo ele passará a emitir luz.

Situação-problema (20 minutos): Levantar as questões 6, 7 e 8 durante a realização da experiência didática inicial. Após a realização do experimento, aplicar o pré-teste de maneira escrita.

Revisão 1 (25 minutos). Segunda aula: Como identificar um elemento químico pela luz que ele emite? Revisar conceitos do espectro eletromagnético, focar na fração visível do espectro. Mostrar que para cada comprimento de onda, nossos olhos distinguem como "cores".

O processo de ensino (20 minutos): Realizar a observação de uma vela, uma lâmpada fluorescente e da luz proveniente de uma janela utilizando um espectrômetro caseiro (GARCIA; KALINOWSKI, 1994), (CAVALCANTE; TAVOLARO, 2002). Questionar, por que algumas fontes de luz apresentam linhas de emissão enquanto outras mostram um espectro contínuo.

Nova situação problema em mais alto nível de complexidade (45 minutos). Terceira aula: Podemos identificar os elementos químicos no céu somente de corpos que emitem luz própria, ou seja, estrelas? Apresentar as leis de Kirchhoff para a espectroscopia.

Fazer a seguinte atividade envolvendo o laboratório de informática (opcional):

- Distribuir imagens de constelações para os alunos nos computadores;
- Pedir que abram as imagens de maneira que se possa aplicar "zoom", uma aproximação de um ponto da imagem;
- Analisar a "cor" de cada estrela ao observá-la com o máximo de "zoom".

Apresentação do esquema (15 minutos): Quarta aula: Apresentar aos alunos o mapa conceitual da figura abaixo.

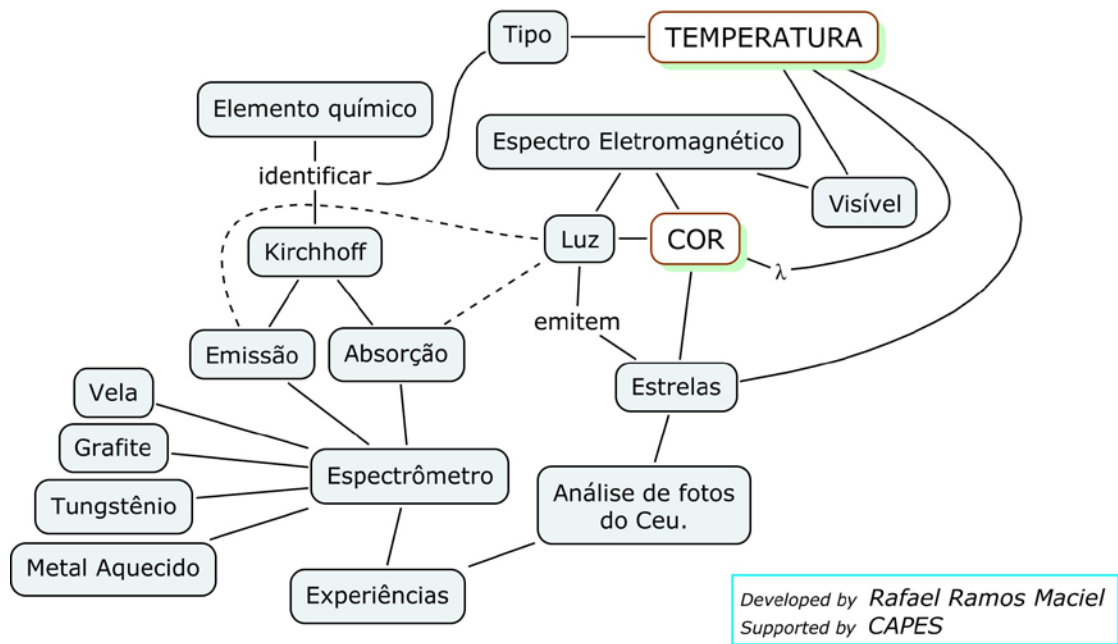


Figura 6: Mapa conceitual (MOREIRA, 2012a) sobre Efeito Doppler. Fonte: Construído pelo autor.

Avaliação (25 minutos): A avaliação deve ser tomada ao longo da aplicação da estratégia didática, tomando registro de tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo estudado. O desempenho do aluno deve ser avaliado igualmente: durante as situações problema do processo, que são as anotações do professor e durante avaliação somativa final. Nem sempre o professor consegue tomar nota de todos os aspectos relevantes na discussão, por isso é importante o uso dos mapas conceituais como ferramenta de avaliação formativa. Pedir que façam um mapa conceitual sobre o tema abordado.

Avaliação da UEPS (tempo indeterminado): A avaliação pode ser considerada positiva quando há evidências de aprendizagem significativa, ou seja, que o aprendiz tenha capacidade de resolver novas situações problema, diferente das que já vivenciou isto ocorre quando seu conhecimento se torna transferível, diferenciável, não arbitrário e não literal. Uma comparação entre o pré-teste e o pós-teste, entre os mapas construídos durante as aulas, e os mapas construídos depois das aulas podem ser tipos de ferramenta úteis para avaliação da aprendizagem. Já para a verificação do êxito da UEPS

recomenda-se realizar uma auto-avaliação por meio de grupo focal ou com questões conforme o Quadro 19 fica a critério do professor.

Pré-teste para a UEPS C:

1. Qual o único meio viável de se obter informação sobre as estrelas?
2. Você sabe através de quê os astrofísicos descobrem as características como tamanho, composição ou temperatura das estrelas?
3. Já viu o céu a noite em um local afastado da cidade?
4. Qual a cor das estrelas?
5. São todas da mesma cor?
6. Que cor emitiu o clipe de papel ao ser aquecido?
7. Se aquecêssemos mais, ele continuaria da mesma cor?
8. Será que as estrelas se comportam da mesma maneira?

Quadro 6: Pré-teste para a UEPS C. Fonte: construído pelo autor.

Pós-teste para a UEPS C:

1. Fazer um mapa conceitual sobre o tema estudado. O professor deve observar quais relações o aprendiz faz com os principais conceitos ensinados na aula.
2. Que tipo de informações se podem coletar através da luz?
3. É possível afirmar a temperatura de um objeto através da luz proveniente dele?
4. Uma estrela distante pode ter sua temperatura medida com poucos instrumentos daqui da escola mesmo? Se for possível, essa medida seria exata ou somente aproximada?

Quadro 7: Pós-teste para a UEPS C. Fonte: construído pelo autor.

Avaliação da UEPS C:

1. Como você avalia os encontros que tivemos para realizar estas atividades?
2. Como foi para você participar destas atividades?
3. Os conteúdos estudados são apropriados para o contexto?
4. O que poderia melhorar nestas atividades que desenvolvemos?

5. O que poderia melhorar nas aulas de Física?

Quadro 8: Avaliação da UEPS C. Fonte: construído pelo autor.

Bibliografia

- AUSUBEL, D. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva.** [S.l.]: Plátano, 2003.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** 3ª. ed. Lisboa: Edições, v. 70, 2004.
- BRASIL. Lei de Diretrizes e B. Lei nº 9.394/96, 20 dezembro 1996.
- BRASIL. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, 2002.
- BRITO, P. E. D. **Reflexões do Ensino de Astronomia segundo os PCN e as Diretrizes Curriculares da Secretaria de Educação do Distrito Federal em Planaltina DF.** VIII ENPEC. Campinas: UFRJ. 2011. p. 12.
- CANALLE, J. B. G. Demonstre em aula-comparação entre os tamanhos dos planetas e do sol. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, p. 141-144, 1994.
- CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO, C.. Uma caixinha para estudos de Espectro. **Física na Escola**, p. 40-42, 2002.
- CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO, C. R. C.; HAAG, R. Experiências em Física Moderna. **Física na Escola**, v. 6, p. 75-82, 2005.
- DIAS, M. A. **Medindo a Velocidade de um Fórmula 1 com o Efeito Doppler.** XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física. [S.l.]: Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2009. p. 6.
- FOUREZ, G. **CRISE NO ENSINO DE CIÊNCIAS? Investigações em Ensino de Ciências**, 2003. 109-123.
- GARCIA, N. M. D.; KALINOWSKI, H. J. Um espectroscópio simples para uso individual. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 11, p. 134-140, Ago. 1994.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4º. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- LANGHI, R.; PEDROZO JUNIOR, V. ; MARTINS, K. C. O. À PROCURA DE CARACTERÍSTICAS DE AÇÕES NACIONAIS PARA A EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA. **II Simpósio Nacional de Educação em Astronomia – II SNEA**, São Paulo, SP, 2012. 182-190.
- LUDKE, E. et al. Velocidade do som no ar e efeito Doppler em um único experimento. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, 2012.
- MACEDO, M. A. P.; RODRIGUES, M. A. O tamanho dos planetas, de plutão e do Sol e as distâncias entre estes: compreensão dos alunos e oficina pedagógica de baixo custo para trabalhar esta temática. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 19, p. 23-42, 2015.
- MARRANGHELLO, G. F.; BORGES, D. P. Utilizando a câmera fotográfica digital como ferramenta para distinguir as cores das estrelas. **A Física na Escola**, São Paulo, v. 12, p. 20-26, Maio 2011.
- MEES, A. A. ASTRONOMIA: Motivação para o ensino de Física na 8ª série. **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, 2004.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel.** São Paulo: Centauro, 2001.
- MOREIRA, M. A. **A teoria da Aprendizagem Significativa.** Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.
- MOREIRA, M. A. Diagramas V e Aprendizagem Significativa. **Revista Chilena de Educación Científica**, v. 6, p. 3-12, 2007.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares.** São Paulo: Livraria da Física, 2011.
- MOREIRA, M. A. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas - UEPS. **Aprendizagem Significativa em revista**, Porto Alegre, p. 43-63, 2011.

- MOREIRA, M. A. Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa (Concept maps and meaningful learning). **Aprendizagem Significativa, Organizadores Prévios, Mapas Conceituais, Diagramas V e Unidades e Ensino Potencialmente Significativas**, 2012. 41.
- MOREIRA, M. A. O que é afinal Aprendizagem Significativa. **Curriculum**, 2012. 29-56.
- NEVES, J. L. Pesquisa qualitativa - características, usos e possibilidades. **Caderno de Pesquisas em Administração**, São Paulo, 1996. 1-5.
- NOVAK, J. D.; CAÑAS, A.. a teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-lo. **Práxis Educativa**, Ponta Grossa, v. 5, p. 9-29, 2010.
- SCHIEL, D.; SATO, ; SARTORI, J.. Demonstração do Efeito Doppler. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 8, p. 79-83, 1991.
- SILVA, C. C. D. et al. Construção de um Vê de Gowin para análises de produções acadêmicas de Enfermagem. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, São Paulo, v. 47, 2013.
- SILVEIRA, F. P. R. D. A.; SOUSA, C. M. S. G. D.; MOREIRA, M. A. Uma avaliação diagnóstica para o ensino da Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, v. 11, p. 45-62, 2011.
- SOLER, D. R.; LEITE, C. **IMPORTÂNCIA E JUSTIFICATIVAS PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA: UM OLHAR PARA AS PESQUISAS DA ÁREA. II** Simpósio Nacional de Educação em Astronomia. São Paulo: [s.n.]. 2012. p. 10.
- UFSC, S. -. Páginas UFSC. **Páginas@UFSC**, 2010. Disponível em: <<http://paginas.ufsc.br/>>. Acesso em: 17 ago. 2016.