

SE LIGA NESSA IDEIA DE ILHA

Manual do professor

Esse produto educacional é fruto da dissertação Física e Geociências:
Uma proposta interdisciplinar para o ensino de Termodinâmica e
Ondulatória, defendida por Alex Amilton Costa Retamero no Programa de
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade
Federal de São Carlos, *campus* Sorocaba, sob a orientação do Prof. Dr.
Airton Natanael Coelho Dias e coorientação da Profa. Dra. Maria José
Fontana Gebara.

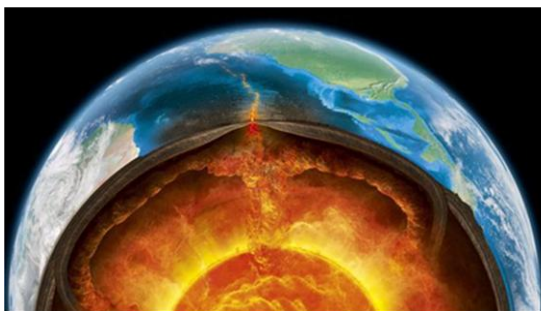


PROFESSOR(A)

Sabe-se que os conhecimentos escolares na educação básica brasileira, em sua grande maioria, são apresentados de forma fragmentada, em disciplinas, formando (nessa estrutura) cidadãos que possuem efetiva dificuldade em relacionar saberes. Esta característica limita, significativamente, a interação com novos (ou outros) conhecimentos.

Conscientes dessa realidade, é natural que o educador busque constantemente por atualizações metodológicas da prática docente. Portanto, é objetivo deste produto educacional contribuir com a prática docente no ensino de Física e a proposta (idealizada) é incentivar a disseminação do conhecimento de forma mais integrada e interdisciplinar. Para isso, o mesmo foi elaborado na forma de duas Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), tendo como principal aporte atividades interdisciplinares e a Teoria da Aprendizagem Significativa. Com princípio fundamental de que “o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa”, é função deste produto servir de ponte entre o que o estudante sabe e o que deveria saber para que ocorra a aprendizagem significativa do novo conhecimento.

A metodologia apresentada aqui pode ser aplicada a quaisquer temas e níveis de interdisciplinalidade, na junção de quaisquer disciplinas ou áreas do conhecimento. Especificamente, este produto foi testado a partir de duas atividades interdisciplinares utilizando temas de Geociências como forma de introduzir conteúdos de Física. Os temas da Geociências “Clima da Terra” e “Modelo do Interior da Terra” foram abordados juntamente com os conceitos físicos da Termodinâmica e Ondulatória.



SUMÁRIO

Introdução	05
UMA BREVE DESCRIÇÃO TEÓRICA.....	06
TAS – Teoria de Aprendizagem Significativa	06
Interdisciplinaridade.....	08
IIR – Ilha Interdisciplinaridade Racionalidade	10
UEPS – Unidade de Ensino Potencialmente Significativa	12
O QUE E COMO FAZER: UM QUADRO GERAL	13
EXEMPLOS DE UEPS	17
UEPS 1 – Clima Terrestre e Termodinâmica	17
UEPS 2 – Interior da Terra e Ondulatória	22
SUGESTÃO DE NOVAS UEPS	33
Referências Bibliográficas	35
Anexo	37



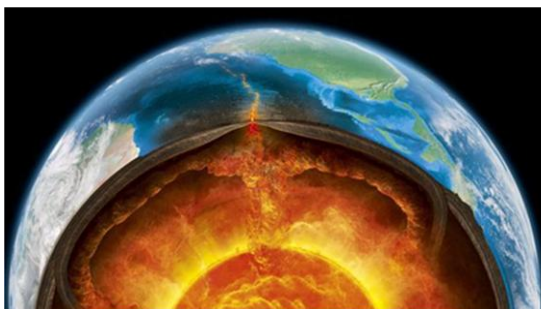
INTRODUÇÃO

As sequências didáticas aqui apresentadas constituem-se em duas Unidades de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS). Neste contexto, apropria-se aqui da interdisciplinaridade a fim de favorecer a aproximação de temas comuns entre os conceitos físicos e fenômenos naturais da Terra. A base para sua elaboração é a Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel.

Sequencialmente, será apresentada uma breve descrição sobre a TAS baseada em uma visão interdisciplinar e como se realizou a organização do material de instrução através da metodologia de Ilhas Interdisciplinaridade de Racionalidade (IIR).

Da forma como apresentado a seguir, acredita-se que o aporte teórico escolhido contribui para o ensino de Física de forma significativa gerando aprendizado. Neste contexto, consideram-se os conhecimentos prévios do estudante e relacionando-os com assuntos do seu cotidiano.

Esta abordagem busca tornar o aprendizado significativo, principalmente para estudantes do nível básico de ensino, indo ao encontro de um ensino que faça sentido para o professor, que precisa perceber a utilidade e importância de seu papel e; para o estudante/aprendiz que necessita entender que o estudo da Física pode ser aplicado em diversas áreas do saber. Desta forma, o papel de professor e de estudante é coeso. O professor, como um intermediador do conhecimento, enquanto ensina e o estudante enquanto aprende, não para aprovações em avaliações qualitativas, mas para uma construção duradoura que servirá de ancoragem para novos conhecimentos a serem adquiridos ao longo da vida.



UMA BREVE DESCRIÇÃO TEÓRICA

Neste produto, admite-se que, na integração entre ensino e aprendizagem, a interdisciplinaridade e aprendizagem significativa constituem-se, respectivamente, na metodologia de ensino e na teoria de aprendizagem que podem fazer parte do dia a dia da educação básica.

TAS – Teoria de Aprendizagem Significativa

Uma abordagem interdisciplinar propicia ao estudante uma visão integrada do conhecimento, inclusive, do conhecimento científico. As abordagens interdisciplinares associadas a problemas reais e/ou questões sociais contribuem para que o aprendiz atribua significado ao conhecimento adquirido. Dessa maneira, o marco teórico adotado neste trabalho foi a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), de David Ausubel (2003)¹.

A proposta da teoria de aprendizagem significativa tem como fundamento a cognição que ocorre quando o indivíduo consegue relacionar diversos conhecimentos, construindo a sua identidade, conseguindo, dessa forma, compreender o mundo em que está inserido (Moreira & Masini, 2001). Ademais, essa teoria considera também a importância da experiência afetiva.

De forma geral, a aprendizagem significativa tem como pressuposto que para o aprendiz tenha uma nova assimilação de conhecimento é necessário considerar os conhecimentos estruturantes, ou seja, seus conhecimentos

¹ A teoria de aprendizagem significativa foi desenvolvida por David Ausubel (1918 a 2008), formado em medicina, com especialização em psiquiatria, sendo professor emérito da Columbia University, em Nova Iorque (KIEFER, 2013).

prévios. Nessa perspectiva, David Ausubel coloca que o aprendizado ocorre quando é estimulado o conhecimento já existente para que se possa avançar a novos conhecimentos.

Portanto, a TAS prevê que o conhecimento prévio é essencial para o aprendizado duradouro. No entanto, para que os conhecimentos prévios sejam estimulados, é necessária a utilização de material de instrução adequado.

Ausubel (2003) reforça que para atribuir significado à aprendizagem não se pode ignorar os meios utilizados no ensino, pois estes meios são mecanismos que possibilitam a geração de novos conhecimentos de ancoragem e não somente de memorização.

Existem dois critérios que norteiam possíveis bons resultados para a aprendizagem significativa:

- 1) o material de instrução deve conseguir fazer com que o aprendiz relacione o conteúdo apresentado, de forma organizada, com outros conteúdos, e que permita estabelecer uma lógica de correlação. Essa relação não deve ser arbitrária, mas dirigida, para que seja funcional.
- 2) a relação cognitiva particular do aprendiz com o material. Esse deve respeitar as capacidades intelectuais do estudante e, considerar sua capacidade com a tarefa da aprendizagem, dessa forma o aprendiz precisa se colocar como protagonista de sua aprendizagem, estando disposto a aprender, assim relacionando o subsunçor com o um novo conhecimento a ser aprendido.

Conscientes da possibilidade do material organizador não ser suficiente para gerar, em um primeiro momento, interesse e compreensão de relevância para o estudante/aprendiz, aplica-se neste trabalho um recurso metodológico adicional. Este considera a participação do estudante/aprendiz como

protagonista no processo de construção do conhecimento. Este recurso é conhecido como Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR). Mas antes, qual o papel da interdisciplinaridade neste processo? Vejamos a seguir.

Interdisciplinaridade

Para elaboração das UEPS, a interdisciplinaridade é uma metodologia adequada, pois esta conecta conteúdos, objetivos e avaliações, aprofundando de forma coordenada o conhecimento de todas as disciplinas envolvidas.

É evidente que as fronteiras que delimitam as diferentes disciplinas não deixam de existir, mas a compreensão do conteúdo permite uma visão global do conhecimento. Além disso, o estudante, mesmo considerando as particularidades de disciplinas e de áreas distintas do conhecimento, compreende como elas se relacionam.

De acordo com Fazenda (2011), para existir de fato interdisciplinaridade é necessário haver integração efetiva entre disciplinas, de maneira a transformar a realidade do estudante. Quando o estudante é exposto a um conhecimento interdisciplinar, entende que a teoria e prática não são dissociadas. Isso gera uma compressão global do conhecimento.

Assim, a atitude educacional interdisciplinar estabelece que nenhum conhecimento está acabado, mas que o limite de um conhecimento conduz a novos conhecimentos ou, ainda, ao acesso de outras áreas de conhecimento já estabelecidos (tendo sempre como perspectiva a convergência para objetivos comuns). Espera-se, portanto, que o estudante, durante e após a educação básica, tenha condições de relacionar diversos conhecimentos em sua vida prática. No entanto, para que isso aconteça, é necessário que o professor esteja preparado para apresentar a relação entre os diversos saberes.

Fato é que a interdisciplinaridade vem a favor dessa visão global do conhecimento e da formação de um cidadão crítico, agente de mudanças em seu meio social. Quando não existem interações entre as disciplinas, e as

mesmas permanecem fechadas em suas especificidades, delimitando ou restringindo o seu alcance em possíveis campos de atuação, o processo educacional fica comprometido. Nesse sentido, projetos interdisciplinares ajudam a entender que o desenvolvimento do saber e o acúmulo de conhecimento científico (ou não) são agentes de transformação social.

É evidente, porém, que não se propõe que a interdisciplinaridade seja a solução de todos os problemas educativos, mas sim um caminho para refletir sobre a necessidade de mudanças no papel da educação e da educação científica. Dessa forma, entende-se que o enfoque interdisciplinar favorece a integração dos conhecimentos, sem que seja necessário abolir o conhecimento disciplinar, através de conceitos, métodos e estruturas teóricas de diferentes disciplinas, contribuindo para reduzir as abstrações, comuns no ensino de Ciências, que afastam o objeto de estudo do mundo real (GEBARA, 2009, p. 87).

A interdisciplinaridade “permite que os estudantes tenham uma formação mais geral e o desenvolvimento de competências e habilidades que lhes permitam continuar aprendendo fora do ambiente escolar, através da busca e análise de informações” (GEBARA, 2009, p. 88). A atividade interdisciplinar pode proporcionar condições para que o aprendiz/estudante consiga perceber e interpretar o conhecimento adquirido de diversas formas, especialmente no momento atual, em que as transformações tecnológicas são resultantes da relação entre vários saberes.

Portanto, as fronteiras entre as disciplinas devem ser ultrapassadas, para que existam relações dinâmicas entre diferentes disciplinas, aliando-se aos problemas da sociedade, como aponta Fazenda (1998).

Conhecido o referencial teórico e a metodologia, qual estratégia de ensino pode ser aplicada a fim de potencializar a eficácia da aprendizagem? Veja a seguir.

Neste produto, o conceito de Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR) foi utilizada como estratégia de ensino (por isso, mais detalhes são apresentados), partindo do pressuposto que os conhecimentos levarão a novos questionamentos e, por consequência, à busca de novas informações, transformando a realidade do aprendiz/estudante.

As IIRs visam aproximar os estudantes de situações do cotidiano, tornando-os mais críticos, autônomos e capazes de atuar de maneira incisiva na sociedade (Siqueira & Gaertner, 2015). Além disso, permitem promover o diálogo entre diferentes áreas do conhecimento e direcionam o pensar do estudante para situações reais, fatores que podem conduzir a uma aprendizagem significativa.

Uma IIR inicia-se com uma pergunta que seja relevante aos estudantes/aprendizes, uma pergunta de interesse dos estudantes/aprendizes e que envolva diversas áreas do conhecimento instigando-os a procura da solução que responde de forma abrangente a situação problema. Trata-se de uma proposta metodológica de instrução que possui características de uma atividade potencialmente significativa, em que o objetivo é realizar uma aproximação entre diversas áreas do conhecimento. A apresentação do conteúdo se dá pelas relações entre diversas disciplinas, tornando possível ao aprendiz construir associar o novo conhecimento com diversas áreas do saber humano.

Dessa forma, o professor deixa de ser o único responsável pelo conhecimento; os aprendizes/estudantes participam em todas as etapas do processo, planejando e executando a UEPS: são ativos na escolha dos materiais didáticos, dos critérios de avaliação, da forma de apresentar; e dos resultados da pesquisa.

Segundo Schmitz (2004), o professor passa ser um negociador, que possui a responsabilidade de intervir quando necessário, e contribuir com a

visão global do conhecimento. O trabalho indisciplinar exige que o professor ensine de forma plural, sem o conforto de uma sequência de conteúdos pré-estabelecidos, pois as IIR apresentam situações problemas transcendem as disciplinas.

A organização de uma atividade potencialmente significativa, apontada por Ausubel (2003) é critério básico para construção de um aprendizado significativo e as IIRs vêm ao encontro dessa organização previa necessária. As IIRs estruturam-se em cinco pontos fundamentais para sua execução: o contexto, a finalidade do projeto, os destinatários, tipo de produto e o tempo (Schmitz, 2004).

Com relação ao *contexto*, é necessário verificar qual é a base, o conhecimento de ancoragem dos aprendizes para o novo conhecimento que será exposto. A *finalidade* do projeto deve estabelecer relações entre conhecimentos/áreas do conhecimento e não pode prescindir de um limite para as inter-relações, caso contrário a pergunta não será respondida. O perfil dos *destinatários* inclui nível de escolarização, idade, capital cultural e econômico, e cada um destes itens deve ser considerado na proposta.

O tipo de *produto* a ser apresentado como resultado da pesquisa - do ponto de vista da sistematização da aprendizagem e da avaliação dos resultados - podem ser propostas a realização de seminários, jogos, confecção de maquetes, teatro, produção de documentários, blogs ou outras modalidades de comunicação na internet, relatórios orais ou escritos, etc. E, finalmente, o *tempo* necessário para desenvolver o projeto deve ser pensado para sua otimização. Este pode incluir pesquisas, avaliações, apresentações, etc.

A forma como o professor irá organizar os questionamentos dos alunos, derivados da situação problema, são variadas e permitem que sejam utilizadas estratégias diversificadas, como História e Filosofia da Ciência, experimentação, abordagem na perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), além de diferentes tecnologias de informação e comunicação

e, até mesmo, aulas expositivas, conforme o enfoque que o professor deseja aplicar.

Considera-se neste produto que as IIRs são situações problema que se apresentam através de uma pergunta geradora cuja resposta depende de conhecimentos de mais de uma disciplina. Essa questão geradora - chamada de caixa preta - deve ser desconhecida, instigadora e sua resposta deve despertar curiosidade.

De acordo com Pietrocola (2003), o contexto da situação problema deve ser/estar:

- 1) percebido pelos alunos como um problema;
- 2) adaptado ao nível de conhecimento dos alunos;
- 3) suficientemente instigador para que os alunos sintam a necessidade de abordá-lo;
- 4) executável no intervalo de tempo disponível;
- 5) passível de abordagens multidisciplinares;
- 6) percebido com relevância extraclasse;
- 7) considerar o fator humano.

Dentre todos os requisitos para a escolha da situação problema, existe um em especial que não é possível prever, o fator humano. O envolvimento do aprendiz/estudante é decisivo para que ocorra a aprendizagem significativa e para que o aprendizado seja duradouro.

Ainda, as IIRs são baseadas em três fatores: autonomia do aprendiz/estudante para conseguir vivenciar conflitos e resolver situações problemas; capacidade de se comunicar, visto que a comunicação é essencial para o desenvolvimento do ser humano; domínio e responsabilidade das situações nas quais está inserido. Assim, a atitude que o aprendiz/estudante

adota em relação ao aprendizado é fundamental para o seu aprendizado (Siqueira & Gaertner, 2015, p. 160).

São oito as etapas no desenvolvimento de uma IIR. Estas etapas não precisam seguir uma ordem linear e estão abertas a modificações. Para maiores informações consulte Siqueira & Gaertner, (2015). São elas:

- 1 *Pergunta Clichê*
- 2 *Elaboração de um Panorama Espontâneo*
- 3 *Consulta ao Especialistas e às Especialidades*
- 4 *Ir à Prática*
- 5 *Aprofundamento do Conhecimento*
- 6 *Esquematização*
- 7 *Aprofundamento*
- 8 *Finalização da IIR*

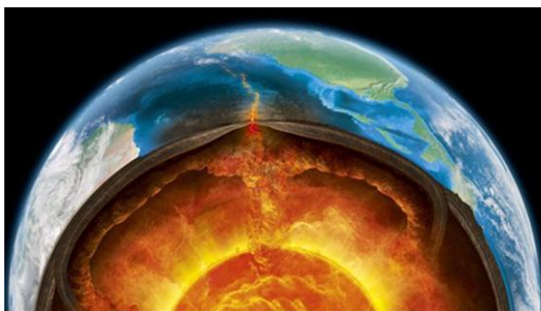
Enfim, as IIRs possuem caráter provocador, iniciando-se com uma situação problema, que irá estimular novas perguntas e proporcionará novos saberes. A situação problema gerada pela IIR possibilita ao estudante uma análise de valores, atitudes envolvendo a realidade e promove novos modos de perceber o mundo, de agir, de pensar e de ser, pela maneira que o conteúdo, a disciplina foi apresentada, levando a sua compreensão para algo muito maior, envolvendo-o na proposta e fazendo com que tenha um aprendizado significativo.

Ao considerar o conhecimento prévio do estudante/aprendiz é importante gerar no estudante o interesse a aprender. O interesse é despertado a partir de uma situação problema, o que naturalmente possibilitará uma aproximação entre a metodologia de ensino, a interdisciplinaridade e a proposta da IIR.

Como já apresentado, a IIR possui um caráter de organização para a construção de novos conhecimentos de ancoragem, que parte de uma situação problema, dessa forma estrutura-se um modelo mental em níveis crescente de complexidade do conhecimento, incorporando novos modelos mentais.

Acredita-se que a IIR e a metodologia da interdisciplinaridade possibilitam um aprendizado crítico, em que estimula a busca por respostas, criando estudantes/aprendizes globais. Essas são as principais características de uma UEPS. Mesmo que as disciplinas possuam especificidades de áreas, o aprofundamento do conhecimento do estudante/aprendiz permite que ele faça aproximações dessas áreas pelos conhecimentos de ancoragem desenvolvidos.

Para isso, é necessário entender que o estudante/aprendiz deve ser ativo em seu aprendizado enquanto que o professor precisa propor uma atividade que o estimule considerando seus conhecimentos prévios. Esse estímulo ocorre pelo material potencialmente significativo, identificada como UEPS.



O QUE E COMO FAZER: UM QUADRO GERAL

As UEPS apresentadas neste produto a seguir, foram aplicadas com estudantes da segunda série do ensino médio durante dois bimestres. Foram investidas quarenta e oito aulas, com três aulas semanais durante as aulas normais do currículo.

No entanto, a partir da mesma base teórica, sequência e procedimentos de aplicação e avaliação, todas as séries e conteúdos podem ser adequados. Em um quadro geral, considerando a descrição teórica feita acima, o(a) professor(a) precisa:

- 1 *Fazer o levantamento de ideias prévias*
- 2 *Ministrar aulas teóricas sobre o conteúdo*
- 3 *Aplicar a atividade*
- 4 *Discutir a atividade durante a apresentação pelos alunos*
- 5 *Avaliar*

O levantamento de ideias prévias foca na percepção do professor sobre o que o estudante conhece ou não sobre o assunto do projeto. Trata-se de uma etapa importante, pois o professor poderá estabelecer sua base quanto ao nível de ensino, aplicação e avaliação do projeto.

A partir do que se sabe (ou não), é necessária a explanação dos conceitos teóricos que suportam o objetivo final do projeto. Para isso serão necessárias aulas teóricas. É importante frisar que esta aula teórica deve

abordar o conteúdo sem se esquecer da pergunta clichê que iniciou a discussão. Além disso, o professor deve expandir os conceitos a fim de estabelecer definitivamente a interdisciplinaridade como metodologia de ensino.

A partir de então, deve-se aplicar todo o conhecimento adquirido em sala a fim de responder de forma prática a pergunta inicial. Isso cabe aos alunos e poderá ser feito a partir de diversas atividades: construção de maquetes, produção de um filme, apresentação expositiva, teatro, documentário, etc.

É durante a apresentação por parte dos alunos, que há espaço para o aprofundamento do conteúdo. Neste momento, pode-se abrir espaço para discussão e argumentação.

Finalmente, cabe ao professor avaliar o conteúdo final do projeto. As formas de avaliação podem variar substancialmente, então cabe ao professor estabelecê-las logo no início do processo. Recomenda-se, no entanto, que esse processo não deve ser simples demais a ponto de concentrar a nota somente em um ponto. Deve-se avaliar a diversidade de habilidades, competências e até conteúdos paralelos que fizerem parte de todo o processo de ensino-aprendizagem. Exemplos podem ser obtidos a seguir.



EXEMPLOS DE UEPS

Dentro deste contexto, serão apresentadas dois exemplos de UEPS: a primeira será a interdisciplinaridade entre Termodinâmica e Clima Terrestre; e a segunda, também interdisciplinar, entre Ondulatória e Interior da Terra.

UEPS 1 – CLIMA TERRESTRE E TERMODINÂMICA

Neste exemplo, a aplicação da UEPS Clima Terrestre e Termodinâmica utilizou vinte e quatro aulas (quadro 1), na qual serão estudados os conteúdos de Gases Ideais, Trabalho Realizado por um Gás, Leis da Termodinâmica e Máquina Térmica. Seguindo o currículo regular do ensino médio, os estudantes já possuem conhecimento sobre Calorimetria e Dilatação Térmica.

No quadro 1 é apresentado o planejamento geral desta IIR. A aplicação da IIR não ocorre somente nos momentos listados, mas durante toda as vinte e quatro aulas, com questionamentos durante as aulas, inserções de vídeos, reportagens, realização de questões que retomam o tema estudado, estimulando a compreensão das estudantes em relação a interdisciplinaridade.

Quadro 1. Planejamento geral da IIR.

Aula 1	Aplicação de questionário conhecimento prévio.
Aula 2	Aula Expositiva: Definição de Calor, Temperatura e Escala de Temperatura
Aula 3	Aula Expositiva: Escala de Temperatura, resolução de exercícios sobre o assunto.

Aula 4	<p>Apresentação da proposta da IIR: Clima da Terra e Termodinâmica.</p> <p>Nessa aula é apresentado o IIR, em que os estudantes são divididos em grupos, inicia-se o processo da abertura da caixa preta.</p> <p>Os estudantes são incentivados e fazer as perguntas que desejarem sobre o tema apresentado com auxílio de apresentação em PowerPoint.</p>
Aula 5	Aula Expositiva: Resolução de exercícios de propagação de Calor e seus efeitos, Condução, Convecção e Irradiação.
Aula 6	Aula Expositiva: Resolução de exercícios de propagação de Calor e seus efeitos, Condução, Convecção e Irradiação.
Aula 7	<p>Aula Experimental: Apresentação de experimentos usando quite industrial para Calor e seus efeitos, Condução, Convecção e Irradiação.</p> <p>Discussão da diferença entre Clima e Tempo com apoio de experimentos, com a intenção em demonstrar a aplicação do conteúdo na compreensão da dinâmica da Atmosfera.</p>
Aula 8	<p>Devolutiva das perguntas da Caixa Preta: Exposição das questões levantadas pelos estudantes, definição de critérios para apresentação do produto da IIR.</p> <p>Decidido fazer a produção de documentários, os critérios de avaliação estão expostos no texto sobre essa IIR em texto posterior.</p>
Aula 9	Aula Expositiva: Calorimetria e mudanças de fase, resolução de exercícios
Aula 10	Aula Expositiva: Calorimetria e mudanças de fase, resolução de exercícios
Aula 11	Avaliação de conteúdo: Escala de temperatura, processos de transferência de energia térmica por calor, calorimetria e mudanças de fase.
Aula 12	Aula Expositiva: Transformação de gases ideais e trabalho realizado por uma gás.
Aula 13	Aula Expositiva: Transformação de gases ideais e trabalho realizado por um gás. Resolução de exercícios
Aula 14	Aula Expositiva: Apresentação primeira lei da Termodinâmica e as transformações de sistema quando, isovolumétrica, isobárica, isotérmica e adiabático.
Aula 16	Aula Expositiva: Apresentação da segunda lei da Termodinâmica, dando a sequência resolução de exercícios.
Aula 17	Aula Expositiva: Apresentação de terceira lei da Termodinâmica e resolução de exercícios.

Aula 18	Aula expositiva: Máquina térmica e ciclo de Carnot, apresentação de exercícios e aplicações. Conceito de Atmosfera e Efeito Estufa é apresentado, a discussão seguiu explorando a ideia que a Terra funciona de maneira semelhante a uma máquina térmica, com trocas de calor recebida pela Sol e a noite a transferência de energia para o espaço.
Aula 19	Aula expositiva: Resolução de exercícios
Aula 20	Aula expositiva: Resolução de exercícios
Aula 21	Aula expositiva: Resolução de exercícios
Aula 22	Avaliação de conteúdo: Leis da termodinâmica e máquina térmica
Aula 23	Apresentação de Documentários: Para finalizar a IIR os documentários foram apresentados para todos os estudantes como resultado e síntese da pesquisa dos estudantes.
Aula 24	Fechamento da IIR pelo professor: Aula destinada para salientar pontos importantes como conceitos deixados de ser explanados ou colocados de forma errônea.

Especificamente, abaixo apresenta-se uma descrição mais detalhada de algumas aulas chaves nesse processo.

Aula Primeira: Aplicação de questionário de conhecimento prévio.

- a) Energia para quê? O que você sabe sobre Energia?
 - b) Hoje o tempo está bom! Qual a diferença entre clima e tempo?
 - c) O que é Efeito Estufa? O Efeito Estufa é benéfico ou maléfico ao ser humano?
 - d) Qual é a importância da Atmosfera terrestre? O que causa a convecção na Atmosfera e quais são as consequências?
- IMPORTANTE:** Aqui são apresentadas questões levantadas durante a aplicação deste produto, portanto, elas podem mudar conforme a necessidade e definição do professor.

Aula Segunda: Retomada de conteúdos conhecimento sobre calor, temperatura e escalas de temperatura.

Aula Quarta: Dividir os estudantes em grupos de seis integrantes. Apresentação da situação problema IIR.

“O Sol está seguindo para sua “morte”, mas antes aumentará o seu tamanho e a intensidade da emissão de radiação. Qual será o futuro da Terra? Haverá mudanças climáticas? Quais serão?”. Os estudantes/aprendizes devem ser orientados a elaborarem perguntas relacionadas ao tema exposto.

Aula Sétima: Aula Experimental: Apresentação de experimentos usando quite industrial para Calor e seus efeitos, Condução, Convecção e Irradiação

Aula Oitava: Na aula de número oito organizar as perguntas realizadas pelos estudantes/aprendiz por área do conhecimento, fazer um recorte das perguntas levantas com enfoque entre Termodinâmica e Clima Terrestre. Apresentar aos estudantes as perguntas elaboradas, e expor a relevância das questões.

Após esse momento propor aos estudantes a edição de documentários sobre o Clima Terrestre e a Termodinâmica. A escolha de documentários para a apresentação da IIR foi proposta pela relação existente do cinema e a realidade. Um outro ponto a destacar dessa escolha é o interesse dos estudantes por cinema, dessa forma fazer a aproximação do material de instrução ao estudante/aprendiz. Os documentários precisam cumprir três objetivos: responder pelos menos três perguntas elaboradas pelos estudantes; relacionar Termodinâmica e Clima e montar o documentário com a escolha de

um tema proposto: efeito estufa, dinâmica da atmosfera, furacão, El Niño e La Niña, clima de Curitiba e processo de desertificação.

Aula vigésima terceira: Apresentar os documentários elaborados pelos estudantes. Organizar a apresentação para os estudantes da segunda série e para os estudantes da primeira série do ensino médio. A apresentação para a primeira série do ensino médio torna-se importante por dois pontos: Primeiro, a valorização da pesquisa e pela entrega do documentário realizada pelos estudantes; segundo, a apresentação do trabalho interdisciplinar, a inserção da interdisciplinaridade para outros estudantes/aprendizes de forma efetiva por um trabalho realizado por estudantes para estudantes.

Aula vigésima quarta: Retomar conteúdo, para fechamento do assunto abordado, é fundamental dar o retorno aos estudantes de pontos importantes abordados e de pontos que ficaram em aberto. Assim o professor orienta pontos-chaves que fazem a diferença para compreensão do conteúdo e para consolidação da possível aprendizagem significativa.

Os critérios de avaliação pré-estabelecidos são importantíssimos. Primeiro, são eles que nortearam o resultado do produto, a materialização da pesquisa desenvolvida pelos estudantes; segundo, os critérios de avaliação elaborados foram pensados para convergir com os oito critérios da elaboração da IIR listados anteriormente; terceiro, os critérios de avaliação também podem servir quando a avaliação do aprendizado do estudante é mensurada por notas.

Sugere-se os seguintes critérios para avaliação do produto da IIR.

1. Tempo de documentário: 6 min a 8min, sendo 10% da nota total.
2. Organização: também 10% da nota total.

Esse critério avalia o planejamento dos estudantes em relação ao desenvolvimento da atividade proposta: Em qual local montar o documentário? Como montar o documentário? Como pesquisar e quais fontes? Onde aconteceu a filmagem e por quê? Quem foram os responsáveis em fazer a montagem das gravações com outros recortes de documentários? Qual cronograma o grupo definiu para elaboração e entrega do documentário?

3. Contexto físico abordado no documentário: 40% da nota total. O contexto é fundamental no documentário, pois é nesse ponto que possível verificar se existiu uma aprendizagem significativa e a interdisciplinaridade de forma efetiva. Assim, como avaliação do contexto físico abordado no documentário, esse deveria evidenciar a interdisciplinaridade entre geociências e termodinâmica.

4. Fotografia: 40% da nota total. Esse item prevê:

- Edição do vídeo. Verificar conhecimento prévios dos estudantes sobre edição de vídeo.
- Roteiro: Texto que dá coesão e coerência ao documentário.
- Dinâmica: Entende-se por dinâmica o ato de relacionar as falas dos participantes, cortes de outros vídeos, imagens, de forma a prender a atenção do espectador.

UEPS 2- INTERIOR DA TERRA E ONDULATÓRIA

A aplicação da UEPS Interior da Terra e Ondulatória é realizada paralelamente ao estudo de ondulatório do curriculum da segunda série do ensino médio, do início da aplicação até o fim da UEPS os estudantes/aprendizes conhecerão os conteúdos da equação de onda,

movimento harmônico simples, propriedades ondulatórias, estudo do som (acústica) e efeito Doppler.

Tendo em vista esse planejamento curricular organiza-se a UEPS conforme quadro abaixo. Esse planejamento é flexível conforme a disponibilidade de aulas da sua unidade escolar, ainda é possível que alguns pontos desse planejamento pode ser suprimido conforme a necessidade verificada pela avaliação de conhecimento prévio aplicada inpreterivelmente no início da aplicação da UEPS.

O quadro 4: Planejamento geral para IIR:

Aula 1	Levantamento de conhecimentos prévios, interior da Terra.
Aula 2	Aula Expositiva: Propriedades ondulatórias, onda mecânica e eletromagnética, onda transversal e longitudinal.
Aula 3	Aula Expositiva: Propriedades ondulatórias, reflexão, refração, polarização, difração e ressonância
Aula 4	Aula Expositiva: Apresentação de equação de onda e resolução de exercícios.
Aula 5	Aplicação de IIR Interior da Terra: Abertura de caixa preta
Aula 6	Aula Expositiva: Equação de onda e resolução de exercícios.
Aula 7	Caixa preta: Devolutiva de perguntas e definição de critérios para o produto da IIR, feira de ciências.
Aula 8	Aula Expositiva: Equação de onda e resolução de exercícios.
Aula 9	Aula Expositiva: Movimento Harmônico Simples MHS, Sistema massa mola e pendulo, apresentação de conceitos.
Aula 10	Aula Expositiva: Movimento Harmônico Simples MHS, Sistema massa mola e pendulo, resolução de exercícios.
Aula 11	Aula Expositiva: Movimento Harmônico Simples MHS, Sistema massa mola e pendulo, resolução de exercícios.
Aula 12	Aula Expositiva: Movimento Harmônico Simples MHS, Sistema massa mola e pendulo, resolução de exercícios.
Aula 13	Avaliação: Propriedades ondulatória e MHS
Aula 14	Aula expositiva: Estudo sobre som, harmônicos e propriedades.
Aula 15	Aula expositiva: Estudo sobre som, harmônicos, resolução de exercícios.
Aula 16	Aula expositiva: Estudo sobre som, harmônicos, resolução de exercícios.
Aula 17	Aula expositiva: Estudo sobre som, harmônicos, resolução de exercícios.

Aula 18	Aula expositiva: Efeito Doppler
Aula 19	Aula expositiva: Efeito Doppler, resolução de exercícios.
Aula 20	Aula expositiva: Efeito Doppler, resolução de exercícios.
Aula 21	Avaliação, estudo sobre o som e efeito Doppler
Aula 22	Aula expositiva: Apresentação de placas tectônicas, modelo do interior da Terra, estudo sobre terremotos e como se dá o estudo do interior da Terra por ondulatória.
Aula 23	Organização da feira de ciência, determinação de espaço em será apresentada, qual será horário de apresentação, definição do público que participará da feira de ciência.
Aula 24	Fechamento da IIR: A feira de ciências como produto da IIR foi montada posteriormente após o fechamento do bimestre. A aula 24 foi destinada em fazer os últimos ajustes para a apresentação e apresentar alguns conceitos importantes a destacar sobre ondulatória e o estudo sobre o interior da Terra.

Especificamente, abaixo apresenta-se uma descrição mais detalhada de algumas aulas chaves nesse processo.

Aulas primeira e segunda: Aplicação de questionário de verificação de conhecimento prévio sobre ondulatório e interior da Terra.

Questionário falso verdadeiro:

- a) Se nos desconsiderarmos os oceanos, a Terra é uma esfera solida ()
- b) A superfície da Terra tem sido a mesa desde o princípio dos tempos ()
- c) Os processos pelo qual se formam as montanhas e a ocorrência de terremotos se deve aos mesmos fatores ()

Questões discursivas

- d) Explique o evento, ou eventos, que você acredita podem causar um terremoto.
- e) Faça um desenho do interior da Terra. O círculo representa a superfície e o ponto e o seu centro.

IMPORTANTE: Aqui são apresentadas questões levantadas durante a aplicação deste produto, portanto, elas podem mudar conforme a necessidade e definição do professor.

Aula terceira: Introdução a ondulatório, explicar sobre onda mecânica, eletromagnética, onda transversal, onda longitudinal e propriedades ondulatórias.

Aula quinta: Aplicação da IIR Interior da Terra, usar trecho da carta escrita em 1782 por Benjamin Franklin para Giraud-Soulavie, geólogo francês.

“Tais mudanças nas partes superficiais do globo pareciam, para mim, improváveis de acontecer se a Terra fosse sólida até o centro. Desse modo, imaginei que as partes internas poderiam ser um fluido mais denso e de densidade específica maior que qualquer outro sólido que conhecemos, que assim poderia nadar no ou sobre aquele fluido. Desse modo, a superfície da Terra seria uma casca capaz de ser quebrada e desordenada pelos movimentos violentos do fluido sobre o qual repousa”. (Benjamin Franklin, 1782, em uma carta para o geólogo francês Abbé J. L. Giraud-Soulavie in PRESS, Frank et al. Para entender a Terra. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006)

Questão geradora: *Quais são as implicações que envolvem essas observações? São verdadeiras? Temos hoje mais informações sobre o interior da Terra que possam justificar essas observações? Essas informações podem ser obtidas de qual maneira?* Nesse momento são formado grupos de seis estudantes. Após aplicação, dividir as questões por áreas do conhecimento, e fazer recorte para seleção de questões que serão trabalhadas posteriormente, como o

produto da IIR, que será uma feira de ciências.

Aula sétima: Expor as questões de forma organizada, com previa seleção de questões que relacionam, ondulatória e o Estudo do Interior da Terra. Após a apresentação das questões propor aos estudantes/aprendizes a montagem de uma feira de ciências com o tema gerador Nossa Terra. Para organização e critério de avaliação da feira de ciências é estabelecido quatro blocos de experimento. O quarto bloco deve se destacar, sendo a abertura da feira de ciências, formado por grandes experimentos interativos. A maior parte dos experimentos propostos fazem parte de uma coletânea disponibilizada no site *Earth Learning Idea*, e outros experimentos estão disponibilizados em diferentes sites. Usando o buscador *Google* é possível encontrá-los sem nenhum problema.

Todos os grupos produzirão diferentes experimentos que são divididos em quatro blocos:

- Bloco de experimentos 1: Maquete;
- Bloco de experimentos 2: Tsunami;
- Bloco de experimentos 3: Simulador sísmico;
- Bloco de experimentos 4: Abertura da feira.

Bloco de experimentos: são organizados de maneira que o tema gerador Terra Nossa fosse apresentado de forma experimental, visando à aprendizagem significativa, bem como a divulgação dos trabalhos realizados pelos estudantes. Os estudantes ficam livres para escolherem em qual bloco de experimentos querem participar. É importante essa postura, por entender-se que os estudantes precisam participar de forma efetiva no desenvolvimento do seu aprendizado.

Bloco 1: Maquete: O grupo de estudantes/aprendizes que

escolher fazer a maquete, montarão uma maquete que visualmente expresse o interior da Terra, com placas tectônicas, vulcanismo, corrente de convecção do magma, etc. Além das maquetes, os estudantes responsáveis por esse bloco montarão paralelamente outros experimentos disponibilizados no site *Earth Learning Idea*.

Bloco 2: Tsunami: O grupo de estudantes/aprendizes que escolher fazer a montaram um simulador de tsunami, conforme modelos pesquisados na internet, farão paralelamente os experimentos listados 1, 2, 3, 8, 11, 14, 16 (experimentos da coletânea disponibilizada no site *Earth Learning Idea*). A proposta desse experimento visa verificar o transporte de energia pela onda de impacto e a diferença de nível da costa e as consequências quando a onda colide no continente.

Bloco 3: Simulador Sísmico: O grupo que escolher o simulador sísmico, montarão um simulador que descreve a propagação da onda pela crosta terrestre, da mesma forma que o do tsunami. O modelo de simulador sísmico é encontrado no site *Youtube*, usando o termo de simulador sísmico como frase de busca. Para o conjunto dos blocos de experimentos de 1 a 3 pode existir grupos repetidos nos mesmos grupos, o único bloco de experimento que será exclusivo será o do grupo 4. O bloco 4 de experimento deve ser direcionado para estudantes/aprendizes que demonstram maior interesse pelo estudo de Física. Os estudantes responsáveis por esse bloco também realizam paralelamente, os experimentos listados 1, 2, 4, 5, 6, 10, 17, 18 (experimentos da coletânea disponibilizada no site *Earth*

Learning Idea). Os estudantes responsáveis por esse bloco também realizam paralelamente, os experimentos listados 1, 2, 4, 5, 6, 10, 17, 18 (experimentos da coletânea disponibilizada no site *Earth Learning Idea*). Abaixo a listagem de experimentos da coletânea disponibilizada no site *Earth Learning Idea*. O número entre parênteses é a referência da coletânea.

1. Ondas na Terra 1 – a simulação da mola de brinquedo (76)
2. Ondas na Terra 2 – moléculas humanas (77)
3. Quando ele explodirá? – prevendo erupções (2)
4. O Himalaia em 30 segundos! (9)
5. Continentes em colisão (83)
6. Um vale em 30 segundos – Separando camadas de rocha (16)
7. Marcas onduladas na areia em uma vasilha (11)
8. Faça sua própria rocha (27)
9. Fusão parcial – processo simples, enorme impacto global (82)
10. De uma laranja para toda a Terra (59)
11. De bolas de argila até a estrutura da Terra (74)
12. Tubo antigravidade – Movimento de rotação da Terra gera um campo magnético.
13. O balão sobe no Krakatoa (114)
14. Tremeu, mas não se mexeu (112)
15. Previsão de terremotos – quando um terremoto irá acontecer? (49)
16. Tremor da terra- minha casa desabarará? (1)

17. Energia das rochas: Simulações de energia geotérmica (95)

Bloco 4: Abertura da feira. Os experimentos que abrirão a Feira de Ciências devem ser experimentos que levam os visitantes a pensarem nas condições necessárias para a existência e manutenção da vida na Terra. Esses experimentos devem ser grandes e possibilitar aos visitantes algum tipo de interação. Foram sugeridos os seguintes experimentos:

Primeiro: Pêndulo. A partir desse experimento foram apresentados os conceitos de Conservação de Energia e Entropia, Primeira e Segunda lei da Termodinâmica. Usando esse experimento os estudantes podem explicar sobre o balanço energético necessário para a manutenção da vida da Terra e como se dá o fluxo de energia recebida do Sol e transferida para universo.



Segundo: Gravitação. Através desse experimento trabalha-se a ideia da força gravitacional e como essa força influencia na distorção do espaço e gera as órbitas dos astros celestes como conhecemos. Além disso, os estudantes podem explicar para os visitantes a ação da gravidade entre os corpos.



Terceiro: Conservação de momento. Esse experimento apresenta um assunto que geralmente não é estudado no ensino médio. Desta forma, o experimento foi uma oportunidade para apresentar, experimentalmente, a rotação da Terra, conceitos sobre a sua velocidade de rotação, influência da distribuição de massa, inclinação da Terra em relação ao Sol. Além disso, abre-se a discussão sobre o clima na Terra.



Quarto: Estrutura de uma ponte de Da Vinci. Esse experimento visa transmitir aos visitantes da feira a

percepção de diversos fatores que precisam estar em equilíbrio para a existência da vida na Terra, ou ainda, para que a própria Terra exista.



Aula vigésima segunda: Aula expositiva: Apresentação de placas tectônicas, modelo do interior da Terra, estudo sobre terremotos e como se dá o estudo do interior da Terra por ondulatória. Essa aula é importante para que os conceitos de ondulatória sejam relacionados com o estudo do interior da Terra. Ademais, os estudantes/aprendizes podem consolidar o aprendizado, já que anteriormente pesquisaram sobre o assunto e ocorreu o desequilíbrio cognitivo para gerar um novo conhecimento de ancoragem.

Aula vigésima terceira: Na aula sétima foi apresentado aos alunos a proposta da Feira de Ciências e as divisões dos grupos de experiências. Esta aula é destinada para definir a organização da Feira de Ciência em relação a determinação de espaço em será apresentada, qual será horário de apresentação, definição do público que participará da Feira de Ciência e a organização da sua montagem. Dividir em três momentos a exposição dos experimentos: primeiro momento: para os estudantes/aprendizes visitarem os grupos que estarão reunidos com

seus experimentos; segundo momento: visitação dos estudantes do fundamental II e ensino médio; terceiro momento: comunidade, dessa maneira todos os estudantes e convidados participam das demonstra es experimentais. Salienta-se que o bloco 4 de experimentos exige uma aten o especial pois   necessária uma etapa de prepara o, um planejamento anterior do professor, contrata o de estrutura (em alguns casos - andaimes, cama elástica, esfera de concreto, cabo de a o, caibros e outros materiais). Esses materiais devem ser responsabilidade do professor. Diferente da UPES 1, em que os critérios de avalia o convergiam para as oito características da IRR a apresenta o da feira de ciências e a sua apresenta o possibilita o desenvolvimento das características listadas.

Aula vigésima quarta: Fechamento da IIR: aula destinada para fazer os últimos ajustes para a apresenta o da Feira de Ciências e apresentar alguns conceitos importantes em que por ventura ainda não estão claros aos estudantes. A apresenta o da Feira de Ciências pode ser apresentada dentro do bimestre ou posteriormente, essa flexibilidade não afeta a qualidade da IIR desde que esteja estabelecido, organizado, com os estudantes/aprendizes.



SUGESTÕES DE NOVAS UEPS

As UEPS apresentadas podem ser aplicadas em outras situações que relacionam a Física e Geociência, por isso, abaixo são apresentadas uma série de relações de fenômenos naturais e com o conteúdo de Física que são abordados no Ensino Médio e que podem servir como inspiração para organização de novas UEPS tendo como aporte uma IIR.

1. Estudo do fenômeno natural Vulcão, relacionar com conteúdo:

- Termodinâmica;
- Condução de calor, convecção, condução e irradiação;
- Estudo dos gases;
- Trabalho realizado por gás.

2. Estudo do fenômeno natural Gêiser

- Termodinâmica;
- Condução de calor, convecção, condução e irradiação;
- Estudo dos gases;
- Trabalho realizado por gás.

3. Aurora Boreal

- Campo Magnético;
- Refração;
- Reflexão;
- Reação química.

4. Campo gravitacional terrestre

- Momento Angular;
- Centro de gravidade;
- Gravitação Universal;
- Movimento de Rotação.

5. Formação das rochas, ígneas e metamórficas

- Termodinâmica;
- Calor.

6. Campo Magnética da Terra

- Eletromagnetismo;
- Ondulatória;
- Movimento de Rotação.

7. Relâmpagos

- Eletrostática;
- Eletrodinâmica.

8. Marés

- Gravitação;
- Órbita.

9. Correntes Marítimas

- Densidade;
- Movimento de rotação;
- Fluxo de energia;
- Termodinâmica.

10. Erosão

- Fluído;
- Gravidade;
- Atrito.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, D. P. Aquisição e retenção de conhecimento: uma perspectiva cognitiva.

Lisboa: Grafo, 2003.

FAZENDA, I. Didática e interdisciplinaridade. São Paulo: Papirus, 1998.

_____. Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia. 6. ed. São Paulo: Loyola, 2011.

GEBARA, M. J. F. A formação continuada de professores de Ciências: contribuições de um curso de curta duração com tema geológico para uma prática de ensino interdisciplinar. Campinas SP, 2009. G262f. Dissertação/Doutorado em 2009 (Geociências) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, SP, 2009.

KIEFER, Neci Iolanda Schawanz, Ensino da física e aprendizagem significativa: roteiro para elaboração de uma aula.: Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa, 2013.

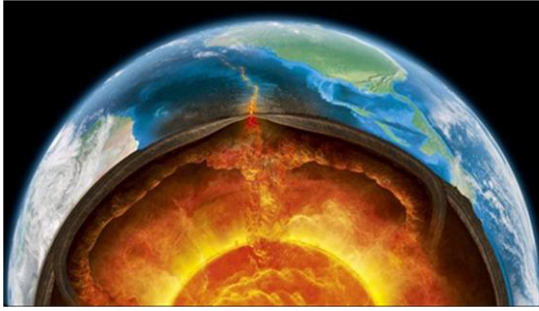
MOREIRA, Marco Antonio; MASINI, Elcie F. Salzano. Aprendizagem Significativa: A teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2001.

PIETROCOLA, M. A história e a epistemologia no ensino das ciências: dos processos aos modelos de realidade na educação científica. Ciência em Perspectiva. Estudos, Ensaios e Debates. Rio de Janeiro: MAST/SBHC, p. 133-149, 2003.

PRESS, F.; SIEVER, R; GROTZINGER, J. P.; JORDAN, T. H. Para entender a Terra. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

SCHMITZ, C. Desafio Docente: As Ilhas de Racionalidade e seus elementos Interdisciplinares: Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

SIQUEIRA, J. B. & GAERTNER, R. Ilhas interdisciplinares de racionalidade: conceito de proporcionalidade na compreensão de informações contidas em rótulos alimentícios. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 8, p. 1-16, 2015.



ANEXO

Levantamento do conhecimento prévio UEPS Termodinâmica

Questionário Falso e Verdadeiro (GEBARA, 2009, p. 247)

1. Se nos desconsiderarmos os oceanos, a Terra é uma esfera sólida. ()
2. A energia do Sol controla as estações. ()
3. A superfície da Terra tem sido a mesma desde o princípio dos tempos. ()
4. O processo pelo qual se formam as montanhas e a ocorrência de terremotos se deve aos mesmos fatores. ()

O que você sabe?

1. Energia para quê?! O que você sabe sobre Energia?
2. O que é "Trabalho" no estudo de Física?
3. Hoje o tempo está bom! Qual a diferença entre clima e tempo?
4. O que é efeito estufa? O efeito estufa é benéfico ou maléfico ao ser humano?
5. Qual é a importância da atmosfera terrestre? O que causa a convecção na atmosfera e quais são as consequências?

Levantamento do conhecimento prévio UEPS Ondulatória

Questões dissertativas (GEBARA, 2009, p. 249)

1. Explique o evento, ou eventos, que você acredita podem causar um terremoto.
2. Faça um desenho do interior da Terra. O círculo representa a superfície e o ponto é o seu centro.