

Aula 3

FÍSICA E SUSTENTABILIDADE

META

Conduzir os alunos para reflexão sobre a importância da Física na sustentabilidade mundial.

OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:
Abordar sobre sustentabilidade e a transdisciplinaridade desse tema.

PRÉ-REQUISITOS

Não é necessária a seleção de pré-requisitos para esta aula.

Divanizia do Nascimento Souza

INTRODUÇÃO

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais, os temas transversais dizem respeito às grandes questões sociais que afligem a humanidade na era contemporânea, não devendo ser abordados como mais uma disciplina escolar, e sim como um conjunto de temas que aparecem transversalizados, permeando a concepção das diferentes áreas, seus objetivos, conteúdos e orientações didáticas” (BRASIL, 1998). Esses temas são amplos o bastante para traduzir preocupações da sociedade brasileira de hoje, os Temas Transversais correspondem a questões importantes, urgentes e presentes sob várias formas na vida cotidiana.

Na cultura global do consumo mal planejado e do acelerado desenvolvimento tecnológico, os problemas sócio-ambientais se agravam devido o padrão de valores intrínsecos à mercantilização não humanizada. Os valores que preponderam na sociedade global consumista têm sido a busca por gratificações de curto prazo, o individualismo, a competitividade, a imposição dos interesses particulares das corporações aos povos e culturas economicamente menos favorecidos. Neste contexto, o desenvolvimento tecnológico tem sido refém da busca desenfreada pelo crescimento econômico.

O desafio que se apresenta para as escolas é o de abrirem-se para o debate dos temas transversais. Os PCN também lembram que a educação não pode controlar todos os fatores que interagem na formação do aluno impondo determinados valores, mas deve ser coerente com os valores assumidos, possibilitando aos alunos uma discussão sobre esses valores e a construção de critérios para a escolha pessoal.

Nesta aula vamos conversar um pouco sobre um importante tema transversal da atualidade, a sustentabilidade; conversaremos também sobre a importância da inserção desse tema transdisciplinar nas aulas de Física.

FÍSICA E SUSTENTABILIDADE

A parte inicial desse texto é uma tradução livre de Sustainability Science: A room of its own, de William C. Clark, publicado em 2007, cuja íntegra pode ser encontrada em [10.1073/pnas.0611291104PNAS](https://doi.org/10.1073/pnas.0611291104).

A ciência da sustentabilidade emergiu ao longo das duas últimas décadas como um campo vibrante de investigação e inovação. Hoje, para esse campo da ciência tem-se desenvolvido uma agenda dinâmica de pesquisa, com um número crescente de resultados e um maior número de instituições de ensino e pesquisa envolvidos com o esse campo. Como a ciência agrícola e as ciências da saúde, a ciência da sustentabilidade é um campo definido pelos problemas que aborda e não por disciplinas que emprega.

Atualmente, essa ciência tem como tema principal o estudo da "transição para a sustentabilidade", que busca tornar a sociedade mais capacitada para o uso da terra, de forma que seja possível, simultaneamente, "satisfazer as necessidades de uma população muito maior, mais a estabilização humanos, ... sustentar os sistema que dão suporte ao planeta, e ... reduzir substancialmente a fome e a pobreza.

Diversas pesquisas relacionadas com o objetivo do desenvolvimento sustentável têm sido realizadas a partir de bases bem diversas como a da geografia, geoquímica, ecologia, economia, ou da física e da ciência política. Cada vez mais, no entanto, essa preocupação começou a tomar uma forma que transcende as preocupações das disciplinas fundamentais e enfoca a compreensão da complexa dinâmica que surge das interações entre os sistemas humanos e ambientais. Questões centrais incluem o seguinte: Como podem as interações dinâmicas ser melhor incorporadas aos modelos emergentes e conceituações que integram o sistema da Terra, o desenvolvimento social e sustentabilidade? Quais as tendências de longo prazo para as transformações do meio ambiente e das interações sociedade-natureza? Quais são os fatores que determinam os limites das fontes de resiliência e de vulnerabilidade para tais sistemas interativos? Quais estruturas de incentivos podem efetivamente melhorar a capacidade social de orientação para as interações entre a sociedade e a natureza em direção a trajetórias mais sustentáveis? Como a ciência e a tecnologia podem ser aproveitadas de forma mais eficaz para lidar com as metas de sustentabilidade?



Aproveitamento e reaproveitamento energético.
(Fonte: <http://sosriodosbrasil.blogspot.com>).

A partir do seu foco central no avanço da compreensão de sistemas interligados, como ser humano-ambiente, a ciência da sustentabilidade tem concentrado seus esforços na resolução de problemas urgentes direcionados para as necessidades humanas. Esses esforços incluem a melhoria do acesso ao abastecimento de água de qualidade e em quantidade suficiente, avanço no desenvolvimento de sistemas de produção de energias mais limpas, que possam minimizar o impacto na saúde humana da poluição e de doenças ambientalmente transmissíveis, aumentando a segurança da produção agrícola e alimentar, incentivando trajetórias mais benignas de urbanização e, mais genericamente, a utilização mais eficaz dos recursos ambientais e naturais para promover a redução da pobreza. Da mesma forma, a ciência da sustentabilidade está sendo empregada para conceber proteções práticas para os principais sistemas de apoio à vida na Terra. Uma atenção especial tem sido dada nos últimos anos às questões relacionadas ao global, aos serviços de conservação de ecossistemas e proteção da biodiversidade. Finalmente, e mais ambiciosa, a pesquisa da ciência da sustentabilidade está buscando apoio na tarefa de integração da gestão de determinados locais onde esforços múltiplos para atender às diversas necessidades humanas interagem com vários sistemas de suporte à vida de formas muito complexas e muitas vezes inesperadas.

Assim como a ciência da sustentabilidade se dispõe a contribuir e aprender com o mundo na tarefa da resolução de problemas, ela tem permanecido estreitamente ligada às investigações, direcionadas pela curiosidade em toda uma gama de disciplinas. Os esforços para proporcionar conhecimentos úteis para resolver os problemas práticos, mas altamente complexos, como os esboçados acima tem muitas vezes possibilitado avanços fundamentais na nossa conceituação e compreensão dos sistemas de acoplamento meio ambiente e ser humano. Isto significa que os cientistas que procuram promover uma transição de sustentabilidade necessitam explorar e na verdade se envolver em pesquisas de ponta em áreas que vão desde a teoria de sistemas complexos até a ecologia, a cultura e a política.

A ciência da sustentabilidade, portanto, é mais útil se pensada como não sendo ciência "básica" ou "aplicada". Pelo contrário, é um empreendimento centrado sobre o "uso-inspirado da investigação fundamental".

O campo resultante da ciência da sustentabilidade tem se expandido em um acelerado ritmo e em várias direções, o que se reflete num maior interesse, conforme constatado em fóruns, textos e pesquisas e até escolas devotadas a treinar a futura geração de cientistas da sustentabilidade.

FÍSICA E SUSTENTABILIDADE

O objetivo dos temas transdisciplinares é incentivar na sala de aula discussões relacionadas ao desenvolvimento científico e tecnológico, suas relações e implicações para a sociedade e o meio ambiente.

Devemos entender que é preciso preparar nossos alunos para que tenham posições críticas quanto ao uso da tecnologia produzida, posicionar a Ciência ensinada nas salas de aula, buscando promover uma compreensão das questões ligadas ao contexto ciência – tecnologia - sociedade, bem como da sustentabilidade. Os educandos precisam mediar se a tecnologia que se tem acesso é realmente favorável, se traz benefícios para o bem estar social; se estes são realmente favoráveis quando se consideram as questões ambientais e sociais.

A física pode desempenhar um papel importante no desenvolvimento sustentável, contribuindo para o campo interdisciplinar de apropriação de tecnologia. O desenvolvimento de programas que ofereçam oportunidades para que estudantes do ensino básico e universitários possam contribuir diretamente para o desenvolvimento sustentável é algo muito importante no momento atual. Entretanto, a capacidade desses estudantes muitas vezes é negligenciada. Embora, quando tais estudantes são motivados para a realização de tarefas estruturadas eles podem se revelar importantes colaboradores em pesquisas e projetos relacionados com sustentabilidade, assim com em outros projetos. Os alunos com algum interesse em ciência são capazes de entender de métodos científicos e procedimentos técnicos que podem auxiliar em processos e etapas desses projetos ou pesquisas. Um estudante do ensino médio, por exemplo, pode se interessar em participar de projetos tecnológicos relacionados a:

Mecânica: bombas de água, fabricação de tijolos, brocas para perfuração de poços;

Termodinâmica: resfriamento evaporativo, fogões/fornos, fogões solares, desidratador de alimentos e outros dispositivos solares passivos.

Ótica: purificadores de água solares e refletores

Eletricidade/Magnetismo: eletrônica básica para sistemas de captação de energia.

Para isso, pode-se pedir aos alunos interessados neste tipo de projeto para ler sobre as especificações técnicas de uma determinada tecnologia, ou mesmo organizar uma classe completa para isso, fornecendo para eles uma biblioteca básica sobre o tema. A biblioteca pode constar de artigos de revistas, livros e endereços de textos na internet.

Após discussões e estudos, os estudantes são convidados a escrever uma proposta de projeto com base nas especificações necessárias para a realização do experimento, incluindo:

- Título do dispositivo ou sistema;
- Resumo que descreve a função do dispositivo ou sistema;
- Uma lista de palavras-chave para descrever o dispositivo ou sistema.
- Apresentação das especificações técnicas que devem ser atendidas e da aplicabilidade; por exemplo, geração de calor, de eletricidade, produção de água potável, melhoria da saúde etc.;

- Materiais e ferramentas necessários para a fabricação de dispositivos e materiais alternativos, se eles não estão disponíveis;
- Apresentação das habilidades e conhecimentos necessários para criar o dispositivo, as especificações técnicas, incluindo um desenho ou imagem do dispositivo detalhada o suficiente para garantir que alguém poderia construir sozinho o dispositivo a partir da descrição;
- Os custos estimados;
- As fontes de informação

Um trabalho apresentado no Simpósio Nacional de Ensino de Física, em 2009, relatou uma atividade desenvolvida com o objetivo de analisar atividades envolvendo a reflexão sobre fontes alternativas de energia, a partir de uma atividade de construção de um aquecedor solar.

A construção do aquecedor solar é uma das atividades que compõe uma proposta de ensino maior, que foi elaborada por um grande grupo de professores e alunos de Licenciatura em Ciências Físicas e Biológicas, como uma das ações de um projeto de extensão numa universidade pública. Nesta ação, um grupo maior elaborou uma proposta de ensino denominada “Elementos de Sustentabilidade na Escola”, dentro do enfoque ciência – tecnologia - sociedade (CTS), na qual diversas atividades e estratégias de ensino são utilizadas, tais como leitura de textos e imagens, produção escrita e atividades práticas. A proposta de ensino maior é composta por diversas atividades interrelacionadas, tais como: reflexões sobre geração e destino de resíduos sólidos; construção de uma composteira; construção de um aquecedor solar com materiais de baixo custo; planejamento, construção e manutenção de uma horta escolar e de uma estufa, e medidas para conservação de água e energia elétrica. Como parte das atividades de uma disciplina da Licenciatura em Física, dois graduandos desenvolveram em sala de aula a atividade da construção do aquecedor solar, focalizando em atividades práticas e leituras de textos e imagens, em aulas de física na Educação de Jovens e Adultos, na rede pública estadual de ensino.

Durante o desenvolvimento do aquecedor solar, no programa da disciplina física, o professor da turma estava abordando conteúdos relativos a fenômenos relacionados ao calor, tais como dilatação dos materiais e escalas termométricas entre outros. Seria uma oportunidade para se desenvolver os conceitos físicos, contextualizados com discussões relativas a fontes alternativas de energia, impactos sociais, éticos e ambientais da construção de usinas hidrelétricas, redução, reaproveitamento e reciclagem de resíduos sólidos, entre outros.

Os alunos realizaram a construção do aquecedor, em pequenas equipes, sempre orientados pelo professor de física. Este, no decorrer da atividade, ia questionando os alunos, inserindo os conteúdos de física em seus questionamentos. Por exemplo: foi discutida a teoria física das cores, sobre o fenômeno relacionado à dilatação térmica dos materiais e a dilatação anômala da água.

Além dos conteúdos conceituais, foram também analisados a aquisição de conteúdos atitudinais por parte dos alunos. Um exemplo de conteúdo atitudinal estudado foi o posicionamento dos discentes acerca da importância da construção e utilização do aquecedor solar, onde se buscou analisar que tipo de preocupações os alunos demonstram: se essa preocupação está relacionada com a economia familiar na fatura de energia elétrica; se citam o aquecedor solar como uma fonte alternativa de energia (diminuindo assim a demanda pela energia produzida nas hidrelétricas); ou como uma forma de re-utilização de materiais descartáveis, entre outras.

Vamos mudar um pouquinho o rumo da aula, pensando na seguinte afirmativa:

Não há nenhum problema de energia na atualidade.

Embora a afirmação possa parecer surpreendente, até mesmo chocante, em dadas circunstâncias, quando temos que explicar a importância da energia para o mundo e a possibilidade de uma crise energética no futuro, a afirmação é absolutamente verdadeira quando se fala de um ponto de vista da física.

Uma das leis da física mais firmemente estabelecida é a que trata da conservação da energia, ou seja, a energia permanecerá sempre no mesmo nível em um sistema fechado. A terra pode ser considerada como um sistema fechado, além do que, pode-se entender também que a Terra recebe energia do Sol. Logo, estritamente falando, nós não poderemos usar ou esgotar toda a energia disponível.

O problema que temos realmente está relacionado com o armazenamento de energia. Certo estoque de energia é representado por um tipo combustível. A maior parte da energia disponível está armazenada como carvão, petróleo, gás natural e materiais nucleares, que são os combustíveis mais amplamente utilizados e as fontes de energia mais importantes no mundo contemporâneo. Infelizmente, quando estes combustíveis são queimados em reações químicas ou nucleares para liberar energia, a massa original de combustível é consumida, e ela não pode ser recriada sem gastar mais energia do que a quantidade que poderia ser obtida (destruindo completamente o propósito de uma fonte de energia!). É por essa razão que temos de encontrar fontes viáveis, infinitas de energia antes de nossos abastecimentos finitos esgotarem-se.

As leis da física ditam que a energia pode ser transformada de uma forma para outra. Existem várias formas de energia: energia cinética (energia de movimento), energia potencial, energia mecânica, energia nuclear etc., mas nós não podemos usar diretamente estas formas de energia para ligar a TV ou cozinhar alimentos no forno de microondas. É aí onde entra a eletricidade. Uma vez que a eletricidade é a principal forma de energia consumida pela maioria da população mundial, usinas elétricas devem existir para converter calor da queima de biomassa ou da energia cinética da água

caindo para a energia que flui através do fio em nossas casas. Então, como você pode ver, a física é, com efeito, importante na compreensão de nosso consumo de energia.



Sustentabilidade. (Fonte: <http://www.quasetudosobre.blogspot.com>).

O consumo energético mundial tem crescido de forma constante ao longo da história humana. Os primeiros seres humanos tinham necessidades energéticas modestas, principalmente relacionadas aos alimentos e combustível para fogueiras para cozinhar e aquecimento. Na sociedade de hoje, os seres humanos consomem mais de 110 vezes mais energia por pessoa do que os primeiros seres humanos. A maior parte da energia que usamos hoje vem de combustíveis fósseis (energia solar armazenada). Mas combustíveis fósseis têm uma desvantagem por não serem não-renováveis na escala de tempo humana e por provocar outros efeitos potencialmente prejudiciais para o ambiente. Em qualquer caso, a exploração de todas as fontes de energia (com a possível exceção de energia solar direta usada para aquecimento), em última análise, dependem de materiais no planeta Terra.

O conhecimento como ferramenta para mediar o homem com a natureza pode dar aos nossos estudantes e professores condições para que selecionem, em meio ao grande volume de informações que é veiculado nos meios de comunicação, sem critérios ou valores explícitos, as relevantes, o que lhes permitiria adotar posturas significativas em relação ao meio ambiente. Assim, o conhecimento sobre o uso racional da energia deve ser entendido como uma ferramenta para a avaliação dos vários processos energéticos estabelecidos em uma sociedade. Essa avaliação pode ser feita em diversos níveis sociais e políticos: nos governos federal, estaduais e municipais, nas comunidades, nas universidades, nas escolas e, principalmente, no uso individual de energia. É a composição desses níveis de análise que leva a uma compreensão mais ampla dos problemas acarretados

pelo consumo irracional de energia, como o feito em países com consumo desregrado de combustíveis fósseis.

A compreensão de que os princípios ligados a um uso racional da energia não dependem exclusivamente de uma fonte primária de energia (fóssil, nuclear, elétrico etc.) é função de uma educação que parta de recortes na complexidade da realidade, mostrar casos particulares e suas relações com recortes mais amplos, que incluam mais elementos da realidade sócio-política-ambiental. Assim é possível estabelecer critérios comparativos entre os tipos de fontes energéticas levando-se em consideração as unidades consumidoras associadas.

Aproveitando o caráter interdisciplinar do tema uso racional da energia, Dias e Balestieri apresentaram um estudo para avaliar o impacto no consumo de petróleo e na emissão de dióxido de carbono (CO₂) de veículos de transporte, que foi publicado em 2006 no artigo Um exercício de uso racional da energia: o caso do transporte coletivo, no Caderno Brasileiro de Ensino de Física. O estudo se caracterizou pela comparação desses parâmetros de impacto no caso do transporte de passageiros em veículo particular e coletivo e torna claro diversos elementos que estão em jogo na escolha dos meios de transporte em centros urbanos, mostrando que as escolhas atualmente feitas, em muitas cidades, não levam em consideração critérios racionais para o consumo de energia. Esta compreensão deve ser levada a qualquer nível de ensino, seja ele fundamental, médio ou superior, se desejamos alterações de atitudes dos estudantes.

Partindo de um estudo criterioso, que levou em conta o consumo bruto de petróleo por quantidade de passageiros por quilômetro, os autores concluíram que o uso do ônibus como transporte de massa é muito mais econômico e menos poluente que o automóvel, considerando que o transporte rodoviário em território brasileiro tem sido uma opção no projeto de desenvolvimento econômico deste país. Embora isso talvez já seja senso comum, provavelmente, você ainda não pensou sobre todas as variáveis envolvidas na conclusão dos autores. Para chegar à conclusão de que o ônibus é melhor opção para transporte de massa que o automóvel os autores analisaram o consumo específico de petróleo por cada tipo de veículo; o consumo de combustível por passageiro; a emissão de poluentes na atmosfera por cada um dos dois tipos de veículo etc.

Assim, vale à pena ler um pouco mais sobre esse último artigo; melhor, sobre todos os textos discutidos nessa aula. Quem sabe você e seus colegas não apresentem um texto ainda mais interessante sobre algo que faça relação entre Física e Sustentabilidade?

CONCLUSÃO

A abordagem em sala de aula de temas transversais, que tratem sobre questões importantes para a sociedade, é também responsabilidade do professor de física do ensino médio. Os temas escolhidos e a forma de abordá-los devem considerar a faixa etária e a formação da turma. Para a disciplina física, temas como sustentabilidade da vida no planeta Terra, recursos energéticos, consumo energético, novas tecnologias, por exemplo, podem partir do interesse dos alunos e suscitar importantes debates em sala de aula, assim como a contextualização de assuntos da disciplina. A discussão desses temas é também muito importante para a formação de opinião e para a desmistificação de conceitos errôneos.



RESUMO

De acordo com os PCN, os temas transversais devem ser abordados nas diferentes disciplinas do Ensino Médio, considerando-se os objetivos, conteúdos e orientações didáticas dessas disciplinas. A abordagem dos temas transversais possibilita aos alunos uma discussão sobre os valores assumidos pela sociedade e a construção de critérios para a escolha pessoal. Atualmente, é consenso que o desenvolvimento sustentável deve ser buscado; por isso, deve-se lembrar que a física pode contribuir de forma importante para o campo interdisciplinar de apropriação de tecnologia. Foram apresentados nesta aula exemplos de atividades e estratégias para o desenvolvimento de temas e projetos nas aulas de física que tratem de apropriação tecnológica e de reflexões sobre desenvolvimento sustentável.



ATIVIDADES

1. Apresente a sugestão de um tema transversal para discussão nas aulas de física no ensino médio. Vale aprofundar um dos temas ou textos estudados na nossa aula de hoje.
2. Faça um plano de aula para a abordagem do tema escolhido, definindo a organização do conteúdo a ser abordado e a bibliografia que será utilizada como fundamentação teórica. Uma dica: no endereço eletrônico <http://scholar.google.com.br/> você poderá encontrar diversos textos que poderão lhe auxiliar na preparação da fundamentação da aula.
3. Apresente o seu plano e justificando-o.

4. Após discutir com seus colegas de turma, escolham um dos temas apresentados e proponham uma atividade conjunta que possa ser desenvolvida em uma turma do ensino médio.

COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

A leitura regular sobre temas atuais, mesmo que não necessariamente vinculados à física, poderá trazer muitas boas ideias para a inserção de temas transversais em sala de aula. É muito importante, porém, que a abordagem seja planejada, para que o professor esteja preparado para apresentar roteiros, perguntas e respostas pertinentes ao tema. Quando o tema for uma sugestão dos alunos, se o professor acha que ainda não tem conhecimentos suficientes sobre tal tema, deverá buscar essas informações ou considerar deixar a abordagem para outro momento. Bons estudos!



PRÓXIMA AULA

Na próxima aula trataremos do tema Física e Esportes, que pode ser um bom tema interdisciplinar para abordar no ensino médio e, se entendemos que o esporte desempenha um importante papel social, este poderá ser também um tema transversal.

REFERÊNCIAS

- BRASIL, Ministério da Educação e do Desporto. Parâmetros Curriculares Nacionais – Terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: documento introdutório. Brasília: SEF/MEC, 1998
- CLARK, W. C. Sustainability Science: A room of its own”, The National Academy of Sciences of the US. v. 104, no. 6, 1737–1738, 2007.
- DIAS, R. A.; BALESTIERI, J. A P. Um exercício de uso racional da energia: o caso do transporte coletivo. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 23, p.7-25, 2006.
- CLARION, P.A. Teaching Physics Using Appropriate Technology Projects. The Physics Teacher, v. 45, 164-167, 2007.
- SOLANGI, K.H., ISLAM, M.R., SAIDUR, R., RAHIM, N.A., FAYAZ, H. A review on global solar energy policy. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 15, 2149-2163, 2011.