

Atividades educacionais em mecânica clássica pautadas nas relações CTSA e no ensino por investigação

RESUMO

Diante das controvérsias sociocientíficas atuais, compreendendo perspectivas de desenvolvimento sustentável, questiona-se o modelo tradicional de ensino, pautado em memorização acrítica de conteúdos. Demandam-se abordagens metodológicas que viabilizem a análise, discussão e ação em questões envolvendo as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Nesse cenário, neste relato de experiência, com abrangência de pressupostos de Ensino por Investigação, objetiva-se analisar evidências de apropriação de conhecimentos científicos e tecnológicos por parte de discentes, com inferências sobre características e condições de desenvolvimento de aulas de Física. Este trabalho envolve ações do Programa de Residência Pedagógica, desenvolvidas entre os meses de março e agosto de 2019, em instituição pública da cidade de Curitiba, Paraná. As análises incidem sobre atividades com estudantes de Ensino Médio de 1º ano, em aulas regulares, e de 3º ano, em projeto especial, direcionado ao desenvolvimento de protótipo de usina hidrelétrica a ser utilizado como recurso didático na disciplina de Física. Em modalidade regular, apresentam-se exemplares analíticos, concernentes a duas atividades, uma envolvendo notícia da região sobre ciclovias e energia cinética e outra sobre análise de colapso de uma cama; essas ações demandaram problematização e avaliação de causas e consequências subjacentes a situações reais. O conjunto de dados examinados compreende relatórios elaborados por residente e trabalhos produzidos por discentes; esses materiais foram analisados em referência a elementos de Análise de Conteúdo. As atividades educacionais vinculadas a relações CTSA e Ensino por Investigação viabilizaram aos estudantes reconhecer aspectos concernentes à produção e utilização de ciência e tecnologia. As associações entre conteúdos de Física e aspectos contextuais evidenciadas representam indícios de apropriação de conhecimentos científicos e tecnológicos. Cabe ainda destacar perspectivas motivacionais subjacentes a essa abordagem. No que concerne às aulas de Física, destaca-se a importância da viabilização de condições para exame aprofundado de temas atuais e controversos, que demanda tempo de estudo e preparação de atividades, assim como de estruturas físicas para desenvolvimento de ações nos espaços escolares.

PALAVRAS-CHAVE: Educação. Ensino de Física. Atividades de Ensino-Aprendizagem.

Igo Levir Souza Rabelo

igo@alunos.utfpr.edu.br

orcid.org/0000-0001-8570-8806

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Curitiba, Paraná, Brasil.

Noemi Sutil

noemisutil@utfpr.edu.br

orcid.org/0000-0003-3095-3999

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Curitiba, Paraná, Brasil.

Marina de Lurdes Machado

marinalurdes2012@gmail.com

orcid.org/0000-0002-8082-9104

Secretaria de Estado da Educação (SEED), Curitiba, Paraná, Brasil.

INTRODUÇÃO

As demandas educacionais envolvendo o ensino de ciências têm se apresentado emergentes, visto que o ensino tradicional pautado único e exclusivamente no livro didático tornou-se insuficiente. Esse modelo privilegia apenas a capacidade dos alunos de resolver exercícios e, principalmente, a aplicação de algoritmos já conhecidos. Por outro lado, as habilidades necessárias para solução de problemas reais são deixadas de lado (OLIVEIRA; ARAÚJO; VEIT, 2017).

Do mesmo modo, faz-se necessário viabilizar o contato dos estudantes com temas relevantes na sociedade, de forma a promover o desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo, pois, analisando o contexto econômico, político e ambiental da atualidade, percebe-se a presença de grandes desafios a serem enfrentados. Entre estes, destaca-se o desenvolvimento sustentável, tendo em visto o aumento da demanda energética no mundo e a redução da disponibilidade de recursos naturais.

Dentro deste contexto, destaca-se o ensino mediado pelas relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), vinculado à meta de formação dos discentes de maneira contextualizada e integrada a partir desses quatro pilares. O caráter interdisciplinar dessa abordagem permite que o professor supere a racionalidade do ensino tradicional, viabilizando assim, a articulação entre conteúdos específicos das diversas áreas do conhecimento, as quais, comumente, aparecem combinadas ao se discutir temas sociocientíficos. (MARTÍNEZ PÉREZ, 2012).

Nesse panorama, a partir dos registros obtidos com este trabalho, objetiva-se analisar evidências de apropriação de conhecimentos científicos e tecnológicos por parte dos discentes, assim como indícios de melhorias nas aulas de física com a introdução do Ensino por Investigação, perpassando a problematização de relações CTSA. Este trabalho se refere a relato de experiência com ações desenvolvidas no âmbito do Programa de Residência Pedagógica de Física. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

PRESSUPOSTOS DE EDUCAÇÃO CTSA

O enfoque CTSA envolve objetivo de emancipação dos sujeitos ao propiciar a eles problematizar ciência e tecnologia e participar de seu questionamento público, engajando-se na construção de novas formas de vida e de relacionamento coletivo. A ciência e a tecnologia são compreendidas como atividades humanas inseridas em múltiplas controvérsias e incertezas, exigindo dos cidadãos um posicionamento crítico de seus impactos e alcances. (MARTÍNEZ PÉREZ, 2012)

Por outro lado, Santos (2008), situando o movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), expressa como objetivo transformar a concepção excludente da ciência e da tecnologia, de modo que se volte à justiça e à igualdade social. Assim, o autor propõe uma abordagem humanística para o ensino de ciências, em conformidade com a educação libertadora de Paulo Freire.

Nesse cenário, a abordagem CTSA configura-se como viés com potencialidade de promover uma educação dialógica, pautada no protagonismo do estudante. Martínez Pérez (2012) destaca a abordagem de aspectos científicos importantes e controversos na sociedade atual no domínio da sala de aula com questões envolvendo energias alternativas, aquecimento global, poluição, transgênicos etc.

Neste trabalho, utiliza-se no escopo de temas controversos, a produção e uso de energias renováveis, assim como, discussões acerca do aquecimento global. Esses temas, além de serem contemporâneos e controversos e de significativa importância no mundo, viabilizam a abordagem de conteúdos de Física, em que se situa o estudo da Mecânica.

ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Se por um lado é importante trazer para sala de aula temas de ampla discussão na sociedade, também, faz-se necessário que os estudantes utilizem os conhecimentos adquiridos em ciências para desenvolver argumentação pertinente à perspectiva científica. Nesse sentido, além da abordagem CTSA, este trabalho abrange Ensino por Investigação, associado à mobilização de senso analítico, crítico e a criatividade dos estudantes diante de questões problemas que lhes são apresentadas. Busca-se assim identificar causas, elaborar e testar hipóteses, e formular explicações para tais indagações.

Dessa forma, os alunos podem, por exemplo, avaliar com mais precisão as condições de obtenção de dados de uma notícia, além de apresentar contra evidências, fazer inferências a respeito do tema em debate e avaliar como tais informações influenciam a sociedade. Nessa concepção, o ensino de ciências precisa estar associado ao âmbito social. Carvalho (2013, p. 10), de posse da teoria piagetiana, argumenta que:

[...] é importante partir de um problema para o início da construção do conhecimento. Ao trazer esse conhecimento para o ensino de sala de aula, esse fato – propor um problema para que os alunos possam resolvê-lo – vai ser o divisor de águas entre o ensino expositivo feito pelo professor e o ensino em que proporciona condições para que o aluno possa raciocinar e construir seu conhecimento.

Outro ponto importante a se considerar nessa perspectiva refere-se ao conhecimento prévio que os alunos possuem, adquirido a partir da sua experiência cotidiana, fato que suscita a necessidade do processo de ensino ser muito mais dinâmico e democrático (SCARPA; SASSERON; SILVA, 2017). Essa abordagem metodológica pressupõe a realização de algumas etapas didáticas. Tais etapas, conforme Schiel e Orlandi (2009), são sintetizadas no Quadro 1, a seguir.

Quadro 1 – Etapas da atividade investigativa

Etapa	Descrição
Problematização	Apresentação e problematização das questões ou situações problema que serão estudadas.
Levantamento de hipóteses	Os alunos realizam preliminarmente um levantamento de possíveis causas suscetíveis de explicar ou viabilizar o processo investigativo em torno da situação problema.
Investigação	De posse das hipóteses levantadas na etapa anterior, os alunos, preferencialmente em grupos, testam/confrontam a resposta/descoberta/experimento formulada(o) para resolver a situação problema. Caso as hipóteses não deem conta de resolver a situação problema, os alunos propõem atividades em busca de respostas, por exemplo, saída a campo, observação de fenômenos, pesquisas em livros, entrevistas entre outros.
Conclusão	Os alunos apresentam os resultados obtidos com as pesquisas. Cabe ao professor reunir as diversas opiniões, viabilizar a comparação dos resultados e fomentar a discussão e reflexão por parte dos alunos, de forma a ampliar o conhecimento.

Fonte: Adaptado de Schiel e Orlandi (2009).

Destaca-se, ainda, que todos os estágios podem e devem envolver registros, seja através de textos, desenhos, gráficos, modelagem etc. Estes por sua vez podem ser individuais, coletivos e, inclusive, do professor. Isso facilitará a análise e comparação dos dados, assim como a confrontação de resultados.

METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado sob o contexto do Programa de Residência Pedagógica, no qual fizeram parte: licenciando, professor orientador de Ensino Superior e professor preceptor de Educação Básica. As ações descritas neste trabalho foram desenvolvidas em colégio público de Educação Básica da cidade de Curitiba, Paraná, com estudantes do 1º e 3º ano do Ensino Médio, durante os anos de 2018 e 2019. As atividades educacionais desenvolvidas em sala de aula foram situadas entre os meses de março a agosto de 2019.

A estruturação das ações se deu através da elaboração de uma proposta de ensino, com apreciação dos professores: orientador e preceptor. A definição do tema ocorreu após observação e reconhecimento da instituição escolar, organização curricular e plano de trabalho docente, assim como de características dos alunos. Inicialmente, houve a leitura e análise de referenciais teóricos, seguido de ambientação no espaço escolar, abrangendo acompanhamento de aulas de professor preceptor.

Após o reconhecimento da estrutura física e organizacional da escola, constatou-se que a mesma possuía salas de: atendimento para alunos com altas habilidades; atendimento de alunos com necessidades educacionais especiais; multimídia; recursos. Além disso, contava com laboratório de Física, Química e Ciências. Apesar do laboratório de Física não estar funcionando, nota-se que o colégio dispunha de recursos físicos capazes de atender às necessidades educacionais do seu público.

Tendo em vista tal realidade e, por meio de diálogo com o professor preceptor e profissionais da escola, optou-se por realizar uma parte da carga horária de regência com a articulação de projeto extraclasse com alunos de altas habilidades. Sendo assim, foi realizado um conjunto de atividades com dois alunos do 3º ano do Ensino Médio; esses discentes já realizavam atividades dessa natureza em contraturno na sala de recursos da escola, com objetivo de confeccionar materiais de apoio didático e pedagógico para os professores e alunos da escola, em especial, produtos para uso nas aulas de Física.

Diante da viabilidade, o residente propôs a construção de um protótipo de usina hidrelétrica, tendo em vista a possibilidade de, por meio desse projeto, trabalhar conceitos de Física, abordar aspectos relacionados à geração e consumo de energia elétrica, propor desafios reais aos alunos com altas habilidades e desenvolver um recurso didático para o colégio. O protótipo descrito neste trabalho teve como base o artigo: “Um modelo de usina hidroelétrica como ferramenta no ensino de Física”, de Teixeira, Muramatsu e Alves (2017), que apresenta uma proposta de construção de um modelo interativo de usina hidrelétrica com materiais de baixo custo. Foram abordados conteúdos concernentes à energia cinética de translação e rotação e hidrodinâmica. Destaca-se que devido a problemas com o laboratório de Física no colégio, os trabalhos foram realizados em espaço fora da mesma, que dispunha de ferramentas, equipamentos e materiais necessários à execução do projeto.

Paralelamente ao desenvolvimento do projeto, o residente atuava em sala de aula junto com o professor preceptor em duas turmas de 1º ano. Nesse contexto, a abordagem partiu de problematizações envolvendo o aquecimento global e uso de fontes de energia renováveis. Inicialmente, com o objetivo de verificar o conhecimento prévio dos estudantes, algumas perguntas de natureza investigativa foram feitas como, por exemplo: o que é energia? Há mais de um tipo de energia? Será que é possível transformar energia em algo? Essas perguntas foram importantes, para verificar o conhecimento prévio dos estudantes e viabilizar espaço para participação, posicionamento crítico, argumentação e descontração.

A partir dessa introdução, foi possível verificar que os alunos possuíam o conceito de energia elétrica estabilizado em sua estrutura cognitiva. Apesar de alguns alunos fazerem menção a outros tipos de energia, uma parcela significativa da turma associava este conceito amplo a apenas uma de suas formas, a saber, energia elétrica. A problematização também foi mediada com a apresentação de vídeos, dentre eles, destaca-se o documentário: “Construindo o futuro – A Solução é Energia Renovável”, produzido pelo Discovery Science. Foram levantadas questões como uso de combustíveis fósseis, poluição, aquecimento global, recursos naturais e o papel da ciência e tecnologia no desenvolvimento sustentável.

Nesse processo, ressalta-se, ainda, a adaptação da estrutura curricular prevista no plano de trabalho docente. Tradicionalmente, inicia-se o estudo da Mecânica Clássica por meio da Cinemática, seguido da Dinâmica até chegar às leis de conservação. Porém, para essa proposta de ensino, houve uma mudança significativa na ordem cronológica de abordagem dos conteúdos, assim como na metodologia de ensino. Iniciou-se com o estudo da energia, de forma que os

temas comumente abordados no início do ano em Cinemática foram apresentados conforme a necessidade foi surgindo.

O foco do trabalho foi aproximar os conceitos físicos à realidade dos alunos, considerando aspectos científicos e críticos. No contexto de problematização de energia, foi proposta investigação sobre tecnologias relacionadas a espaços urbanos. Dentre elas, destacou-se a ciclovia que transforma energia proveniente da vibração produzida sobre o piso por bicicletas e pedestres em eletricidade. Nessa atividade, foi apresentado o trecho de uma notícia a respeito do tema Sustentabilidade retirada do *site* catracalivre.com.br, apresentado a seguir.

A comemoração dos 110 anos da imigração japonesa no Brasil tem iluminado os caminhos da eletricidade limpa em Curitiba. Desde o mês passado, a prefeitura testa um projeto de ciclovia que gera energia a partir da vibração produzida sobre o piso por bicicletas e pedestres. A tecnologia foi desenvolvida por uma empresa do Japão e fornecida de graça para a prefeitura da capital paranaense. (CATRACA LIVRE, 2019)

Por meio do trecho, foram discutidos aspectos a respeito de sustentabilidade, conservação da energia, e também da formulação física da energia cinética. Ao final da aula, solicitou-se que os alunos propusessem uma máquina ou processo capaz de realizar a transformação de diferentes formas de energia, levando em consideração a sua aplicação e impacto na sociedade. Além dessa atividade, destaca-se neste trabalho a inserção de situação problema real envolvendo a análise da ruptura de uma cama, na qual os alunos tiveram que elaborar um relatório “técnico” apontando a(s) causa(s) do colapso da cama.

Os diálogos e problematizações ocorridos durante as aulas compuseram relatórios escritos, os quais em conjunto com trabalhos produzidos por discentes integram os materiais analisados neste trabalho. Essas produções foram analisadas em referência a elementos de Análise de Conteúdo (BARDIN, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na apresentação de exemplares de análise, o residente é identificado com a letra “R” enquanto os alunos são designados por “A” seguido de um número (exemplo: A1). O primeiro episódio de análise se refere à atividade acerca de ciclovia que utiliza energia cinética. No que concerne ao estudo da energia no cotidiano, no Quadro 2, a seguir, representam-se expressões sobre energia.

Quadro 2 – Expressões sobre energia

Indivíduo	Diálogo
R	O que é energia?
A1	É algo relacionado com força. Quanto mais energia mais força.
A2	Eu acho que energia é uma espécie de combustível.
A3	Existem vários tipos, a mais comum é elétrica.
R	Vocês já viram na embalagem de algum alimento a descrição do valor energético? O que significa dizer que tal alimento fornece 5000 calorias de energia?
A4	Eu já vi, mas eu acho que isso é a quantidade de gordura presente no

Indivíduo	Diálogo
	alimento, certo?
A2	É a energia que ele fornece para o corpo.
R	Vocês tomaram café antes de vir para a escola? Se sim, como vocês acham que estariam se não houvessem tomado, ou seja, qual a diferença entre tomar café e ficar sem tomar de manhã?
A1	Sim. Se eu não tivesse tomado eu estaria bem fraco.
A5	O nosso corpo precisa de energia, e quem fornece energia para o nosso corpo são os alimentos.
A4	Professor, a energia neste caso depende de cada alimento?
R	Sim. Cada alimento possui uma quantidade específica de energia. Essa energia pode ser medida tanto em caloria como em joule. Inclusive, vocês notaram neste exemplo uma relação entre energia e movimento, ou seja, a realização de um esforço físico?
A4	Sim.
R	Pois bem, na física é comum a gente se referir à realização de um esforço como sendo um trabalho realizado por alguma força. Neste caso, poderíamos dizer que uma parte da energia que vocês forneceram ao corpo por meio dos alimentos se transformou em trabalho, devido à força que vocês tiveram que fazer para chegar até à escola.
R	A energia que os alimentos fornecem é de origem química, pois depende da composição de cada alimento.

Fonte: Autoria própria (2019).

Nessa situação, os alunos demonstraram possuir uma boa noção a respeito da manifestação dessa grandeza denominada energia, no caso específico, em um contexto envolvendo alimentos. Resgatar essa percepção própria dos alunos é importante para situá-los diante de conteúdos supostamente novos. Destaca-se também que foram realizados outros questionamentos.

Em termos de abordagem de energia cinética a partir de aplicações tecnológicas, outro diálogo estabelecido com a turma ocorreu no momento de introduzir o conceito de energia cinética. O Quadro 3 expressa parte desse diálogo.

Quadro 3 – Expressões sobre energia cinética e ciclovias

Indivíduo	Diálogo
R	Vocês observaram no exemplo dos alimentos da primeira aula que é possível transformar a energia de uma forma para outra?
A1	Sim.
A2	Sim professor.
R	Eu vou mostrar para vocês outro exemplo no qual ocorre transformação de energia. Para isso, eu vou apresentar o trecho de uma matéria sobre sustentabilidade que eu retirei de um <i>site</i> .
R	Primeiramente, vocês conseguiram observar os tipos de energia envolvidos no funcionamento do aparelho?
A3	Sim, tem energia elétrica.
A4	Energia elétrica e do movimento do ciclista.
A5	O ciclista pedalando transfere energia ao passar pela placa, é tipo aqueles dínamos de bicicleta, professor.

Indivíduo	Diálogo
R	Ok pessoal, vocês estão certos. Mas será que são apenas esses dois tipos que estão envolvidos?
A3	Eu acho que sim professor.
R	O que o ciclista precisa para ter energia suficiente para pedalar?
A6	Força.
R	Ok. Mas vocês concordam que se ele não comer, ele não terá força suficiente para pedalar por longas distâncias?
A6	Sim, é verdade.
R	Portanto, será que há energia química nesse processo?
A2	Sim professor. A energia química está no ciclista.
R	Exato, além disso, ao pedalar o ciclista fica suado, isso ocorre porque a temperatura do seu corpo aumenta. Portanto, o ciclo de conversão é o seguinte: energia química é convertida em duas outras formas, no caso energia de movimento e térmica, a energia cinética por sua vez é transformada em elétrica.

Fonte: Autoria própria (2019).

Durante essas aulas, buscou-se apresentar as equações de maneira investigativa e intuitiva. A equação da energia cinética foi apresentada levando em consideração a seguinte problematização, representada no Quadro 4.

Quadro 4 – Expressões sobre equação de energia cinética

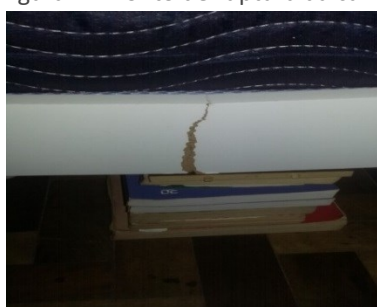
Indivíduo	Diálogo
R	A energia associada ao movimento do ciclista é chamada de energia cinética, ela está presente sempre que há movimento. Como será podemos quantificar essa energia? Faz diferença se o ciclista estiver pedalandando rápido ou devagar?
A2	Se ele estiver muito rápido, não vai ser possível pegar a sua energia, porque ele vai passar muito rápido.
A1	Eu acho que não faz diferença, o que importa é passar pela placa.
A3	Eu acho que quanto mais rápido, mais movimento ele terá e mais energia.
R	Certo, temos algumas afirmações diferentes. E quanto à estatura do ciclista, será que faz diferença? Quero dizer, será que há diferença se a pessoa tiver bastante ou pouco massa?
A4	Eu não tenho certeza, mas eu acho que não faz diferença.
A5	Professor, se ele tiver mais massa vai pedalar mais devagar?
R	Quanto maior for a sua massa, mais força ele vai ter que fazer para aumentar a velocidade da bicicleta, concordam? Além disso, se ele precisar fazer mais força, precisará de mais energia.
R	Sendo assim, vocês concordam que existe uma certa dependência da energia cinética com a massa e a velocidade do corpo?
A1	É verdade. Então se ele estiver mais rápido, ele vai ter mais energia?
R	Sim. Por esse motivo, dizemos que a energia cinética é proporcional à massa e velocidade. Se aumentarmos um ou outro, a energia também aumenta. Assim, mesmo a gente ainda não conhecendo a equação da energia cinética, massa e velocidade não podem aparecer como uma divisão na equação, concordam?

Fonte: Autoria própria (2019).

No segundo episódio analisado, enfatiza-se o estudo das leis de Newton a partir de uma situação problema. Para o desenvolvimento dessa atividade, foi considerada uma situação problema envolvendo a análise da ruptura da estrutura de uma cama, pertencente ao próprio residente, em que se verificou ser possível explicar o ocorrido a partir de argumentos físicos, em particular, utilizando as leis de Newton.

A cama quebrou exatamente na mediana do seu comprimento no momento em que o usuário deitou para dormir. Uma imagem do ponto de ruptura é apresentada a seguir na Figura 1:

Figura 1 – Ponto de ruptura da cama



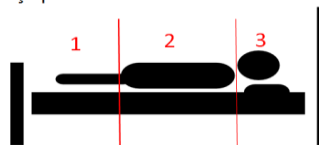
Fonte: Autoria própria (2019).

Diante dessa situação, elaborou-se uma proposta de atividade investigativa tendo como objetivo formular hipóteses ancoradas em pressupostos físicos para explicar o colapso da cama. Após apresentar o problema para os estudantes, foi colocada a seguinte pergunta: a cama do rapaz quebrou porque não foi projetada para suportar o peso dele, ou porque ele exerceu mais força do que a cama poderia suportar no ponto de contato? Para justificar a abordagem e resolução desse problema, os alunos foram convidados a analisá-lo sob duas perspectivas, primeiro em relação ao cliente que comprou a cama, e segundo sob o ponto de vista do fabricante, que precisa descobrir o mais breve possível as causas do colapso do produto. Eles precisavam determinar, entre outras coisas, se o motivo foi mau uso ou erros de projeto.

Apresentada a situação, foram discutidos com os alunos os principais pontos passíveis de análise, como, por exemplo: qual a função dos parafusos de uma cama? Quais as características físicas que a madeira utilizada para fabricação deve obedecer? Existe alguma relação entre a força que o usuário exerce quando está sentado, deitado ou em pé na cama? Existe diferença entre os três casos? Colocadas essas indagações, os alunos começam a discutir entre si e fazer outras perguntas. Destacam-se aqui algumas questões levantadas pelos alunos: qual o tipo de madeira da cama? Qual a massa do colchão? A cama quebrou apenas de um lado ou dos dois? Nota-se com isso, processos de problematização e envolvimento dos alunos. Partindo para análise da estrutura da cama, buscou-se chamar atenção dos alunos para a necessidade de distribuir a força que o usuário exerce quando está deitado na mesma, sendo assim, na aula foi utilizada como recurso a imagem apresentada na Figura 2 a seguir:

Figura 2 – Esquema envolvendo força peso e corpo humano

Em qual parte do corpo você acha que a força peso é maior?



Fonte: Autoria própria (2019).

Como resultado de questionamento, os alunos responderam quase que de forma unânime que na região 2 a força peso era maior, devido à massa ser maior. Diante do argumento, o residente fez a seguinte pergunta: será que a região central da cama é mais “forte” que as outras? O intuito dessa indagação era mostrar que independente da força exercida pelo usuário, a estrutura da cama é projetada de forma a distribuí-la igualmente. Para justificar os questionamentos feitos durante a aula, o residente utilizou a 2ª lei de Newton. Por fim, a solução para a situação problema deveria ser apresentada a partir da elaboração de um relatório escrito pelos alunos, em caráter de laudo técnico, justificando por meio de argumentos científicos o(s) motivo(s) que levaram ao ocorrido.

A partir da análise dos relatórios elaborados pelos alunos, constatou-se a presença de argumentos de natureza investigativa e embasamento científico, demonstrando assim maior apropriação dos conteúdos por parte dos discentes. Destaca-se, ainda, o posicionamento crítico e relevante dos mesmos, tendo em visto que as ponderações levantadas refletiram maior valorização e significado aos conteúdos. Por fim, cabe salientar que nessa atividade todas as etapas apresentadas no Quadro 1 foram contempladas.

Destacam-se, ainda, neste trabalho, análises sobre conjunto de atividades realizadas com os alunos de altas habilidades em projeto com desenvolvimento de protótipo de uma usina hidrelétrica. Dentre os resultados obtidos, salienta-se o engajamento desses alunos. Em vários momentos os alunos tiveram que recorrer a aspectos teóricos para analisar estratégias de aperfeiçoamento, utilização de materiais, viabilidade econômica, funcionamento e aplicabilidade do projeto sob o ponto de vista técnico e educacional. De acordo com o relato desses alunos, a estrutura das aulas tradicionais não os motiva, pois em grande parte transmitem apenas informações conhecidas e estabilizadas, ou seja, ignoram a necessidade que se tem de estabelecer desafios cognitivos ao educando.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As experiências relatadas neste trabalho consubstanciaram oportunidades de significativa importância no âmbito da formação docente. O Ensino por Investigação se apresenta como abordagem metodológica promissora nas aulas de ciências. Por outro lado, verificou-se que a carga horária disponível para a disciplina de Física é insuficiente para essa abordagem. Nesse sentido, ressaltam-se as extensas listas de conteúdos previstos conforme instâncias de planejamento oficiais e a demanda de tempo para tais atividades, tanto em sala de aula como em termos de preparação das ações.

Quanto às questões envolvendo a abordagem CTSA, o tema associado a energias renováveis viabilizou o estudo concernente às leis de conservação e permitiu a discussão a respeito de impactos socioambientais. Perpassou, também, a formação de percepção dos estudantes sobre pertencimento e necessidade de ações no que se refere às questões controversas contemporâneas. Cabe, ainda, salientar, com base em relatos dos estudantes durante as aulas, que as atividades desenvolvidas envolveram caráter de motivação.

Educational activities in classical mechanics based on STSE relations and inquiry-based teaching

ABSTRACT

Given the current socio-scientific controversies, including perspectives of sustainable development, the traditional teaching model, based on uncritical memorization of contents, is questioned. Methodological approaches are required to enable analysis, discussion and action on issues involving the relationships among Science, Technology, Society and Environment (STSE). In this scenario, this experience report, within the scope of Inquiry-based Teaching assumptions, we aim to analyze evidence of appropriation of scientific and technological knowledge by students, with inferences about characteristics and conditions of development of Physics classes. This work involves actions of the Pedagogical Residency Program, developed between March and August 2019, in a public institution in the city of Curitiba, Paraná. The analysis focus on activities with High School students in the first year, in regular classes, and in the third year, in a special project, directed to the development of a hydroelectric plant prototype to be used as a didactic resource in the Physics discipline. In regular domain, analytical examples are presented, concerning two activities, one involving local news about bicycle paths and kinetic energy and the other about a collapse analysis of a bed; these actions demanded problem-posing and analysis of causes and consequences underlying real situations. The data examined set includes resident reports and student work; these materials were analyzed with reference to Content Analysis elements. The educational activities related to STSE relations and Inquiry-based Teaching enabled the students to recognize aspects concerning the production and use of science and technology. The evidenced associations between Physics contents and contextual aspects represent evidence of appropriation of scientific and technological knowledge. It is also worth highlighting the motivational perspectives underlying this approach. With regard to Physics classes, the importance of enabling conditions for in-depth examination of current and controversial topics is highlighted, which requires time for study and preparation of activities, as well as physical structures for the development of actions in school spaces.

KEYWORDS: Education. Physics teaching. Teaching-Learning activities.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro.

REFERÊNCIAS

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2009.

CARVALHO, A. M.P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P.; OLIVEIRA, C. M. A.; SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H.; SEDANO, L.; SILVA, M. B.; CAPECCHI, M.C. V. M.; ABIB, M. L. V. S.; BRICCIA, V. **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013, p. 1-20.

CATRACA LIVRE. **Ciclovía que gera energia é implantada em capital brasileira**. Disponível em: <https://catracalivre.com.br/parceiros-catraca/as-melhores-solucoes-sustentaveis/ciclovía-que-gera-energia/>. Acesso em: 19 set. 2019.

MARTÍNEZ PÉREZ, L. F. Ensino de ciências com enfoque ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA) a partir de questões sociocientíficas (QSC). **Questões sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia e formação de professores**. São Paulo: Editora UNESP, 2012, p. 55-61.

OLIVEIRA, V.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Resolução de problemas abertos no ensino de física: uma revisão da literatura. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 39, n. 3, p. e3401-17, 2017.

SANTOS, W. L. P. Educação Científica Humanística em Uma Perspectiva Freireana: Resgatando a Função do Ensino de CTS. **Alexandria**, Florianópolis, v. 1, n. 1, p. 109-131, mar. 2008.

SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H.; SILVA, M. B. O Ensino por Investigação e a Argumentação em Aulas de Ciências Naturais. **Tópicos Educacionais**, v. 23, n. 1, p. 7-27, 2017.

SCHIEL, D.; ORLANDI, A. S. **Ensino de ciências por investigação**. São Carlos: Universidade de São Paulo, Centro de Divulgação e Cultura – CDCC, 2009.

TEIXEIRA, J. N.; MURAMATSU, M.; ALVES, L. A. Um modelo de usina hidrelétrica como ferramenta no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 34, n. 1, p. 248-264, 2017.