

O ensino da Física com base na Pedagogia Inaciana: abordando a cinemática no ensino médio.

O ensino de Física está em constante evolução e, nos últimos anos, os congressos e encontros sobre isso deixam notória a aproximação da disciplina com o tema da sustentabilidade. Em 2017, no Simpósio Nacional de Ensino de Física realizado na USP, o professor Marcos Pires Leodoro, docente da Universidade de São Carlos (UFSCar), ministrou um curso sobre a Abordagem da Tecnologia Social e do Design Sustentável no Ensino de Física. Integrar o tema da sustentabilidade nas aulas de Física da escola média fortalece a cidadania pela educação e contribui para a formação integral dos jovens. A BNCC para o Ensino Médio cita:

No Ensino Médio, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe que os estudantes possam construir e utilizar conhecimentos específicos da área para argumentar, propor soluções e enfrentar desafios locais e/ou globais, relativos às condições de vida e ao ambiente.

A proposta do artigo aqui apresentado visa inserir o tema sustentabilidade no planejamento da componente curricular Física em aulas de mecânica nas escolas da Rede Jesuíta de Educação (RJE). A inserção desse tema é uma diretriz do documento Proposta Educativa Comum (PEC) para os colégios da RJE. Em seu artigo 25, cita:

Nosso modo de oferecer educação de qualidade, entretanto, não se restringe a atingir os índices de ranqueamento em avaliações padronizadas. Nossa finalidade considera mais as demandas pela sustentabilidade ambiental do planeta do que as metas de desenvolvimento econômico viciadas na exploração dos recursos naturais.

“A educação da Companhia de Jesus tem como características afirmar a realidade do mundo e ajudar na formação total de cada pessoa dentro da comunidade humana” (Klein, 2015, p. 108). O quadro curricular das escolas da Companhia de Jesus privilegia as áreas de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias para oferecer suporte de comunicação entre as demais áreas e favorecer a discussão de temas transversais. Temas transversais são trabalhados interdisciplinarmente, tais como: ética, pluralidade cultural, meio ambiente, saúde, orientação sexual, prevenção ao uso de drogas, trabalho e consumo (Proposta Pedagógica, 2014).

Para maior eficácia do meu artigo, procurei utilizar o livro Pedagogia Inaciana: Uma proposta prática, composta de cinco dimensões: Contextualização, Experiência, Reflexão, Ação e Avaliação. Entendo que o trabalho educativo em uma escola da RJE deve partir da realidade dos alunos, de modo que os auxiliem a entrar em contato com o objeto do conhecimento,

Artigo de conclusão de curso.

questionando seu significado e suas implicações. Além disso, pode fazê-los “questionar sobre as mudanças, internas e externas, que serão produzidas, concluindo pela avaliação mais dos processos e do percurso que dos resultados” (KLEIN, 2014, p. 4).

“Os colégios da Companhia de Jesus não têm como objetivo principal formar somente uma pessoa competente academicamente, desejam formar pessoas conscientes, competentes, comprometidas, compassivas” (PEC 2016, p.11). Sendo assim, buscam meios de desenvolver em seus alunos valores para uma vida mais justa. As discussões em sala sobre o tema sustentabilidade ambiental e utilização de recursos naturais são fundamentais na formação integral do jovem. Este artigo visa colaborar com os docentes da disciplina Física da RJE, apontando um caminho para aproximar o ensino da cinemática com o tema meio ambiente.

1. Objeto/problematização

As novas propostas em ensino de Física norteiam que sejam trabalhadas as questões relacionadas ao cotidiano dos alunos e da natureza que os envolve. Desta maneira o professor pode escolher entre o caminho da discussão de conceitos pertinentes à disciplina na aula ou somente quantificar os fenômenos tornando o ensino da física meramente matematizado e sem significado para o estudante.

Estamos cercados de fenômenos naturais cujas explicações a Física se encarrega de estudar e transmitir aos alunos. Ensinar essa ciência dessa maneira ajuda o estudante a compreender melhor o funcionamento do mundo. A questão da sustentabilidade, em defesa da qualidade de vida no planeta, é um tema pertinente à disciplina que pode se encarregar de aprofundar as discussões sobre a intensidade desses fenômenos naturais ao longo dos tempos.

O ensino de Física Moderna no ensino médio é uma demanda trazida inicialmente pelos Parâmetros Curriculares Nacionais publicados pelo MEC em 1999 que já apontavam para essa introdução nos currículos escolares. Em seu documento mais recente, o MEC reforça a necessidade de formação de um aluno capaz de “analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos, redes de informática e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos” (BNCC, 2016, p.545)

Artigo de conclusão de curso.

Fazer essa distinção entre a Física Clássica e a Física Moderna é importante para o aluno compreender que a Física Clássica explica muito bem o mundo a nossa volta, mas a constante evolução dos equipamentos e pesquisas levou a uma nova fronteira de conhecimento a ser explorada pela Física Moderna.

As equações discutidas pela cinemática funcionam muito bem para as velocidades que os seres humanos costumam atingir para se transportar, mas na fronteira da velocidade da luz precisamos da Física Moderna para entender os fenômenos que são observados a essa velocidade. O professor que adotar a estratégia aqui apresentada terá a oportunidade de introduzir essas discussões sobre Física Moderna: no momento inicial da aula, ao solicitar a pesquisa indicada, e no momento final da aplicação desta proposta, ao abrir espaço na aula para conversar sobre as possibilidades de o ser humano atingir a velocidade da luz.

Uma passagem marcante de minha trajetória profissional como professor do Colégio Santo Inácio – Rio de Janeiro aconteceu momentos antes de entrar em sala para minha primeira aula. O Reitor Padre Paulo D'Elboux me chamou para conversar e disse que nesta escola devemos buscar sermos melhores a cada dia buscando a formação integral dos estudantes e que eu deveria me apropriar da pedagogia inaciana.

Nos primeiros meses lecionando na escola tentei buscar com professores mais experientes e na biblioteca do colégio algum livro que me ajudasse a ensinar física baseado na pedagogia inaciana. Encontrei vários livros sobre essa proposta pedagógica, mas nenhum livro específico sobre qualquer disciplina. Neste momento fiquei muito intrigado, como uma instituição centenária no mundo não produziu um material específico sobre sua forma de ensinar para cada disciplina de sua grade curricular?

Entendo que o professor trabalha muito em sala de aula e fora de sala ainda busca tempo para preparar material, correção e elaboração de testes e trabalhos, restando pouco tempo para escrever sobre sua prática ou sua estratégia de ensino de conteúdos em sala de aula. Nesta minha reflexão, apresento neste artigo uma estratégia de abordagem de um conteúdo da Física baseada na pedagogia inaciana e em seu mais recente documento, o PEC.

Artigo de conclusão de curso.

Essa proposta de aula foi aplicada no Colégio Santo Inácio – Rio de Janeiro onde a maioria dos alunos são de classe econômica alta, residem nos bairros mais nobres da cidade, tem acesso à internet em casa e na escola. A carga horária semanal da disciplina é de quatro tempos de aula, sendo três em sala aprendendo a teoria e um tempo semanal no laboratório.

Acredito que essa proposta possa ser aplicada em qualquer escola da RJE e em qualquer outra escola que deseje, lembrando-se sempre de contextualizar os conhecimentos, habilidades e atitudes de acordo com as diferentes realidades com as quais se trabalha. A cinemática é trabalhada no início do estudo dos movimentos na Física obrigatoriamente e este artigo norteia uma possibilidade de integração deste estudo com discussões de Física Moderna e de sustentabilidade e meio ambiente.

2. Objetivos

O objetivo deste artigo é colaborar com o planejamento de Física das escolas da Rede Jesuíta de Educação (RJE), apresentando uma proposta prática de inserção do tema sustentabilidade nas aulas de cinemática. A proposta consiste em:

- a) Fomentar uma discussão em sala de aula sobre sustentabilidade com os alunos, focando o diálogo em uma possível evacuação da Terra para outro planeta. A pergunta norteadora da aula: Como seria possível atingir a velocidade da luz em um veículo espacial?
- b) Questionar a possibilidade de conseguirmos trocar de planeta com facilidade. Quais seriam as variáveis físicas que deveríamos considerar antes de iniciarmos a viagem (duração, distância, quantidade de combustível, comida)?
- c) Tratar da impossibilidade de o ser humano chegar à velocidade da luz em pouco tempo devido à fragilidade de nosso corpo. Questionar com os alunos que nosso corpo não aguentaria acelerações maiores de duas vezes à aceleração da gravidade terrestre por um longo intervalo de tempo.
- d) Abordar em aula os conceitos tradicionais da cinemática tendo como motivador atingir a velocidade da luz em uma nave espacial.
- e) Discutir qual seria a distância necessária para se chegar a tal velocidade e quanto tempo se levaria para isso.

Artigo de conclusão de curso.

- f) Perceber a importância de se cuidar do planeta de modo a garantir a qualidade de vida necessária para os seres humanos, devido à impossibilidade de se realizar essa viagem de evacuação da Terra.

Seguindo essa estratégia pedagógica, os alunos não receberiam uma aula de Física tradicional e sim uma aula na qual teriam uma questão para resolver, aliando os conceitos físicos aprendidos com o tema da sustentabilidade e conscientização de uso dos recursos naturais de modo a garantir a qualidade de vida na Terra. Caso o professor deseje, pode se iniciar uma discussão sobre Física Moderna, apontando formas de se chegar à velocidade da luz que não pela Física Clássica.

3. Justificativa/relevância para o desenvolvimento do projeto

A sustentabilidade é uma questão pertinente ao currículo escolar e deve ser trabalhada por todas as disciplinas da componente curricular. A Física é uma ciência da natureza e tem muito a contribuir com o tema em suas aulas. Os livros didáticos atuais continuam a colecionar problemas que priorizam a resolução matemática em detrimento a explicações dos conceitos e relações com outras áreas de conhecimento. No artigo produzido pelos professores Rodrigo Raposo da Silva e Josenildo Maria de Lima sobre como o tema sustentabilidade é abordado nos livros didáticos de Física, cito:

O Ensino de Física na escola básica se caracteriza como uma atividade complexa. A dificuldade em ensinar e aprender Física de forma compreensível tem como um dos fatores principais os obstáculos epistemológicos gerados pela prática tradicional de ensino que privilegiam os aspectos quantitativos desta ciência, entre os quais podemos citar a memorização e repetição de fórmulas, como também de conceitos considerados como verdades absolutas. Essa visão errônea da concepção do ensino de Física que se configura na tradição das práticas escolares, também constitui obstáculo na aplicação de métodos de ensino que visam discutir em âmbito escolar temas como novas tecnologias e mudanças ambientais relacionadas com a ciência Física. (2011, p.2)

A proposta apresentada neste artigo vem colaborar com o ensino da cinemática na fronteira da velocidade da luz, explicando aos alunos sobre a impossibilidade de se chegar a essa velocidade com os limites físicos e frágeis do corpo humano. Nessa direção, inclui discussões em aula sobre cuidados com o planeta, questões sobre preservação ambiental, produção de lixo e outros tópicos que levem o aluno a refletir e se conscientizar de seu lugar no mundo.

4. Desenvolvimento do referencial teórico

De acordo com David Rothschild (2007, p.145), todos podem fazer a sua parte para diminuir a degradação do planeta, sem se intimidar com a sua dificuldade. A soma de pequenas ações, multiplicadas por milhões de pessoas no mundo, leva a efeitos positivos fundamentais. A Educação Ambiental se faz indispensável, por:

Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade. (Política Nacional de Educação Ambiental - Lei nº 9795/1999, Art 1º.)

“O meio ambiente é próprio para análises de conceitos físicos, dentre os mais vistos estão: a temática energética de determinadas regiões e as mudanças climáticas. O crescimento mundial da população cria demandas energéticas que vão determinar o desenvolvimento de uma determinada região” (GOLDEMBERG E MOREIRA, 2005, p.2).

Segundo os autores Luciano Fernandes Silva e Luiz Marcelo de Carvalho (2002, p. 350), as abordagens de temas transversais em sala de aula acabam esbarrando em limitações dentre as quais: a urgência do professor em se cumprir certo conteúdo curricular, o despreparo do professor em conseguir abordar temas diferentes dos que foram estudados na universidade, a falta de participação e interesse dos alunos, a compreensão que os alunos têm a respeito da “dificuldade de se desenvolver um tema tão complexo em sala de aula e a falta de material didático adequado”.

Ao começar um novo conteúdo, o professor pode questionar os discentes sobre o que já trazem de conhecimentos sobre o tema a ser estudado. Essa primeira indagação se torna pertinente visto que “é muito difícil que um aluno entre em contato com uma novidade no estudo sem relacioná-la com os conhecimentos que já possui”. (Klein, 2015, p. 195).

Essa ideia é reafirmada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, “a qual diz que a aprendizagem é significativa à medida que o novo conteúdo apresentado é incorporado às estruturas de conhecimento do aluno e adquire significado para ele a partir da relação com seu conhecimento prévio, existente na sua estrutura cognitiva. ” (MOREIRA, 1988, p.5). Essa interação é possível graças ao que David Ausubel chama de subsunções.

Artigo de conclusão de curso.

Padre Luiz Fernando Klein, S.J. (2014, p. 3) em seu texto “A Pedagogia Inaciana e a sua força impulsionadora: os Exercícios Espirituais”, p. 3) afirma que o professor é chamado a dar seu testemunho e educar em valores:

O educador, mais que instrutor acadêmico, é um orientador de vida, companheiro de aprendizagem dos educandos, para os quais é chamado a ser testemunha dos valores que se pretende alcançar. Para tanto, trata de conhecer e acolher os educandos na situação em que se encontram e nas possibilidades que demonstram, com respeito e tempo, sem qualquer imposição ou doutrinação. As dimensões afetivas do ser humano devem ficar tão implicadas quanto às cognitivas, pois, se o sentimento interno não se alia ao conhecimento intelectual, a aprendizagem não moverá ninguém à ação. (KLEIN, 2014, p. 3)

O intuito dos colégios da Companhia é que a experiência da aprendizagem conduza, além de um ensino meramente acadêmico, ao desenvolvimento das habilidades de aprendizagem mais complexas da compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação.

5. Indicações metodológicas

Na aula que antecede a aplicação da sequência didática proposta, deve-se pedir aos alunos uma pesquisa sobre o que seria necessário para se chegar à velocidade da luz. Por exemplo, como as partículas estudadas no maior acelerador de partículas do mundo (CERN) chegam a essa velocidade. Espera-se que essa pesquisa aguçar a curiosidade dos alunos na busca pela explicação.

Na aula seguinte, provoca-se uma conversa sobre os resultados da pesquisa para aumentar a interação da turma e dialogar sobre possíveis dúvidas relatadas pelos alunos. Durante esse debate, é importante mostrar imagens com as distâncias entre os planetas do sistema solar, evidenciando uma tabela com esses valores. Essas imagens e tabelas estão disponíveis no artigo dos professores Marcos Antônio Paz Macedo e Micaías Andrade Rodrigues descrito nas referências deste artigo.

Durante a aplicação desta sequência didática os alunos se manifestaram bastante, sendo a interação da turma entre si e comigo o ponto máximo da aula. Os alunos fizeram perguntas e puderam comentar sobre suas pesquisas e seus conhecimentos prévios sobre o assunto, aguçando a curiosidade na busca de estratégias para se alcançar a velocidade da luz.

Artigo de conclusão de curso.

Um segundo momento de discussão deve ser iniciado: Será que o ser humano poderia atingir tal velocidade para se mudar da Terra? Com os alunos envolvidos em resolver a questão proposta, inicia-se a aula expositiva apresentando as equações sobre o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (M.R.U.V.) inserindo a proposta de estarmos em uma nave em repouso até atingirmos a velocidade da luz ($c = 3.10^8$ m/s).

Condições iniciais do problema:

Velocidade Inicial (V_0): 0 m/s.

Velocidade Final (V): 3.10^8 m/s.

Aceleração (a): $19,6$ m/s².

Aplicando os valores na equação horária da velocidade (1), encontramos o tempo (t).

$$V = V_0 + a.t \quad (1)$$

$$3.10^8 = 0 + 19,6 .t \quad (2)$$

$$T = 1,53.10^7 \text{ s} \quad (3)$$

O tempo encontrado é de 15.300.000 s, que equivalem a 255.000 minutos, 4.250 horas, 177,8 dias, 5,9 meses. Precisaríamos de quase seis meses para se chegar à velocidade da luz com uma aceleração de 2 g (duas vezes a aceleração da gravidade terrestre) que é a máxima aceleração suportada pelo corpo humano para grandes períodos de tempo. Lembrando que para voltar ao repouso se levaria igual intervalo de tempo.

Discutir em sala os efeitos fisiológicos dessa viagem sobre o corpo humano durante todo o percurso, percebendo a fragilidade do nosso corpo na presença de fortes acelerações por intervalos prolongados de tempo. Essa discussão tem o intuito de fazer o aluno entender que não podemos aumentar a aceleração da nave para se atingir mais rapidamente a velocidade da luz e por esse motivo a viagem seria muito longa.

Em relação à distância necessária para se realizar a tarefa, vamos inserir os valores do problema na equação de Torricelli (4),

$$V^2 = V_0^2 + 2.a.d \quad (4)$$

$$(3.10^8)^2 = 0^2 + 2.19,6.d \quad (5)$$

$$d = 2,3.10^{15} \text{ m} \quad (6)$$

Artigo de conclusão de curso.

Essa distância é aproximadamente 15.000 vezes a distância do planeta Terra ao Sol (150.000.000 km) e deveria ser feita em linha reta.

Comparando a distância encontrada para se chegar à velocidade da luz com as distâncias entre os planetas do nosso sistema solar, é possível constatar a impossibilidade de sair da Terra. Dessa forma, a Terra é a única casa possível para dar continuidade a nossa espécie. Portanto, precisamos mudar as nossas atitudes em relação à depredação e ao desgaste ambiental que causamos nela. Para garantir a qualidade de vida em nosso *habitat* precisamos fazer um uso mais consciente dos recursos naturais. Dessa forma, uma aula tradicional sobre cinemática poderia se tornar mais atrativa e instrutiva com a abordagem integrada do tema meio ambiente.

Com a revelação dos valores de tempo e distância através das equações os alunos estavam estimulados e chocados com a impossibilidade humana em sair da Terra. Comentavam que deveriam cuidar mais do planeta e repensar suas atitudes diárias. Acredito que desta forma a aula se torne mais significativa para o aprendizado dos estudantes e posso torna-los seres humanos melhores para os demais.

Considerações finais

Neste artigo, pude aprofundar uma estratégia de aula que aplico na minha atividade docente. É muito importante registrar por escrito a forma como abordamos os conteúdos em sala de modo que outros professores possam também usufruir de nossa prática docente. Entendo que esbarramos na falta de tempo e na correria do dia a dia pelo fato de sermos horistas e não termos dedicação exclusiva na maioria das instituições.

Alinhando o ensino de física, com preceitos da pedagogia inaciana e com o PEC mostro a importância de se trabalhar os conceitos de cinemática não como o fim e sim como meio do aluno refletir sobre a importância do cuidado com nosso planeta. A aula ainda possibilita discutir o movimento na fronteira da velocidade da luz, deixando aberta uma discussão sobre física moderna.

A busca pela formação integral do aluno deve fazer parte de toda preparação de aulas nas escolas da RJE. Espero com esse artigo contribuir com os docentes da disciplina Física da RJE, que assim como eu, encontram

Artigo de conclusão de curso.

dificuldades em alinhar os conteúdos tradicionais de nossa disciplina com a prática da pedagogia inaciana.

Referências Bibliográficas

BRASIL. **Lei n.9795 de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre Educação Ambiental, Institui a política Nacional de Educação e dá outras providências. Brasília: Imprensa Oficial, 1999.

COMPANHIA DE JESUS, **Pedagogia Inaciana: uma proposta prática**. Coleção Documenta S.J. - 12, Tradução: Pe. Maurício Ruffier, S.J. São Paulo: Loyola, 1993.

DECLARAÇÃO DE CIÊNCIA E O USO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO. **Declaração de Budapeste Marco General de Acción de la Declaración de Budapest**, 1999. Disponível em http://www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion_s.htm, acesso em 01/06/2017.

GARCIA, R. (21 de junho de 2010). **Educação**. Fonte: Folha de São Paulo: <https://www1.folha.uol.com.br/saber/753225-fisica-moderna-chega-a-sala-de-aula-por-livros-e-videos.shtml>

KLEIN, Luiz Fernando. **A Pedagogia Inaciana e a sua força impulsionadora: os Exercícios Espirituais**. Rio de Janeiro, Centro de Espiritualidade Inaciana, n.95, mar. 2014.

KLEIN, Luiz Fernando. **Educação jesuíta e pedagogia inaciana**. São Paulo: Edições Loyola, 2015.

MACEDO, Marcos Antônio Paz; RODRIGUES, Micaías Andrade. **O tamanho dos planetas, de Plutão e do Sol e as distâncias entre estes: compreensão dos alunos e oficina pedagógica de baixo custo para trabalhar esta temática**. Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA, n. 19, p. 23-42, 2015.

Ministério da Educação – MEC, Secretaria de Educação Média e Tecnológica – Semtec. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semtec, p. 58,1999.

Ministério da Educação - MEC. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC 2ª versão**. Brasília, DF, 2016.

Colégio Santo Inácio, **Proposta Pedagógica**, 2014.

Artigo de conclusão de curso.

MOREIRA, M.A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa.** O ENSINO, Revista Galaico Portuguesa de Sócio Pedagogia e Sociolinguística. Pontevedra/Galícia/Espanha e Braga/Portugal, Nº 23 a 28: 87-95. 1988.

ROTHSCHILD, D. **Manual Live Earth de Sobrevivência ao Aquecimento Global.** Ed. Manole. 2007.

SILVA, L. F.; CARVALHO, L. M. **A temática ambiental e o ensino de física na escola média: algumas possibilidades de desenvolver o tema produção de energia elétrica em larga escala em uma situação de ensino.** Rev. Bras. Ens. Fís., São Paulo, v. 24, n. 3, p. 342-352, set. 2002.

SILVA, R. R., LIMA, J. M., **Análise do tema energia nos livros didáticos de Física: um norteador para elaboração de projetos de sustentabilidade na EJA.** VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciências- VIII ENPEC. Campinas- SP, 2011.