

Estética e simetria no ensino de física: uma proposta para o ensino de mecânica

Aesthetics and symmetry in physics teaching: a proposal for mechanics study

Flaviston Ferreira Pires

Universidade Federal de São Paulo
ton.fpires@hotmail.com

José Alves da Silva

Universidade Federal de São Paulo
josealves.unifesp@gmail.com

Pedro Rodrigues da Silva

Universidade Federal de São Paulo
pedrobrvlc@hotmail.com

Resumo

O ensino de física não leva em consideração as bases estéticas que a fundamentam. Essas bases de natureza ontológica, relacionadas à homogeneidade e isotropia do espaço e à irreversibilidade do tempo são fundamentais para que se compreendam os seus três princípios fundamentais: conservação da quantidade de movimento linear, angular e da energia. Ademais, o ensino de ciências tem se mostrado distante do adolescente. Este trabalho analisa os resultados de uma pesquisa qualitativa, obtidos a partir de uma proposta que levou em consideração a estética e a simetria no ensino da mecânica. Tendo-se, prioritariamente, utilizado o diário de bordo dos envolvidos como principais fontes de dados, concluímos que essa maneira de trabalhar proporcionou maior aproximação entre o conhecimento científico e o adolescente, posto que levou à compreensão de uma física como construção humana, compreendendo-a num contexto de busca da beleza e de perfeição dos seus modelos presentes.

Palavras chave: ensino de física, estética, simetria; adolescência.

Abstract

The physics teaching does not consider aesthetic bases that substantiate it. These bases, of ontological nature, are related to isotropy and homogeneity of space and irreversibility of time, essential to comprehend three fundamental principles of physics: conservation of linear and rotational momentum and energy. Moreover, science teaching has proved itself to be far away from the teenage world. This paper analyzes the results of a qualitative research obtained from a teaching proposal taking into account aesthetic and symmetry in mechanics study. Having primarily used logbooks of those involved in the research as main sources of data, we conclude that this way of working caused greater approximation between scientific

knowledge and teenagers since it led to the understanding of physics as a human construction, understanding it in a context of search for beauty and perfection in its present models.

Key words: physics teaching, aesthetics, symmetry, teenage.

Por que trabalhar com estética e simetria?

Na física, sempre houve a busca da estética dos fenômenos observados e descritos ao longo de sua construção histórica (MENEZES, 2005). Na busca por essa estética, um dos elementos centrais é a simetria. Quando Johannes Kepler propôs que as órbitas planetárias são elípticas, alguns astrônomos de sua época consideravam a teoria de Kepler “absurda, pois abandonava os círculos, cuja simetria era a única digna dos céus” (FERRIS, 1990, p.51). Por isso, Ferris (1990, p.236) afirmou categoricamente que “a estética científica é iluminada pelo sol central da simetria”. Segundo Menezes (2011),

Las simetrías son esenciales en las teorías de la física, desde las comprensiones clásicas del espacio y del tiempo, cuya homogeneidad y uniformidad responden por las conversaciones de las cantidades de movimiento y de la energía. [...] Más que una estética científica, se puede pensar en las simetrías como una estética natural reconocida por la ciencia. Por otra parte, en la física y especialmente en los fenómenos de la vida, no solamente las simetrías, sino igualmente las asimetrías se muestran determinantes para la comprensión de la naturaleza. (p. 90 e 91).

Porém, essa estética possui caráter subjetivo, de modo que a afirmação de que os físicos buscam a beleza exige certo aprofundamento. De modo geral, qualquer definição de estética e simetria carece de precisão¹, ainda mais quando compreendida no campo das ciências. Nesse sentido, pode-se mais facilmente compreender seu significado a partir da própria compreensão do que seria, por exemplo, o espaço. Pensando em dois pontos quaisquer desse espaço, ambos absolutamente distantes de qualquer campo atrativo ou repulsivo, não haveria quaisquer razões para que as propriedades presentes em um deles fossem diferentes das propriedades de outro nas mesmas condições. Ou seja, os dois seriam absolutamente simétricos entre si. As diferenças entre eles ocorrem quando, por exemplo, é acrescentado um sistema de referência – escolha humana e externa a ele, no qual poderíamos expressar numericamente diferentes posições de um e de outro em função dessa referência. Por outro lado, se um deles estiver numa região em que há um campo gravitacional, então uma massa presente neste ponto teria efeitos diferentes de outra colocada num outro ponto em que não há esse campo. Diríamos, então, que tanto a adoção do sistema de referência quanto à existência de um campo atrativo são agentes que quebram a simetria de ambos os pontos. Note-se aqui que a implantação do sistema de referência (seu formato, o lugar em que será localizado, etc.), por sua natureza essencialmente de escolha humana, tem forte influência da questão estética: não à toa, o sistema de referência mais comum é o plano espacial, cujo formato assemelha-se em demasia a lados de um cubo – uma das figuras geométricas mais simples, simétricas e esteticamente perfeitas que temos na natureza.

Isso significa que, não havendo campos atrativos ou repulsivos, o espaço é homogêneo e

¹ Segundo o dicionário Aurélio (2014), estética é algo diretamente relacionado à beleza e é definida como a “ciência que trata do belo em geral e do sentimento que ele desperta em nós”; enquanto simetria é definida como “relação de tamanho ou de disposição que entre si devem ter as coisas ou as partes de um todo em relação a um ponto, eixo ou plano”.

isotrópico, ou seja, não possui diferenças entre si e nem direção privilegiada (MENEZES, 2005). Havendo, simultaneamente, campos atrativos e repulsivos que se anulem, novamente não teremos quebra de simetria. Nesse sentido, em ambas as situações, não há razão, por exemplo, para que um movimento translacional ou rotacional que passe por um desses pontos seja criado ou alterado durante essa passagem. Eis aí os princípios de conservação da quantidade de movimento linear e angular.

A conservação da energia, por sua vez, está relacionada à irreversibilidade do tempo, o qual possui duas características relacionadas à simetria: a uniformidade com que flui (na física clássica, não há alteração entre as passagens de cada segundo, por exemplo); e à assimetria: a irreversibilidade do mesmo. A uniformidade do tempo está associada à conservação da energia mecânica, no qual há, em termos ideais ou em processos com agentes externos, situações reversíveis e, portanto, cíclicos (calendários, por exemplo), enquanto há, também, um aumento da entropia, associado a processos irreversíveis e, portanto, sem que seja possível voltar no tempo (MENEZES, 2005).

Uma vez sendo decisiva a questão da estética e da simetria na física, uma proposta de ensino que as leve em consideração romperia com um ensino dogmático, em que as teorias e conceitos são apresentados como verdades absolutas, quando, na verdade, “os conceitos físicos são criações livres da mente humana” (EINSTEIN e INFELD, 2008, p. 36). Nesse sentido, tal proposta de ensino estaria de pleno acordo com as Diretrizes e Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Física (PCN+ Física; BRASIL 2002), pois ela não oferece o conhecimento pronto e acabado. Uma proposta assim guiaria o aluno a pensar e construir sua aprendizagem a partir dos passos da própria ciência, (“os passos iniciais e fundamentais têm caráter revolucionário” (EINSTEIN e INFELD, 2008, p. 32)).

Atualmente, poucos estudam física assim. Daí a justificativa para essa proposta inovadora no ensino de física clássica, em especial, no ensino dos primeiros passos da mecânica.

Nossa metodologia

Este trabalho apresenta os resultados de um projeto com ênfase em dados qualitativos em educação (ANDRÉ & LUDKE, 1986), que leva em conta o cotidiano escolar como campo teórico (ANDRÉ, 2005), obtidos a partir dos resultados colhidos após a implementação de uma proposta de ensino em uma turma de 45 alunos da primeira série do ensino médio de uma escola pública do município de Diadema – SP, que levou em consideração as bases estéticas e simétricas no ensino de física. A proposta de ensino advinha de uma das abordagens criadas dentro do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) de Ciências – Física, relacionado ao curso de Ciências – Licenciatura, de uma universidade pública federal localizada no mesmo município, no qual participavam um coordenador, que era doutor da universidade, uma supervisora que era professora da rede estadual e cinco licenciandos – todos bolsistas do projeto, financiado pela CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior).

A sequência didática teve início com o estudo das bases teóricas de AMARAL (2006) e CALLIGARIS (2000), com o princípio de nortear questões relacionadas à adolescência, em tempos de sociedade pós-moderna, e a correlação com o processo de ensino e de aprendizagem, de forma a compreender o universo adolescente sob um olhar científico, saindo do senso comum. Esses estudos e discussões visaram tornar os bolsistas aptos a compreender as angústias, alegrias e anseios de tal universo, resultando na construção de uma proposta que proporcionasse uma interação mais dinâmica e efetiva com os alunos, compreendendo não somente as suas vulnerabilidades sócio-econômicas, mas também suas

vulnerabilidades emocionais, bem como suas potencialidades. Acreditávamos que a proposição da discussão de estética e de simetria poderia facilitar o diálogo com o adolescente, posto que, segundo os referenciais teóricos acerca do tema, haveria a necessidade de criar vínculos do aluno-adolescente com o conhecimento científico, com o grupo de bolsistas atuando naquele contexto e, por fim, com a própria aventura humana simbolizada pelos avanços históricos da ciência.

Nossa proposta de ensino buscou, também, contribuir com a quebra do preconceito que muitos alunos têm com a física antes mesmo de conhecê-la, não ficando presa a conhecimentos estanques e modelos fixos. Queríamos mostrar que a física é uma ciência em constante construção e que eles, alunos, poderiam fazer parte dela. Para tanto, buscávamos destacar as escolhas humanas que interferem nos resultados científicos, a começar pela importância científica da criação dos sistemas de referências proposto por Isaac Newton – assumidamente definido a partir de escolhas arbitrárias. Além disso, destacávamos alguns avanços tecnológicos (desenvolvimento de máquinas, radares, etc.) e as limitações das atuais teorias que compõem o conhecimento dentro da mecânica. Nesse contexto e a fim de respondermos ao currículo proposto pela escola, enfatizamos aspectos de astronomia, como as imprecisões no ciclo das estações do ano, ou quanto à descrição incompleta do movimento de órbita dos corpos celestes. O projeto foi construído ao longo de cinco meses, em que foram debatidos os “Parâmetros Curriculares Nacionais + Física” (BRASIL, 2002) e o caderno do aluno da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo (SEE-SP, 2008). As discussões sobre o PCN+ Física deram novas perspectivas de como a equipe poderia trabalhar questões científicas contextualizando-as de acordo com as diretrizes do documento. A partir daí, o foco foi a estética e a simetria, baseando-se nos estudos de MENEZES (2005). Todas as fases da proposta (estudo, criação, análise e implementação) foram registradas em diários de bordo, os quais continham as principais problemáticas enfrentadas pelo grupo nas 47 reuniões efetuadas ao longo do ano de 2014. Da leitura dos diários e das observações efetuadas nessas reuniões, resultou uma análise, a ser apresentada em um quadro a seguir, em que são pormenorizados os principais objetivos a serem alcançados tendo em vista as referências sobre adolescência, as atividades aplicadas para esse fim, o que ocorreu em suas implementações e como fizemos para superá-las.

Cabe salientar que, por ser uma pesquisa qualitativa em educação, a descrição do processo é, por si mesmo, um resultado importantíssimo (ANDRÉ, 2005) e, por isso, a exposição da descrição desse processo já é, por si mesmo, um resultado precioso. Em seguida, apresentaremos os resultados colhidos mais diretamente da análise dos diários de bordo, elaborados em um formato próximo de um registro de memórias, sempre escritos em coletivo pelos membros do grupo.

Os diários de bordo foram coletados após as reuniões semanais do grupo desde março de 2014 e durou todo o ano. O projeto começou a ser implementado na turma de ensino médio, efetivamente, a partir do segundo semestre. Dessa forma, neste período, havia duas atividades semanais: a implementação da proposta na escola num dia e, em outro, a análise do que ocorreu e possíveis correções em reuniões que ocorriam na universidade.

Alguns de nossos resultados

A seguir, apresentamos um quadro em que estão presentes os principais registros no diário de bordo referentes especificamente à questão da estética e simetria no ensino de física.

Aspectos de estética e simetria presentes em cada conteúdo	Possibilidades e limitações didáticas para o adolescente	Como fizemos para superá-las	Conseguimos? (Registros nos diários de bordo)
<p>CONCEITOS CINEMÁTICOS</p> <p>- A importância do referencial inercial dentro da física, mostrando as imprecisões e relatividades referentes às diferenças de referenciais adotados: mudando-se o referencial do observador, pode-se mudar a descrição dos fatos, não os fatos em si.</p>	<p>POSSIBILIDADES:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mostrar a física como construção humana; - Desmistificar a ideia de física como vertente da matemática (as concepções iniciais dos alunos apontavam a física como uma aplicação prática da matemática), apresentando suas diferentes linguagens: verbal, formal, gráfica, esquemática e matemática; - Quebrar conceitos advindos do senso comum, como, por exemplo, a ideia de que acelerar é apenas aumentar o módulo da velocidade. <p>LIMITAÇÕES:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tornar o tema interessante: não necessariamente adolescentes estão a fim de estudar movimento; - Tema muito abstrato, o que resultou em alguns momentos de dispersão da turma; - O aluno alega entender o conceito e o conteúdo, mas pela falta de prática, acaba se perdendo em pontos relativamente simples, como a identificação de coordenadas num plano cartesiano. 	<ul style="list-style-type: none"> - Atividade lúdica na quadra e na sala de aula, em que os alunos seriam dispostos em grupos e teriam que construir pares de coordenadas com base em movimentos realizados a partir de referenciais distintos previamente estabelecidos, com o intuito de evidenciar que diferentes referenciais inerciais podem levar à construção de diferentes descrições dos fatos (nesse caso, movimentos coordenados), sem alterar o fato em si; - Ressaltar como uma boa escolha de referencial melhora a análise do fatos; - Compreensão da possibilidade de simetrias dentro de gráficos que descrevem o movimento; - Enorme alcance da ideia básica de adotar um sistema de referência: todos os conceitos cinemáticos e da mecânica advém dessa ideia, além da estética que impregna a sua construção; - Demonstrar as alterações da velocidade em função do tempo e suas implicações em exemplos cotidianos, como o movimento de um skatista ou de um automóvel locomovendo-se pela cidade. Apoio de um software para facilitar a visualização dos fatos. 	<ul style="list-style-type: none"> - “Notou-se, em muitos alunos, a curiosidade quanto à disciplina e o surgimento inicial do raciocínio científico” (em 11/08/2014); - “Notamos, nessa fase da implementação, que parte dos alunos já conseguia construir, com certa facilidade, algumas ideias sobre variação de tempo, espaço e velocidade, porém, com alguma confusão quanto à diferença entre deslocamento e distância” (em 25/08/2014); - “Notamos que alguns grupos, que inicialmente não se interessavam pelo conteúdo, passaram a ouvir nossas exposições com um pouco mais de atenção, resultando em uma participação considerável por parte dos estudantes, além de manifestações espontâneas, tais como: [“Até que enfim entendi porque a gente estuda o plano cartesiano”]; [“Então se eu inverter os sinais dessas coordenadas, eu vou mudar a forma de descrever essa mesma situação?”]” (em 01/09/2014).
<p>ASTRONOMIA</p> <p>- Construção e desmistificação do conteúdo, apresentando as inexatidões das definições e as lacunas ainda em aberto dentro desses estudos.</p>	<p>POSSIBILIDADES:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ressaltar tanto a beleza quanto as imprecisões de tal estudo, mostrando como o homem interpreta e busca sistematizar os fatos; - Declarar a dificuldade de se compreender as dimensões astronômicas, 	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentar os conceitos de movimento dos corpos celestes e suas imprecisões. Apoio de um software para facilitar a visualização dos movimentos, dando um panorama geral do espaço; - Alunos assumiam o papel principal dentro do processo de construção dos conceitos, 	<ul style="list-style-type: none"> - “Muitos alunos demonstraram-se bem curiosos com o tema e fizeram perguntas extremamente interessantes, que renderam discussões. As perguntas envolviam a existência de buracos negros, o que configura um corpo celeste em um

	<p>uma vez que elas são fora das proporções terrestres;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mostrar questões em aberto dentro dessa área de conhecimento. <p>LIMITAÇÕES:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dificuldade de encontrar material didático que contemplasse essa proposta de ensino; - Mensurar distâncias astronômicas, pois lidamos com números muito grandes: houve grande dificuldade, por parte dos alunos, em fazer a conversão matemática dessas dimensões; - Resistência e incômodo ao refletirem sobre conceitos que iam contra o senso comum, como as inexatidões da contagem do ano, por exemplo. 	<p>por meio de oficinas lúdicas para construção de modelos de escalas astronômicas, utilizando esferas de isopor, barbante, feijões e bolinhas de gude; de debates e seminários acerca de temas como: dia e noite, movimentos da Terra e da Lua, estações do ano;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Observação dos debates e olhares curiosos e de entendimento, dirigindo as discussões de forma a mexer com os conceitos espontâneos dos alunos, não havendo certo ou errado, mas sim, hipóteses sobre o assunto; - Aguçar a curiosidade e possibilitar aos alunos o desenvolvimento da capacidade de raciocínio por meio da formulação de ideias: a intenção foi de que refletissem sobre o assunto, resgatando conceitos já aprendidos, úteis para a interpretação de fenômenos. 	<p>planeta, a dúvida sobre o homem ter ido realmente à Lua, entre outras.” (em 22/09/2014);</p> <ul style="list-style-type: none"> - “Aqueles que geralmente não participavam acabaram perguntando e ajudando a formular hipóteses. Também nos aproximamos mais deles através dos diálogos que fizemos nos grupos e durante as apresentações, por exemplo: [“Se a gravidade atrai tudo em direção ao centro do planeta, por que a Lua não cai em direção a Terra? Se o planeta gira para um lado, e isso faz com que a Lua gire no sentido oposto, então nós sempre veremos o mesmo lado da Lua?”]” (em 29/09/2014).
<p>AS LEIS DE NEWTON</p> <ul style="list-style-type: none"> - Unificar os conceitos terrestres e astronômicos por meio do estudo de estética e simetria por trás das leis, para permitir que os alunos compreendam que, até certo ponto, tanto os movimentos do nosso cotidiano quanto o movimento de todo o Cosmos são regidos pelos mesmos princípios: manutenção ou quebra da simetria do movimento, partindo-se do princípio de que nenhum movimento pode acontecer isoladamente, ou seja, todo movimento deve ser a interação de duas partes. 	<p>POSSIBILIDADES:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Construção do conceito de força, mostrando que ela é o agente responsável pela quebra de simetria do movimento; - Apresentar a primeira lei de Newton vista pela ótica da manutenção da simetria do movimento; - Ressaltar que não há mudança se não houver interação entre dois ou mais corpos ou dois ou mais sistemas! Isso é fundamental para um adolescente; - Discussões e indagações que confrontassem o raciocínio do estudante. <p>LIMITAÇÕES:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dificuldade em encontrar material didático que contemplasse essa proposta de ensino; - Necessidade de atividades que prendessem a atenção e estimulassem o raciocínio 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilização de experimentos que demonstrasse a natureza da causa dos movimentos (transferência e compensação, além do agente causador da alteração do movimento), mostrando, por exemplo, o comportamento de um carrinho de fricção enquanto se movimenta em cima do conjunto montado com a chapa de isopor e bolinhas de gude (ao movimentar-se para frente, o carrinho jogará a chapa de isopor, que estará sobre as bolinhas de gude, para trás), ou de uma bexiga, quando se esvazia (mostrando a interação entre ela e o ar); - Uso da vida de Newton: uma pessoa que mudou a história da ciência, em especial da física, por formular leis que explicam os movimentos, em âmbitos terrestres ou celestes, e, ao mesmo tempo, um simples figurante social, buscando desmistificar a ideia de figura inalcançável, ao mostrar que ele foi “gente como a gente” – fundamental 	<ul style="list-style-type: none"> - “Os alunos demonstraram aparente interesse e incômodo ao refletirem sobre o assunto, por exemplo, uma das perguntas tratava do assunto da possibilidade de desligarmos a gravidade e os alunos ficaram intrigados com a pergunta já que não se trata de uma pergunta comum do dia a dia e perguntavam o que aconteceria na vida deles caso isso fosse possível” (em 03/11/2014); - “Num contexto geral, as aulas foram bem dinâmicas e participativas, com alunos questionando e debatendo acerca das interações nos movimentos cotidianos, num modelo de aula que foi bastante positivo ao perfil da turma” (em 10/11/2014); - “Nos momentos de

- Ressaltar as bases ontológicas da física.	dos alunos.	para um adolescente que está começando a definir seu projeto de vida profissional (será que ciência não lhe pode ser uma opção profissional?).	investigação e experimentos, a atenção da sala foi facilmente atraída” (em 24/11/2014).
---	-------------	--	---

Quadro 1: Questões referentes à estética e simetria no ensino de física

Uma das principais dificuldades para que esta proposta alcançasse sucesso devia-se ao seu elevado grau de abstração. De fato, enxergar elementos de estética em uma teoria ou em um modelo exige alto grau de sensibilidade e de acuidade. Para resolvermos este problema, buscávamos sempre partir de elementos concretos do adolescente: experimentos que facilitassem a visualização do nosso objetivo (a quadra e a sala de aula como um sistema de referência bidimensional e tridimensional, por exemplos), de vídeos ou de *softwares* (caso do STELLARIUM (Windows) e do PHET (Windows)).

Outro problema, bastante previsível, devia-se às, já fartamente documentadas, dificuldades dos alunos da escola básica em termos de raciocínios matemáticos e interpretação de gráficos. A nosso ver, esta proposta permitiu que não somente essas dificuldades aparecessem de maneira mais explícita em aula (algo que uma simples reprodução maquímica de uma aula tradicional poderia esconder), mas ajudou a enfrentá-las porque os alunos pareciam enxergar mais significado nos gráficos construídos e nas expressões matemáticas.

A dinâmica e as mudanças repentinas no calendário escolar também proporcionaram dificuldades ao longo do projeto. Eventos como conselho de classe, reunião de pais e emenda de feriados, fizeram com que houvesse perda de dias letivos e, conseqüentemente alguns planos de aulas tiveram que ser replanejados ou adaptados diversas vezes em um calendário já compactado.

Uma limitação gritante foi a dificuldade de encontrar materiais didáticos que contemplem abordagens no ensino de física segundo nossa proposta. Por outro lado, essa ausência nos permitiu criar os nossos próprios materiais, adaptando-os à nossa necessidade. Considerando que, entre nós, a maioria era de licenciandos em física, foi uma grande aprendizagem ter que fazer essas adaptações.

Foram verificados resultados relevantes no desenvolvimento científico e crítico do aluno em todo o processo, como o aumento de concentração (era uma turma com alunos bastante dispersos) e de uma organização cada vez maior do pensamento, expresso em diversas fases de suas produções textuais e registradas em nossos diários de bordo. Nessas produções, observamos uma maior importância dada pelos alunos para o sistema de referência e suas implicações estéticas, como as imprecisões e relatividades resultantes das diferenças de referenciais adotados, o que implica diretamente na mudança de descrição dos fatos, não na mudança dos fatos em si, e que impregnam todo o estudo dos movimentos.

Houve resultados relevantes, também, referentes à quebra do conhecimento prévio advindos do senso comum, tais como: a ideia de que as estações do ano dependiam direta e exclusivamente da translação elíptica da Terra; que o ciclo lunar tinha a duração exata de um mês; de que as balanças medem nosso peso ao invés de nossa massa; ou ainda a ideia de que as velocidades são arbitrarias e não variam em função do tempo. Tais quebras resultaram, exatamente, de um trabalho que explicitou as arbitrariedades humanas presentes nos modelos, incluindo suas perfeições estéticas, suas simetrias idealizadas e o quanto a realidade observada não era exatamente condizente com o idealizado.

O maior benefício desta maneira de trabalharmos com estética e simetria, a nosso ver, está exatamente no fato de que, ao escolhermos priorizá-las, colocamos o ser humano no ponto

central da construção do conhecimento, posto que tanto a estética adotada quanto a simetria enxergada em cada fenômeno advém dele. Trata-se de uma mudança radical que muda a costumeira maneira de priorizar o ensino de um determinado conceito como se ele tivesse uma existência por si mesmo, desprovido de humanidade – como se fosse intrínseco à natureza e/ou já acabado.

Uma primeira conclusão.

Pensar num curso em que a abordagem se dá pelas bases estéticas e simétricas da física ressignifica os conhecimentos e acaba por proporcionar inovações curriculares que parecem re-humanizar esses conhecimentos e, por isso mesmo, favorece o diálogo com o aluno-adolescente. Entretanto, é preciso que haja mais trabalhos sobre essa proposta de abordagem do ensino nas ciências de uma maneira geral, não apenas por ser inovadora, mas por conter, em sua essência, as bases ontológicas fundamentais de qualquer ciência. .

Agradecimentos e apoios

Agradecemos ao Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), na Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) – Campus Diadema.

Referências

AMARAL, M. T. Encontro com Professores e Alunos de uma Escola Estadual do Ensino Médio: Uma Escuta que a Dimensão Objetiva se vê Alinhada pela Subjetividade dos Autores. In: AMARAL, M. T. (Org). **Educação, Psicanálise e Direito: Combinações Possíveis para se Pensar a Adolescência na Atualidade**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2006. p. 79 – 99.

ANDRÉ, M. E. D. A. **Estudo de caso em pesquisa e avaliação educacional**. Brasília: Líber Livro, 2005. (Série Pesquisa, v. 13)

ANDRÉ, M. E. D. A.; LUDKE, M. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo, E.P.U., 1986. 99p.

BRASIL. Secretaria de Educação Média: **Parâmetros Curriculares Nacionais + - Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Física. Secretaria de Educação Média. Brasília: MEC – SEMTEC, 2002. 122p.

CALLIGARIS, C. **Adolescência**. São Paulo. Publifolha. 2000. 91p.

EINSTEIN, A.; INFELD, L. **A Evolução da Física**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2008

FERRIS, T. **O despertar na via láctea: uma história da Astronomia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1990. 378p.

MENEZES, L. C. Uma Estética do Espaço e do Tempo. In: MENEZES, L. C.(Org). **A Matéria: Uma Aventura do Espírito**. São Paulo: Livraria da Física , 2005a. p. 33-60.

_____. As Relatividades e os Absolutos. In: MENEZES, L. C.(Org). **A Matéria: Uma Aventura do Espírito**. São Paulo: Livraria da Física , 2005b. p. 117-121.

_____. **Simetrías, Irreversibilidad del Tiempo e Imponderabilidad en la Física**. *Prometeica - Revista De Filosofía Y Ciencias*, Ciudad de Córdoba, Argentina, Año II – n. 4, p. 90, 91, mayo-jun. 2011.

SEE-SP. **Caderno do aluno** – 1ª. série. Física. SEE-SP: São Paulo, 2008. V.1, 50p.