

Possibilidades e alternativas para o Ensino de Física: pensando em uma educação crítica, criativa e não utilitarista.

Possibilities and alternatives for Physical Education: thinking about a critical, creative and non-utilitarian education.

Vinicius Carvalho da Silva*

IMS-UERJ

Rua São Francisco Xavier, 524 – Maracanã,

Rio de Janeiro - RJ, 20550-900

Marcia Begalli,

IF-UERJ

Rua São Francisco Xavier, 524 – Maracanã,

Rio de Janeiro - RJ, 20550-900

Submetido: 11/12/2017

Aceito: 04/05/2018

Resumo: No presente artigo argumentamos que abordagens criativas podem ser utilizadas na educação científica, no ensino médio e na universidade, para contextualizar o ensino de física. Deste modo, ao mesmo tempo em que aprende física, o estudante desenvolve um senso crítico e percebe as relações entre física, história da ciência, filosofia, além de compreender a dimensão social e política das práticas científicas. Alguns projetos em educação científica podem ser empregados, neste sentido, tais como o *Observing With Nasa* e o *Hands on particle physics*, capazes de propiciar uma abordagem pedagógica mais complexa e interdisciplinar. Neste trabalho buscamos apontar como tais ferramentas podem ser utilizadas no ensino de física no Brasil.

Palavras chave: Educação científica, física de partículas, história das ciências, epistemologia, escola.

Abstract: In this paper we argue that creative approaches can be used in science education in high school and university to contextualize physics teaching. In this way, while learning physics, the student develops a critical sense and perceives the relationships between physics, history of science, philosophy, as well as understanding the social and political dimension of scientific practices. Some projects in science education can be used in this sense, such as *Observing With Nasa* and *Hands on particle physics*, capable of providing a more complex and interdisciplinary pedagogical approach. In this work we aim to show how such tools can be used in physics teaching in Brazil. **Keywords:** Scientific education, particle physics, history of science, epistemology, school.

1. INTRODUÇÃO

O ensino de física é fundamental para o desenvolvimento nacional. Para que um país se industrialize, desenvolva tecnologia, produza pesquisa, da engenharia civil à física médica, da mecânica à eletrônica, é preciso que invista em educação básica, e que ensine física com competência. Mas não podemos reduzir uma ciência, e seu ensino, a metas

práticas. Embora a aplicação do conhecimento científico seja fundamental, o desenvolvimento da pesquisa básica, desvinculada de qualquer senso imediato de utilidade, é, conforme alguns dos maiores nomes da ciência de todos os tempos, um dos motores do desenvolvimento científico. O matemático francês Henri Poincaré assim se expressou acerca de tal questão:

Não podemos conhecer todos os fatos, e é preciso escolher aqueles que são dignos de ser conhecidos. A se acreditar em Tolstoi, os cientistas fariam a escolha ao acaso, em vez de fazê-lo – o que seria razoável – tendo em vista aplicações

*Electronic address: viniciusfilo@gmail.br

práticas. Os cientistas, ao contrário, creem que certos fatos são mais interessantes que outros porque completam uma harmonia inacabada, ou porque fazem prever um grande número de outros fatos. Se estão errados, se essa hierarquia dos fatos que implicitamente postulam não é mais que vá ilusão, não poderia haver ciência pela ciência, e por conseguinte não poderia haver ciência. Quanto a mim, creio que eles têm razão e, por exemplo, mostrei anteriormente qual é o alto valor dos fatos astronômicos, não porque sejam suscetíveis de aplicações práticas, mas porque são os mais instrutivos de todos (POINCARÉ. 1995, p. 172)¹

Esta passagem de Poincaré aborda uma questão fulcral para o ensino de ciências: Quais fatos abordar? Quais teorias ensinar? Por que ensinar uma teoria? Conforme Poincaré, não devemos escolher os fatos por acaso, tampouco selecioná-los por conta de suas aplicações práticas, mas sim por que estamos convencidos de que, dentre todos os fatos a ser conhecidos, estes que selecionamos estão entre os mais instrutivos. E por quê?

A resposta depende de outras questões. Em que medida o estudo de tais fatos explora e impulsiona nossa curiosidade intelectual, nossa busca por conhecimento a partir de uma atitude crítica, nos apresenta a teorias que nos fornecem modelos ou representações da natureza capazes de enriquecer nossa cosmovisão científica; em que medida tais modelos são simples, elegantes, logicamente consistentes e nos oferecem esquemas explicativos, ainda que hipotéticos, nos tornando capazes de elaborar uma imagem coerente e fecunda do mundo natural?

O ensino de física, e a educação em geral, conforme Einstein, não deve ter por objetivo outra coisa senão o desenvolvimento de uma atitude crítica, investigativa, criativa e original. Para tanto, o próprio método de ensino deve buscar ser criativo. Caso contrário, pode afastar os estudantes da ciência, ao invés de cativá-los para ela:

O problema era que, como estudantes, éramos obrigados a acumular essas noções [noções fundamentais dos vários campos da física] em nossas mentes para os exames. Esse tipo de coerção tinha (para mim) um efeito frustrante. Depois de ter passado nos exames finais, passei um ano inteiro durante o qual qualquer consideração sobre problemas científicos me era extremamente desagradável. Porém, devo dizer que na Suíça essa coerção era bem mais branda do que em outros países, onde a verdadeira criação científica é completamente sufocada. (...) Na verdade é quase um milagre que os métodos modernos de instrução não tenham exterminado completamente a sagrada sede de saber, pois essa planta frágil da curiosidade científica necessita, além

de estímulo, especialmente de liberdade; sem ela, fenece e morre. É um grave erro supor que a satisfação de observar e pesquisar pode ser promovida por meio da coerção e da noção de dever (EINSTEIN. 1982, p. 25-26)².

Einstein pensava que o ensino não poderia ser tecnicista, conteudista, voltado para a realização de exames, mas, ao contrário, capaz de fomentar a livre curiosidade intelectual, que, obviamente, deveria se apoiar em bases teóricas firmes. Mas como transmiti-las sem coerção e monotonia?

Possibilidades e alternativas para o Ensino de Física

A física não é somente uma disciplina técnica indispensável para o desenvolvimento das mais diversas áreas da engenharia, para o incremento de tecnologias e inovações, para o progresso industrial e a elevação da base material das sociedades, para a geração da prosperidade econômica. Certamente a física é útil a todos esses fins. No entanto, é igualmente certo que possui um valor cultural intangível, participando da formação humanística, intelectual e criativa de cidadãos cultos e críticos. A física, acima de tudo, nos convida a um novo olhar sobre o mundo, a contemplar a beleza da natureza, e penetrar-lhe os mistérios. Com ela, não se perde o encanto do mundo; ele se renova, pois o que aparecia como acaso ou capricho, se revela como um universo inteligível e ordenado. Longe de algo maçante, trata-se de uma aventura excitante.

Desde os tempos mais remotos a humanidade tem experimentado complexos sentimentos diante da beleza e da vastidão da natureza ao seu redor, e do espaço ilimitado, cravejado de astros brilhantes, acima de si. Em nosso artigo “Teoria quântica, física nuclear e filosofia grega: ensaio sobre os físicos filósofos do século XX”³ ilustramos como os filósofos chamados de pré-socráticos foram cosmólogos marcados pela busca racional por compreensão da unidade, ordem e harmonia da natureza.

Espanto, assombro, encanto. Os antigos filósofos gregos queriam elaborar explicações racionais para a origem do universo, o *cosmos*, e para as regularidades da natureza, a *physis*. Há milênios que o movimento dos astros e a beleza misteriosa das noites de céu estrelado exercem poderosa atração sobre os intelectos mais curiosos e os poetas mais sensíveis.

Essa busca não foi alheia aos maiores nomes da física contemporânea. Planck, Einstein, Heisenberg e Schrödinger, dentre outros, conheciam bem a filosofia antiga, e suas influências sobre a ciência natural moderna. A obra de Schrödinger “A Natureza e os Gregos”, por exemplo, descreve como o pensamento de Tales, dos atomistas e dos

¹ POINCARÉ, Henri. O Valor da Ciência. Helena Franco Martins (Trad.). Rio de Janeiro: Contraponto, 1995.

² EINSTEIN, Albert. Notas autobiográficas. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1982.

³ SILVA, Vinicius Carvalho da. Teoria quântica, física nuclear e filosofia grega: ensaio sobre os físicos filósofos do século XX. Griot : Revista de Filosofia, Amargosa, Bahia – Brasil, v.15, n.1, junho/2017/www.ufrb.edu.br/griot

pitagóricos, e de outros filósofos gregos antigos, estava impregnado dessa curiosidade intelectual profunda, que se encontra no núcleo do pensamento científico⁴.

Por isso a astronomia tem imenso potencial para enriquecer o ensino de física. Ela nos apresenta problemas matemáticos, ensina o aprendizado de história das ciências e levanta grandes questões filosóficas. A astronomia, a física, e as demais ciências constituem parte significativa da cultura humana, de nossa relação de pertencimento a uma tradição que é como uma corrente invisível que liga os seres humanos de hoje aos seus ancestrais mais distantes⁵.

A ciência aproxima o presente do passado e o prepara para o futuro. Exerce sobre nós um inestimável fascínio. É como uma ponte que conecta o ser humano à natureza da qual faz parte. Mas como ministrar essa dimensão da física a alunos de ensino médio e aos jovens universitários?

Certamente é fundamental criar boas bases em matemática, e não enfraquecer o ensino dos conteúdos mais técnicos. Para o aprendizado da física é de suma importância desenvolver competências em matemática. Negligenciar o estudo sério e disciplinado da matemática e dos conceitos físicos fundamentais pode, sem dúvida, comprometer o desenvolvimento intelectual, e consequentemente, escolar, do aluno, inviabilizando um futuro estudo de ciências da natureza em cursos de nível superior. Além da inevitável formação sólida em matemática e nas disciplinas de física que compõem o currículo básico para o Ensino Médio, acreditamos que experimentos que visam um ensino contextualizado, cruzando noções de história e filosofia da ciência, também são de suma importância.

Uma das ideias deste artigo é aproveitar a história da institucionalização da física de partículas no Brasil para ensinar aos estudantes áreas da ciência que estão em constante desenvolvimento, algo atual e atraente, cheio de desafios e oportunidades, a história da ciência brasileira, seus desafios, tensões e conquistas, a amplitude intelectual dos personagens de tal história, seus posicionamentos políticos, suas reflexões filosóficas e considerações históricas. Hoje, tal história está restrita aos níveis universitários mais elevados, sendo desconhecida do grande público estudantil. No processo de ensino de física, tal história pode vir à luz, enriquecendo a compreensão do estudante de qual seja o valor da pesquisa científica, e preservando nossa memória científica como um patrimônio imaterial da sociedade brasileira.

Acreditamos que um dos passos para que tal entendimento se torne mais comum, é aprofundarmos o debate sobre o valor da educação. O que é a escola e que tipo de educação queremos? A escola, em uma visão comercial e utilitária, pode ser entendida como centro de formação de vestibulandos, que afinal, são futura mão de obra para o mercado de trabalho. A primeira etapa, portanto, de um programa de formação de especialistas e funcionários conforme o princípio da divisão social do trabalho.

Pensamos que tal visão não é somente muito pequena e mesquinha como verdadeiramente nefasta. A escola deve ser o espaço da formação crítica, criativa e cidadã. A formação técnica e profissional deve fazer parte desse projeto mais amplo, e não ser o projeto em si mesmo. Em *Sonhando com uma escola menos conservadora e mais crítica* o físico Francisco Caruso nos provoca uma contundente reflexão sobre a corrosão social e ética a partir de uma escola conservadora em crise, que experimenta a degradação do caráter escolar. A escola teria se tornado permissiva e superficial, falhando, dentre outras coisas, na formação do hábito da leitura. Deste modo, não estamos formando cidadãos intelectualmente capazes, críticos e criativos, mas “alunos acríticos que serão consumidores ideais” (CARUSO. 2014, p. 48).

Caruso pontua a necessidade de uma escola diferente, e acena com uma alternativa: fortalecer a compreensão da imbricação, “necessária e frutífera”, entre Ciência e Filosofia. Concordamos plenamente com o autor, e pensamos que um ensino contextualizado, que realce as relações entre ciências, filosofia, história e sociologia pode ser um dos antídotos contra uma visão mercantil, conservadora e instrumental do que seja o processo educacional.

O impressionante é como a crítica ao modelo escolar conservador e utilitário é antiga. Há décadas que Einstein criticava a mera formação de especialistas e não de cidadãos criativos, que condenava o rigor sufocante das escolas da Europa de sua época, considerando que estas poderiam exterminar o que há de mais precioso para a formação cultural de um jovem: sua curiosidade intelectual. Einstein pensava que o valor da ciência é sublime: elevar-nos acima do senso comum cotidiano, e considerava que o valor da educação, da escola infantil à universidade, não deveria ser modelado pelo utilitarismo prático. Cabe à educação preservar, transmitir e aumentar a riqueza cultural legada por nossos antepassados. Não pode se limitar a formar mão de obra para o mercado de trabalho, mas cidadãos sedentos por saber, apaixonados pela aventura do conhecimento. Tais cidadãos é que estarão aptos a aumentar o patrimônio cultural da humanidade, a preservar uma cultura de paz e a lutar por justiça social (EINSTEIN, 1981). Na escola, os alunos são como herdeiros e os professores são os transmissores de uma herança cultural. Aquilo que incontáveis gerações de antepassados produziram em ciências, artes, letras e saberes populares, são legados aos jovens, para que se humanizem se preparem para conhecer melhor a si mesmos e ao mundo.

José Leite Lopes, um dos físicos fundadores do CBPF, que em 2018 completaria cem anos caso estivesse vivo, também denunciou a pobreza de um ensino utilitarista:

É uma afirmação bem conhecida que a origem de nossas teorias e de nossos sistemas, os mais abstratos, está em última análise, na atividade de utilizar, de desenvolver técnicas. Mas a história nos mostra também que os mais grandiosos progressos da própria técnica são resultantes da pesquisa a mais desinteressada, a mais afastada de toda intenção utilitária. Os exemplos são numerosos e em todos eles verifica-se que é antes deixando-se guiar por uma misteriosa intuição, por uma insaciável curiosidade de desvendar as leis do Universo, de compreender

⁴ SCHRÖDINGER, Erwin. A Natureza e os Gregos: seguido de Ciência e humanismo. Lisboa: Edições 70, 1996.

⁵ Para uma compreensão maior da importância filosófica, cultural, e mesmo estética, da astronomia para a formação científica ver “A Astronomia” em O Valor da Ciência, de Henri Poincaré.

e explicar o ajustamento estético, por uma particular predileção pela beleza formal e pela simplicidade lógica das idéias, que os homens de ciência realizam para os outros homens as conquistas espirituais de importância mais decisiva para a evolução das sociedades (sic) (LOPES, 2012, p. 3)⁶.

Lopes não foi somente um físico de renome internacional, como um intelectual de grande erudição e engajamento social e político. Leite Lopes foi a encarnação da ideia de que um ensino de física contextualizado é fundamental para uma compreensão mais rica da realidade. Não somente do mundo natural, mas, inclusive, da vida social. A partir da história da pesquisa brasileira em física, por exemplo, o ensino de física pode contribuir para o aprendizado:

1. Da história do Brasil no século XX.
2. Da história das instituições científicas, e, portanto, da dimensão social das ciências.
3. De biografias científicas.
4. Da filosofia dos físicos, suas reflexões e estudos epistemológicos.
5. Do papel cultural do cientista em um cenário intelectual mais amplo.
6. Das relações entre Ciência e Sociedade.
7. De como cientistas brasileiros responderam questões fundamentais como “Qual é o valor da ciência? Qual é o valor da educação?”.

A escola geralmente ensina somente a física já consolidada ao longo da tradição, muitas vezes negligenciando as áreas de pesquisa mais recentes e excitantes. O aluno pode pensar que a ciência é algo estático e bem acabado, ao invés de um empreendimento dinâmico e sempre em construção. Além disso, os nomes citados são em sua maioria estrangeiros. Não que a ciência não seja universal, mas é preciso oferecer aos alunos o conhecimento da pesquisa científica desenvolvida por brasileiros e no Brasil. A ciência trata do real, da natureza, mas é preciso transmitir também sua história social e política.

Algumas iniciativas de educação científica nas fronteiras do conhecimento estão em curso no Brasil e no mundo, como é o caso do *Hands on Particle Physics*⁷, que convida jovens

de ensino médio a aprender física de partículas analisando eventos gerados pelas colisões próton-próton e registrados pelos experimentos do LHC, no CERN. Para isto, é utilizado o mesmo *software* que os físicos utilizam, permitindo que os alunos vivenciem, mesmo que por um curto período de tempo, a rotina de trabalho de pesquisa em física de altas energias.

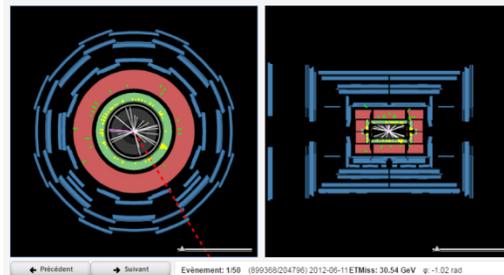


FIG. 1: *Hypatia*, o software utilizado pelos pesquisadores do experimento ATLAS, no CERN. Fonte: HYPATIA.IASA. <http://hypatia.iasa.gr/>

O jovem percebe que a ciência está em movimento, que há muito por ser feito e descoberto, e que pode contribuir nesse processo. Compreende que sua relação com a física não é meramente passiva, absorvendo conteúdos ministrados em classe, mas que pode praticar a ciência que está em curso nos dias atuais.

Nossa ideia é que o *Hands on Particle Physics* pode ser utilizado para criar um espaço interdisciplinar em que o aluno aprende as noções fundamentais da física de partículas, enquanto é apresentado, também, à história da física de partículas no Brasil e aos problemas filosóficos que permeiam este campo científico.

A institucionalização da física brasileira ganha impulso a partir de 1934 com a fundação da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras em São Paulo e com a chegada ao Brasil de Gleb Wataghin (SILVA; BEGALLI, 2016). Nos anos 1940, alguns dos maiores físicos brasileiros, como Schenberg, Lattes, Leite Lopes e Damy trabalhavam com física de partículas em nível internacional. Em 1947, Lattes estava em Bristol, onde trabalhou com C.F. Powell na aplicação das chapas fotográficas à física nuclear e na pesquisa dos raios cósmicos, seguindo, posteriormente, para Berkeley. Em 1947, César Lattes teve fundamental participação na descoberta do méson- π pela equipe de Powell.

Yukawa foi laureado com o Nobel em 1949, pela previsão teórica desse méson em 1935. Powell também recebeu o prêmio em 1950 por suas contribuições à aplicação dos

⁶ LOPES, José Leite. As palavras do orador da turma de bacharéis de 1942. *Ciência e Sociedade*. CBPF-CS-007/12 - abril 2012.

⁷ CARUSO, Francisco. Sonhando com uma escola menos conservadora e mais crítica. *Ciência e Sociedade* (CS), Rio de Janeiro, CBPF, v. 2, n. 1, 2014. EINSTEIN, Albert. Como eu vejo o mundo. Trad. H. P. de Andrade. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1981. EINSTEIN, Albert. Notas autobiográficas. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1982. HEISENBERG, Werner. *Nuclear Physics*. London: Methuen & CO. LTD., 1953. LOPES, José Leite. As palavras do orador da turma de bacharéis de 1942. *Ciência e Sociedade*. CBPF-CS-007/12 - abril 2012. POINCARÉ, Henri. *O Valor da Ciência*. Helena Franco Martins (Trad.). Rio de Janeiro: Contraponto, 1995. SCHRÖDINGER, Erwin. *A Natureza e os Gregos: seguido de*

Ciência e humanismo. Lisboa: Edições 70, 1996. SILVA, Vinicius Carvalho da. *Teoria quântica, física nuclear e filosofia grega: ensaio sobre os físicos filósofos do século XX*. Griot: Revista de Filosofia, Amargosa, Bahia – Brasil, v.15, n.1, junho/2017/www.ufrb.edu.br/griot. SILVA, Vinicius Carvalho; BEGALLI, Márcia.; *Hands on CERN/RIO In Critical Reviews on Latin American Research: "Science, Technology, Society and the Americans?"*, Vol. 5, No. 1, Abril 2016, pp. 84-87.

métodos fotográficos ao campo da física nuclear, o que possibilitaria a observação dos mésons previstos por Yukawa. Sabemos hoje que foi César Lattes que aprimorou o método das emulsões nucleares, sem o qual a equipe de Powell não teria descoberto o méson- π .

O prestígio de Lattes entre o final dos anos 1940 e o início dos anos 1950 era imenso. As contribuições de Powell, Occhialini e Lattes ao desenvolvimento das técnicas fotográficas foram publicadas em 1947 pela revista *Nature*. José Leite Lopes, César Lattes, Hervásio de Carvalho e Jayme Tiomno lideraram a fundação do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, o CBPF, no Rio de Janeiro, em 1949, dando início a uma nova fase de expansão e consolidação da institucionalização da física de partículas no Brasil (AN-DRADE. 1999). Atualmente a física de partículas e a educação em física de partículas estão consolidadas no país, e cientistas brasileiros atuam na área, participando dos mais importantes experimentos que são realizados no cenário internacional (SILVA; BEGALLI. 2016).

Aproveitar o momento em que os alunos aprendem física de partículas por meio de ferramentas dinâmicas como o *Hands on Particles Physics* para ministrar-lhes as primeiras noções sobre a história do campo no Brasil, repetimos, é criar um momento de interface entre física e história. Sugerimos que a filosofia também seja adicionada em tal iniciativa. Podemos, por exemplo, introduzir os alunos ao atomismo grego, à discussão filosófica antiga acerca da estrutura da matéria, bem como trabalhar com físicos filósofos que buscaram no diálogo com a filosofia grega uma fonte de conhecimentos fundamentais para a ciência moderna. Nesse sentido seria interessante mostrar como Heisenberg e Schrödinger, dentre outros, recomendavam o estudo dos gregos:

A Física Nuclear é um dos mais novos desenvolvimentos da ciência natural. Mas a concepção de estrutura atômica da matéria – de que existem partículas elementares, unidades indivisíveis, que são os blocos de construção de toda matéria – foi sugerida há 2.500 anos pelos antigos filósofos gregos. Qualquer um que desejar compreender a teoria atômica moderna deverá estudar a história do conceito de átomo. (HEISENBERG, 1953, p. 5)⁸

Schrödinger chegou a sugerir que a teoria quântica já estava contida, ainda que em germe, no atomismo grego:

(...) a teoria quântica remonta há 24 séculos, a Leucipo e Demócrito. Eles inventaram a primeira descontinuidade – átomos isolados implantados no espaço vazio. A nossa noção de partícula elementar descende historicamente da noção que eles tinham do átomo, e conceitualmente deriva também da sua noção do átomo. Nós limitamo-nos simplesmente a segui-la (SCHRÖDINGER, 1996, p. 134)⁹.

Outra ferramenta que pode ser muito útil é o *Observing with Nasa*¹⁰, um projeto da NASA e da Harvard Smithsonian que permite o controle remoto de micro observatórios robóticos localizados nos Estados Unidos. O aluno preenche um requerimento de astrofotografia, e o micro observatório atende ao pedido na primeira oportunidade de céu observável. A foto é enviada ao email do requerente e passa a integrar o banco de dados da agência espacial norte americana.

Em 2015, um dos autores deste artigo utilizou o *Observing With Nasa* em uma turma de ensino médio da rede particular de ensino do município de Petrópolis, na Serra Fluminense. A matéria lecionada era “A Filosofia Natural de Galileu Galilei”, integrando a disciplina de Filosofia do primeiro ano do ensino médio.

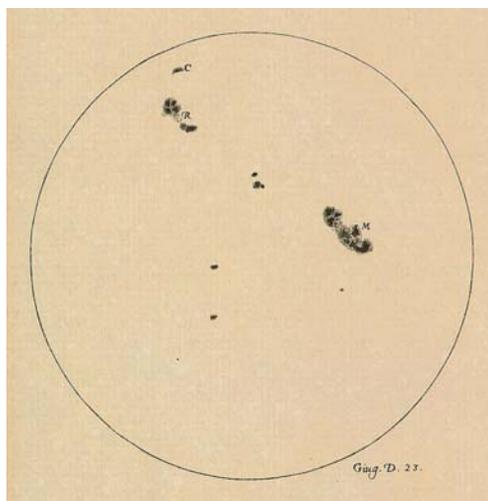


FIG. 2: Manchas solares, publicada na obra “História e demonstrações sobre as manchas solares”, em 1613. Fonte: www.galileo.rice.edu

Os professores de filosofia e física colaboraram para que conhecimentos de filosofia e história da ciência e tópicos de física se reforçassem mutuamente.

Para ilustrar o impacto do ato revolucionário de Galileu de apontar o telescópio para a lua, o sol e outros astros a fim de observá-los meticulosamente, os alunos passaram a manejar remotamente os robôs da NASA/Harvard-Smithsonian para que pudessem observar a lua, o sol, planetas, galáxias e nebulosas. Tantas foram as fotos obtidas que uma exposição de astrofotografias foi realizada por ocasião da feira de ciências do colégio em Petrópolis. Os alunos relacionaram física, filosofia, história e artes, e sentiram que é possível fazer parte da ciência ao invés de somente ouvir sobre ciência. O professor de física do colégio, Luiz Chaves e Silva, também em Petrópolis, deu contribuição, explicando os princípios ópticos subjacentes ao telescópio.

Enquanto aprendiam que Galileu utilizou o telescópio para

⁸ HEISENBERG, Werner. *Nuclear Physics*. London: Methuen & CO. LTD., 1953.

⁹ Op cit.

¹⁰ <http://mo-www.harvard.edu/OWN/>



FIG. 3: Astrofotografia obtida por uma aluna por meio do micro observatório robótico da NASA-Harvard Smithsonian. No canto superior à direita podemos ver pequenas manchas solares. Fonte: *ObservingwithNasa*.

observar a superfície solar, descobrindo as chamadas “manchas solares”, os alunos fizeram o mesmo com os seus recursos tecnológicos atuais, programando os microobservatórios do *Observing with Nasa* para astrofotografar o sol. Assim, séculos depois, não somente ouviram falar da observação de Galileu, como a repetiram e puderam constatar a presença das manchas descritas.

Independente de quais sejam os experimentos e iniciativas em prol de uma educação mais criativa, acreditamos que

o fundamental é pensarmos que o aluno vai à escola não para receber passivamente os conteúdos necessários para que se torne um profissional, via admissão no vestibular e ingresso em uma universidade utilitária, mas para tornar-se um cidadão crítico, para receber a herança cultural que advém de nossos antepassados, aumentando-a para as futuras gerações.

Considerações finais

Pensamos que aproximar o estudante da história da ciência brasileira, fazendo com que conheça nossas instituições e cientistas, é um dos elementos importantes de tal processo. Por meio do estudo da história da ciência “nacional” o estudante é convidado a pensar nas dificuldades, dilemas e tensões sociais que envolvem a pesquisa científica, é levado a perceber a imbricação entre ciência e sociedade, a valorizar a memória da pesquisa brasileira. É apresentado a instituições e cientistas que foram engajados politicamente e sofisticados filosoficamente. Como resultado, a imagem de ciência assim construída tende a ser plural, dinâmica e complexa. Um mesmo evento (aula, palestra ou feira de ciências etc.), pode privilegiar diferentes abordagens e dimensões da pesquisa científica, indo da história das instituições e biografias, passando pelo formalismo matemático, ressaltando os problemas filosóficos presentes, e culminando em uma prática diferente com jogos ou ferramentas *online*. O caso do *Hands on Particle Physics* e do *Observing with Nasa* ilustram bem tal possibilidade.

É fundamental que além da transmissão oral de conteúdos, a educação científica seja participativa e envolvente, de modo que os estudantes não se limitem a aprender sobre ciências, mas “coloquem a mão na massa”, participem e façam ciência.

-
- [1] CARUSO, Francisco. Sonhando com uma escola menos conservadora e mais crítica. *Ciência e Sociedade*, Rio de Janeiro, CBPF, v. 2, n. 1, p. 47-49, 2014. (CBPF-CS-007/14).
- [2] EINSTEIN, Albert. Como eu vejo o mundo. Trad. H. P. de Andrade. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1981.
- [3] HEISENBERG, Werner. *Nuclear Physics*. London: Methuen & CO. LTD., 1953.
- [4] LOPES, José Leite. As palavras do orador da turma de bacharéis de 1942. *Ciência e Sociedade*. CBPF-CS-007/12 - abril 2012.
- [5] SCHRÖDINGER, Erwin. *A Natureza e os Gregos: seguido de Ciência e humanismo*. Lisboa: Edições 70, 1996.
- [6] SILVA, Vinicius Carvalho da. Teoria quântica, física nuclear e filosofia grega: ensaio sobre os físicos filósofos do século XX. *Griot : Revista de Filosofia*, Amargosa, Bahia – Brasil, v.15, n.1, junho/2017/www.ufrb.edu.br/griot.
- [7] SILVA, ViniciusCarvalho; BEGALLI, Márcia.; *Hands on CERN/RIO In Critical Reviews on Latin American Research: “Science, Technology, Society - and the Americans?”*, Vol. 5, No. 1, April 2016, pp. 84-87.