

INSTITUTO DE FÍSICA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

2º Semestre de 2020 — Propostas e Projetos

Erika Mesquita, Giovana Salamoni, Iago Ribeiro, Lídia Ascon, Nicolý Humphreys.

1º Seminário: Grupo 4

PSSC & Telecurso 2000: Primeiras Aproximações sobre Gravitação

1. O PSSC

Considerações gerais sobre seu contexto histórico

O PSSC, sigla em inglês para Comitê de Estudo de Ciências Físicas, foi um projeto de ensino de física inaugurado em 1956 no MIT, Instituto de Tecnologia de Massachusetts, nos Estados Unidos da América. Entre seus membros, estão Jerrold Zacharias, Phillip Morrison, Fran Friedman, Ed Purcell, James Killian e Edwin Land. A fim de entender o projeto a fundo, se faz necessário analisar o período histórico-social que o permeia: nesta época, o mundo estava sob o contexto da Guerra Fria. Diante da ameaça de dominação mundial Soviética, os EUA viu no ensino de Ciências uma arma de defesa nacional. Em especial, o lançamento do Sputnik teria causado pressão suficiente para uma grande mudança curricular em ciências, com a implementação de um projeto em escala nacional, a fim de produzir mão de obra qualificada.

Entretanto, tal pressão externa não teria sido o suficiente por si só para justificar tudo o que o PSSC acabou se tornando. Apesar da ameaça militar da Rússia ter justificado todos os gastos e a magnitude do projeto, as motivações do Comitê também envolviam questões políticas internas. Esse período foi marcado pela Segunda Ameaça Vermelha nos EUA, isto é, a criminalização de opiniões políticas de cunho socialistas, comunistas e anarquistas. Em especial, a prática de acusar alguém de subversão, muitas vezes sem fundamentos, chamado movimento *macarthismo*, se fez muito presente. Dessa forma, uma grande onda de irracionalismo permeava a população, caracterizando-se por uma grande suspeita do público que ameaça, em especial, a própria produção científica do país. Nesse contexto, os cientistas eram alvos de suspeita política, o que acarretou em ataques diretos e indiretos, trabalhos limitados, comunicação científica internacional restrita, entre outros... Portanto, a intenção do grupo não era a produzir cientistas *necessariamente*, mas sim educar uma geração baseada nos fundamentos que dão sustento à ciência, ou seja,

tratava-se também de uma luta política por respeito e apoio público que garantiriam condições favoráveis para o trabalho científico e a produção de conhecimento.

Neste sentido, é notável a tentativa do projeto de aproximar o estudante com a física, de forma que lhe dê encantamento e paixão, mais do que apenas a aquisição do conhecimento. Ao todo, o PSSC produziu 4 livros-textos e seus respectivos livros do professor, mais de 50 filmes próprios (com uma média de 20 minutos cada) e uma extensa sequência de materiais experimentais, assim como pequenos livros complementares.

Considerações gerais sobre o PSSC no Brasil

O curso é planejado com 4 aulas semanais no primeiro ano, idem no segundo e 5 no terceiro, cada uma com 50 minutos, num ciclo de 180 dias letivos. Foi “organizado e ordenado de forma a construir um quadro integrado”, pois “[...] o curso vai formando novas ideias, através do contexto precedente. *Tal continuidade é uma das principais virtudes pedagógicas do curso*”. Existe uma grade muito bem definida como sugestão no livro do professor.

A parte III aborda dinâmica, tentando responder à questão “Por que os corpos se movimentam da forma como o fazem?”. Para tal, estuda-se os conceitos de força, massa, quantidade de movimento e energia. É privilegiada a abordagem integral, isto é, a aquisição de informações a partir do estado do sistema, ocultando detalhes da interação.

A finalidade do capítulo 22, segundo o livro do professor, é “Introduzir a lei de Newton da gravitação universal, no seu contexto histórico e apresentar uma descrição do contínuo esforço do homem, para compreender o funcionamento do universo”. Um aspecto interessante desse capítulo é que a abordagem é histórica, e talvez pela valorização extrema da experimentação ele é sugerido como leitura complementar em casos de tempo de execução escassos.

Além de indicar o objetivo geral do curso no início do livro do professor, cada capítulo possui algumas categorias, como *finalidade*, *resumo do capítulo*, *ênfase*, *material suplementar*, *planejamento do capítulo* e *leitura complementar*. As seções, subdivisões dos capítulos, tem uma organização semelhante, mas não existe um padrão fixo. Algumas possuem categoriais personalizadas, como *desenvolvimento lógico* e *questões não solucionadas*. O material apresenta orientações claras não apenas para a apresentação das ideias, como também para o uso do próprio texto. As respostas dos exercícios esperadas são bem diversas, sendo algumas expressas numericamente, algebricamente e outras com mais detalhes, cujo desenvolvimento só é possível mediante o domínio conceitual (como o problema 19 abaixo, carinhosamente escolhido). De forma geral, os problemas têm formas e discussões bem robustas.

Por ser um material estrangeiro que foi traduzido para o português, o PSSC não estabelece nenhuma relação direta com a realidade brasileira. Também por esse motivo, não existe nenhuma contextualização ou consideração de conhecimentos prévios dos alunos inseridos na cultura de nosso país.

O capítulo 22 do livro 3 do aluno, que tem como título “Gravitação universal e o sistema solar” é, essencialmente, um capítulo de história da ciência. Desde os gregos até o trabalho de Newton e passando brevemente pelo trabalho de Einstein, o capítulo trata do desenvolvimento de teorias gravitacionais.

No entanto, não existe uma única forma de contar a história das coisas. Isto porque história se refere ao conjunto de acontecimentos do passado oriundos da atividade humana e é o objeto de estudo do historiador. Historiografia é o nome dado ao produto do estudo do passado realizado pelos historiadores. Se a história não depende do historiador, a historiografia, por outro lado, é totalmente dependente deste, pois envolve interpretações, metodologias de pesquisa, objetivos, fontes de dados e delimitações.

Portanto, não há um relato oficial que contemple tudo o que se pode dizer sobre determinado evento, existem, por outro lado, diferentes perspectivas para cada evento, de tal forma que não basta falar em abstrato da utilização da história da ciência no ensino sem analisar diferentes perspectivas, levando em conta suas implicações e quais são os objetivos que se tem. Tendo isso em vista, fizemos uma análise sobre a utilização da história da ciência no capítulo que estudamos.

A perspectiva que aparece neste capítulo do livro é o que se pode chamar de internalista, pois analisa o desenvolvimento científico dentro dele mesmo, ou seja, apresenta este desenvolvimento de um ponto de vista exclusivamente epistemológico, busca causas para este desenvolvimento dentro da própria ciência, procura investigar a lógica de cada descoberta etc.

Essa perspectiva contrapõe a perspectiva externalista, que procura desvendar como determinados contextos históricos, culturais, econômicos e políticos condicionam o desenvolvimento científico, inclusive no conteúdo das teorias científicas. É a perspectiva utilizada, por exemplo, pelo historiador soviético Boris Hessen, autor do livro “As raízes sociais e econômicas do Principia de Newton”.

Se a perspectiva externalista atribui os produtos da ciência aos seus respectivos contextos sociais, como produtos de toda uma civilização em determinado período, a perspectiva internalista, utilizada no PSSC, não dá margem para que as causas para determinado desenvolvimento seja vislumbrado em algum lugar fora da ciência. A ciência, institucionalizada ou não, sendo a entidade composta pelos cientistas. Desta forma, esta última perspectiva atribui os produtos da ciência exclusivamente às figuras dos cientistas.

De fato, ao longo de todo o capítulo, nada se discute sobre o contexto social em que cada coisa se desenvolve, nada é falado sobre a biografia dos cientistas mencionados, a não ser anos e locais de nascimento e morte, algumas vezes.

Além disso, quando se observa o livro do professor, surgem algumas pistas mais explícitas sobre a forma como o projeto vê a história da ciência e seu papel no ensino. O texto aponta, em diversos momentos, a centralidade da história nas figuras dos cientistas e em seus intelectos:

Se seus alunos dispuserem de tempo, uma pequena leitura complementar, nesta altura, contribuirá enormemente para que adquiram não somente noções dos princípios científicos, mas da natureza humana da ciência e da tremenda realização intelectual de homens como Newton, Kepler e Galileu.

Em “ênfase”, lê-se “um estudo de ciência não pode divorciar-se completamente do estudo da história da ciência, nem pode uma apreciação das contribuições dos grandes homens da ciência ser completada, sem os conhecimentos dos fatos da ciência”. De uma vez, temos duas concepções do material em destaque, pois a ciência é vista como um corpo de fatos, e a história da ciência como produto do trabalho de algumas personalidades grandiosas. Além disso, o texto atribui à utilização da história da ciência, ou da história destes homens da ciência, o papel de entusiasmar os alunos com a ciência:

um exame excessivamente rápido deste capítulo omitirá algumas das partes mais excitantes da Física. Um estudo de ciência não pode divorciar-se completamente do estudo da história da ciência, nem pode uma apreciação das contribuições dos grandes homens de ciência ser completada, sem o conhecimento dos fatos da ciência. O entusiasmo do cientista profissional pelo seu trabalho pode ser delineado, em parte, de sua apreciação do fato de ser ele membro de uma equipe — equipe que começou há muitos séculos passados e continuará indefinidamente. Exatamente como as figuras históricas foram capazes de contribuir para a compreensão dos problemas que preocupavam a todos, assim também procede o cientista moderno, seguindo seus próprios sucessos e fracassos, à espera de contribuir para o esclarecimento dos problemas de interesse contemporâneo.

Voltando para o livro do aluno, em diversos momentos pode-se identificar o apelo emocional que se pretende através da citação de frases de cientistas acerca de seus trabalhos, como estas, de Kepler:

Kepler ficou obcecado com o problema de encontrar uma esquema numérico para o sistema planetário. Ele escreveu: "Eu refletia com toda a energia de meu espírito sobre esse assunto".

Kepler ficou extasiado. Escreveu: "O intenso prazer que senti com essa descoberta não pode ser descrito em palavras. Não me importo mais com o tempo despendido; não me incomodo de nenhum trabalho; não fugi a nenhum trabalho de verificação, dias e noites despendidos em cálculos, até que pudesse ver se minhas hipóteses concordavam com as órbitas de Copérnico, ou se minha alegria devia desvanecer-se no ar."

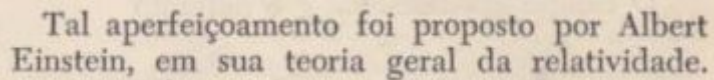
Além disso, a perspectiva histórica utilizada pelo PSSC apresenta a ciência como algo contínuo e linear, como se o conhecimento fosse sempre cumulativo, que sempre se desenvolvesse a partir do que se tinha anteriormente e como se todos os trabalhos científicos ao longo do tempo fizessem parte de um mesmo todo. Ainda nesta perspectiva contínua e cumulativa do desenvolvimento da ciência, é possível notar no livro do professor certo anacronismo histórico em relação aos antigos gregos e suas teorias:

A deficiência, no estudo da astronomia adotada pelos gregos, era a sua confiança na intuição mais do que na observação direta, em sua procura de modelos racionais. Um exemplo foi a insistência no uso de órbitas circulares para o movimento celestial, simplesmente porque o círculo era considerado "perfeito". Ninguém se preocupou em estudar os movimentos com suficientes detalhes, como fez Brahe séculos mais tarde, para demonstrar que o movimento não era perfeitamente circular. Devido à forte confiança dos gregos na intuição, era difícil separar a antiga ciência de sua filosofia contemporânea. Mesmo atualmente, as questões filosóficas básicas, com frequência, tanto embaraçam os cientistas quanto as observações diretas, para as quais não há uma explicação imediata.

As razões apontadas pelo texto para a utilização de órbitas circulares no passado, a utilização dos termos "deficiência", "insistência" e "ninguém se preocupou" coloca os gregos em uma posição de ingenuidade, invalidando completamente a visão de mundo que tinha a ciência daquele período histórico.

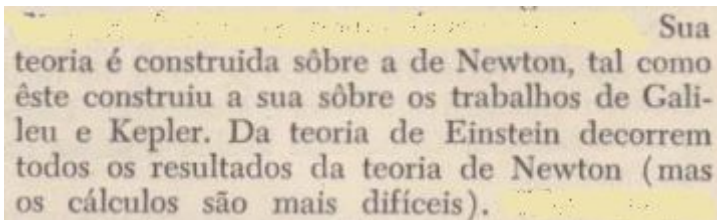
Além disso, o texto menciona a dificuldade de separar a antiga ciência de sua filosofia contemporânea. Podemos nos perguntar: é possível fazer essa separação em algum período histórico?

Por fim, o capítulo trata brevemente sobre a Relatividade de Einstein, dizendo erroneamente que esta surge para solucionar alguns problemas da teoria de Newton:



Tal aperfeiçoamento foi proposto por Albert Einstein, em sua teoria geral da relatividade.

E diz que:



Sua teoria é construída sobre a de Newton, tal como este construiu a sua sobre os trabalhos de Galileu e Kepler. Da teoria de Einstein decorrem todos os resultados da teoria de Newton (mas os cálculos são mais difíceis).

Uma concepção de ciência como esta não leva em conta que diferentes teorias científicas carregam consigo diferentes visões de mundo, que a teoria de Einstein é fundamentada em princípios que representam um mundo bastante diferente do mundo representado pela teoria de Newton.

2. O Telecurso 2000

Foi realizada uma análise histórica, social e política por trás do Telecurso 2000 e suas implicações no mercado de trabalho. No início dos anos 90, o Brasil estava tomado por ideias neoliberais e, por isso, pretendia abrir o mercado nacional para empresas estrangeiras; porém, a mão de obra brasileira era um empecilho. Na época, esta última tinha baixa escolaridade (a média do tempo escolar era de 3.9 anos — menos da metade dos 8 anos do ensino fundamental) e isso dificultava a vinda de empresas internacionais porque era necessário trabalhadores preparados para operar novos equipamentos e, conseqüentemente, dominar as novas tecnologias.

Dessa pressa em qualificar a mão de obra para atrair empresas estrangeiras surgiu o Telecurso 2000, desenvolvido pela Fundação Roberto Marinho e FIESP, com o propósito de propor um supletivo (fundamental II e ensino médio) à distância. O projeto foi inicialmente planejado para ocorrer dentro das fábricas, onde lá teriam as teleaulas e os textos. Com isso, o Grupo Globo percebeu que as teleaulas teriam um impacto em TV aberta (devida a tamanha influência política e econômica do grupo já nessa época), e assim estreou o Telecurso 2000 em TV aberta, junto com a venda dos livros em bancas.

Foi feito um recorte abordando apenas o episódio 12 intitulado "Por que não flutuamos?", analisando as propostas de ensino sobre o campo gravitacional, como ele era abordado, seu público alvo, sua linguagem e representação matemática, o nível de diálogo claro com o espectador, etc. Através dessas análises notamos que o Telecurso tem como característica a abordagem coloquial e cotidiana, trazendo aproximação para o público adulto que não teve acesso a escola regular e situações corriqueiras, como por exemplo a conversa entre dois amigos. Isto pode fortalecer o vínculo entre quem assiste e quem ensina, pois leva o conteúdo de física para além da sala de aula.

Livro de Física 1 do Telecurso 2000 – Aula 12: Por que não flutuamos?

Justamente com esse intuito de aproximar o conhecimento científico e as situações cotidianas, nota-se uma diferença no índice deste livro quando comparado a livros de física que consideramos tradicionais; são usadas frases que percebemos o intuito em despertar o interesse no aluno. A estrutura do texto é dividida em:

“Para Começar” – uma pequena história para introduzir o assunto;

“Fique Ligado” – é o texto explicativo sobre o assunto proposto;

“Com a Mão na Massa” – trecho no texto explicativo em que sugere um experimento;

“Para Terminar” – resumo de todo o assunto abordado;

“Mãos à Obra” – exercícios.

Nota-se, no texto, que os parágrafos são curtos e que a linguagem utilizada é simplificada. Além disso, os conteúdos propostos no livro seguem uma continuidade pois no meio do texto explicativo tem trechos que recorda aulas anteriores. O material era limitado tanto financeiramente quanto temporalmente, o que acarretou em produzir uma aula de física em poucas páginas. Tal limitação justifica uma abordagem superficial em alguns pontos do texto e os poucos exercícios. Nesta aula apresentam quatro exercícios que são aplicações de fórmulas pois visavam também o desejo do aluno, que dispunha apenas desse material, em prestar um vestibular.

O Telecurso 2000 tinha uma perspectiva vygotskiana do aprendizado pois não encontra-se material do professor mas sim o material do *orientador de aprendizagem*, sendo este um parceiro mais capaz (aluno mais avançado ou alguém que já tenha concluído o ensino básico) para auxiliar os trabalhadores nas dúvidas e resoluções dos exercícios.

Pequenos erros foram identificados, mas foram pertinentes o suficiente para tratarmos sobre eles. Listando os mais importantes, temos como exemplo o desenho das fases da Lua e a falta de sombreado entre a Lua nova e a Lua cheia, o que retira o Sol de evidência, que basicamente é o que faz ela aparecer iluminada para nós. Essa omissão

pode confundir o espectador, por isso é muito importante se atentar e essas representações. A segunda é sobre uma imagem da apostila do Telecurso em que a Terra aparece desenhada sem evidenciar seu eixo de inclinação, o que pode levar o aluno a pensar que as estações do ano acontecem por qualquer outro motivo.

Referências

- 1) RUDOLPH, J. L. PSSC in Historical Context: Science, National Security, and American Culture during the Cold War. PSSC: 50 years Later. **American Association of Physics Teachers**, 2006. <<https://www.compadre.org/portal/pssc/pssc.cfm>> Acessado em setembro de 2020.
- 2) **PSSC – Parte III**. EDART, São Paulo. Tradução autorizada com direitos reservados para o Brasil pelo IBEC-UNESCO.
- 3) **PSSC: Guia do Professor de Física – Parte III**. EDART, São Paulo, traduzido e adaptado pela Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências e pelo Centro de Treinamento de Professores de Ciências de São Paulo (CECISP).
- 4) LOPES, Gláucia. **Leituras em Aulas de Física na Educação de Jovens e Adultos no Ensino Médio**. Dissertação de Doutorado, Faculdade de Educação/ Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas/SP, 2009.
- 5) “**Telecurso 2000 – Física. Volume 1**” 2º grau. Ed. Globo, São Paulo/SP, 2000.
- 6) AULA 12: Por que não Flutuamos? In: Telecurso 2000: Física. Produção de Fundação Roberto Marinho, FIESP, TV Cultura. Rio de Janeiro. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=JniNcXrfUXw&list=PL2EDB3FBFFCBAE769&index=12>> Acessado em setembro de 2020.