DESMI(S)TIFICANDO A CIÊNCIA: UMA METODOLOGIA DE CONSTRUÇÃO DO PENSAMENTO CRÍTICO E AS CONSEQUÊNCIAS NA FORMAÇÃO DO PROFESSOR E DO ALUNO.

Letícia Nunes Andreatta[1], Luiz Gonzaga Roversi Genovese[2], Thiago V. Ribeiro[3]

[1] Instituto de Física - UFG / letycya_gyn@hotmail.com

[2] Instituto de Física - UFG / lgenovez@uol.com.br

[3] Universidade Federal de Goiás – UFG / thiago.v.ribeiro@live.com

Resumo

Este trabalho se desenvolve no estágio supervisionado de uma universidade pública de Goiânia e é uma proposta de ensino para o Ensino Médio que procura propiciar a incorporação de elementos da pesquisa por parte dos alunos. É guiado pela Sociologia da Ciência e tem como referencial Bruno Latour (1998), que é focado nas controvérsias e caixas pretas da ciência e aborda a história da controvérsia para discutir a construção da ciência. São propostas dez intervenções centradas nas controvérsias que circundam o aparelho telefônico celular, levando os alunos a questionar a ciência tal como ela é apresentada, a indagar sobre qual a relação da sociedade e da ciência, a refletir e a debater sobre quais as consequências das conclusões retiradas dos questionamentos. Assim, o propósito deste trabalho é formar alunos que se tornem cidadãos mais críticos e mais conscientes em relação a seus papéis na sociedade e na construção da ciência. Esta proposta tem como diferencial o foco na ciência em ação em vez da ciência acabada, sinalizando a contribuição da Sociologia da Ciência para o ensino de física no Ensino Médio.

Palavras-chave: Sociologia da Ciência, Ensino de Física, Celular.

Introdução

Ao se ensinar ciência nas escolas de Ensino Médio, na maioria das vezes, as teorias são apresentadas de forma atemporal, ou seja, os processos de obtenção de tais e os contextos históricos nos quais elas se inserem não são mencionados e nem ao menos discutidos (KRASILCHIK, 1987; PIETROCOLA, 2005). Em algumas ocasiões é possível notar uma tentativa de inclusão da epistemologia da ciência nas aulas de física, mas esta visão ainda é apresentada de forma ingênua e acaba por transmitir aos alunos uma ideia de ciência que se desenvolve apenas pelo processo de observação de fenômenos.

> "As qualidades operacionais da Física, enquanto conhecimento que funciona e descreve de maneira precisa os fenômenos naturais, conferem-lhe status de verdade absoluta e, por consequência, atemporal. Segundo essa visão, entender as teorias passaria por dominar a estrutura teórica acabada, operacionalizando-a nas diversas situações a que ela se propõe, a fim de obter resultados quantitativos. Nessa prática, não seria necessário (talvez nem acessível ao indivíduo comum) conhecer "como" tal conteúdo

[1] Graduanda de Física pelo Instituto de física pela Universidade Federal de Goiás

[2] Prof. Dr. Adjunto pelo Instituto de Física da Universidade Federal de Goiás

[3] Graduanda de Física pelo Instituto de física pela Universidade Federal de Goiás

> foi obtido. Na prática isto aparece na forma lacônica e desproblematizadora do conteúdo físico apresentado nos livros didáticos." (ALVES FILHO, J & PINHEIRO, F, p. 196, 2012).

Essa deficiência no ensino de física gera uma visão de uma ciência axiomática, ou seja, de uma ciência imparcial, indiscutível, não influenciável e que leva os alunos a acreditarem que a sociedade leiga, de uma forma geral, não participa do processo de desenvolvimento científico, nem mesmo indiretamente (GIL-PÉREZ et al. 2001). Outro aspecto que catalisa e potencializa essa visão de ciência é o esforço por meio dos participantes diretos do processo de produção científica para impedir que a maioria das pessoas tenha acesso a tal processo. "(...) a dificuldade de se escreverem artigos "populares" sobre ciência é uma boa medida do acúmulo de recursos nas mãos de poucos cientistas. É difícil divulgar a ciência porque ela é planejada para alijar logo de cara a maioria das pessoas" (LATOUR, 2000, p. 88).

Os períodos do ensino básico e do ensino fundamental vividos pela autora foram caracterizados por essa deficiência, o que acarretou na mesma esta visão distorcida da ciência. Mas durante o ensino médio um dos seus professores de física começou a ensinar de uma forma diferente, sendo um dos principais contribuintes para a mudança na visão de ciência da autora. Este professor enfocava que para aprender ciência era preciso aprender sobre ela, ou seja, enfatizava que o contexto histórico por trás do desenvolvimento de cada teoria era importante para entendê-la melhor. Mostrava que cada teoria contribuiu para o desenvolvimento da ciência até o ponto em que ela se encontra hoje, até mesmo aquelas teorias que se provaram "erradas".

As experiências da autora a levaram a perceber a ciência de diversas formas no decorrer de sua vida escolar e acadêmica e tiveram grande influência sobre o tipo de visão de ciência que a mesma deseja transmitir aos seus alunos. Assim, a presente proposta tem o intuito de engendrar nos alunos uma visão mais crítica da ciência, rompendo com a ciência do senso comum a qual é "indiscutível", "perfeita" e desvinculada da sociedade leiga, ou seja, da parte não científica da sociedade. Outra meta é romper com a noção de que a tecnologia é um resultado do conhecimento científico, que somente a ciência gera tecnologia e não que a tecnologia também gera desenvolvimento na ciência, pois esta noção reforça a visão axiomática da ciência.

O objetivo de trabalhar este tipo de visão mais crítica é estimular uma posição mais ativa por parte dos alunos de forma que isso contribua na formação educacional, pessoal e cidadã de cada um deles, para que possam não somente apreender física, mas que possam também entender como a ciência faz parte de um enredo social carregado de significados, de interferências e de jogos de interesses. "Por el contrario, podría decirse que muchos alumnos de secundaria y preparatoria resultarían mejor educados para las vidas que tedrán que vivir si se les enseñara un poco menos de ciencia como tal y un poco más *sobre* la ciencia" (ZIMAN, 1985, p. 17).

É importante ressaltar que este trabalho é uma proposta de ensino que procura propiciar a incorporação de elementos da pesquisa por parte dos alunos, através de intervenções/ações. Em contraposto à maioria guiada pela História e Filosofia da Ciência, este trabalho é guiado pela Sociologia da Ciência e tem como referencial Bruno Latour (1998), que é focado nas controvérsias e caixas pretas da ciência e aborda a história da controvérsia para discutir a construção da ciência.

> "Escrever a história oficial é uma atividade lícita dentro de um campo da ciência. Ela tem, talvez, a mesma utilidade da história política, cujo objeto de estudo é a sucessão de reis, rainhas, guerreiros e estadistas importantes. Não obstante, a história oficial não pode nos ajudar a compreender a natureza da ciência. Por exemplo, uma de suas características é que ela consiste em uma história de heróis; fracassos não figuram de forma significativa na história oficial da ciência. Mas para compreender a natureza da ciência, precisamos compreender não só por que os fracassados fracassam, como também por que os heróis têm sucesso" (COLLINS & PINCH , 2010, p. 214)

Referencial Teórico

Bruno Latour no livro "Ciência em Ação" discute, pelo viés da sociologia da ciência, sobre o "fazer científico" e os seus bastidores tendo como referência as pesquisas que fez ao longo de sua carreira como sociólogo da ciência.

Um conceito de extrema importância neste livro é o de "caixa preta", usado para designar aquilo que se estabilizou como verdadeiro e indubitável, ou seja, aquilo que saiu do campo das controvérsias e passou a ser considerado como encerrado, como fechado. Neste sentido, os artefatos tecnológicos são acumuladores de caixas pretas, sendo muito utilizados para discussões sobre as mesmas.

Tendo isso em foco, o autor apresenta artimanhas utilizadas pelos cientistas, tecnólogos e engenheiros para fortalecerem os seus discursos (ou os seus artefatos tecnológicos), a fim de fechar as caixas pretas. Destacam-se algumas destas artimanhas:

Recrutando Aliados

"Quando uma disputa oral fica acalorada demais, os discordantes, pressionados, logo farão alusão ao que outras pessoas escreveram ou disseram" (LATOUR, p. 55, 1998). Este artifício é usado para sobrepujar os contestantes e, para tal, os cientistas citam argumentos externos de trabalhos de outros autores, que possam sustentar a sua fala.

No caso dos artefatos tecnológicos, usa-se este artifício com o mesmo propósito e da mesma forma, mas, em vez de usar artigos de outros cientistas para sustentar a retórica, buscam-se outros artefatos tecnológicos em outros engenheiros para sustentar as caixas pretas contidas no artefato em questão.

Referindo-se a Autores Anteriores

Aqui Latour usa o que ele chama de Geração, onde autores de diferentes épocas são citados de forma que, muitas vezes, estes estão citados nos trabalhos uns dos outros. Além de citar outros trabalhos como referências, usa-se este artifício para modalizar as citações, ou seja, acrescentar modalidades positivas e/ou negativas de modo a qualificá-las.

> "Em vez de ligar passivamente o seu destino a outros textos, o artigo modifica ativamente o status destes. Dependendo dos interesses em jogo, eles pendem mais para o fato ou mais para a ficção, substituindo assim multidões de aliados duvidosos por formações bem alinhadas de partidários obedientes. Aquilo que se chama contexto de citação mostra-nos como um texto age sobre outros para ajustá-los mais às suas teses." (LATOUR, B., p.61, 1998).

Assim o cientista usa e qualifica outras caixas pretas para fortalecer e transformar a sua própria pesquisa em uma caixa preta. Desta forma, sempre que o leitor discordar do que é proposto pelo cientista, ele irá se deparar com vários outros autores e seus respectivos artigos, todos de variadas gerações e conectados entre si, de forma que ele terá que discordar de todos eles para que possa discordar do cientista e abrir as caixas pretas nele contidas.

Adesão por textos posteriores

Segundo Latour para um texto ser aceito como fato ou ficção ele dependerá da forma como outros textos irão usá-lo posteriormente. A controvérsia contida no trabalho do cientista só se torna caixa preta se este trabalho é tido como um fato nos trabalhos de cientistas de gerações posteriores. Assim, quanto mais gerações se apropriarem do trabalho de um cientista, mais este será considerado como fato e mais difícil será para um discordante abrir a caixa preta.

Pode surgir, entretanto, um contratempo. O trabalho do cientista pode ser utilizado pelas gerações posteriores da forma incorreta e assim o trabalho pode tomar um rumo indesejado. Logo, a caixa preta passa a ter valores diferentes daqueles que o cientista buscava.

Ainda sim, ser citado erroneamente não é o pior encerramento para o trabalho, mas sim quando este simplesmente não é citado por nenhuma outra geração. A controvérsia se encerrou, não há mais debates, porém uma caixa preta não foi formada e o cientista não consolidou seu trabalho como um fato. Logo, o cientista e/ou o engenheiro realiza todo um esforço que vai além de seus produtos. Toda uma campanha de divulgação e persuasão é criada para convencer outras gerações a utilizarem tais produtos, de forma a evitar que a controvérsia seja encerrada sem gerar uma caixa preta. É este o motivo pelo qual Latour compara os cientistas e os engenheiros a políticos e a criação de artefatos e o fazer científico a própria atividade política. Então é necessário analisar os valores, os motivos, os interesses e os envolvidos, tanto os indivíduos quanto as instituições, por trás das caixas pretas a fim de abri-las.

Segue então uma proposta metodológica para que alunos do ensino médio possam, identificando as artimanhas apresentas anteriormente, estudar um artefato tecnológico que é neste caso o aparelho telefônico celular.

Metodologia

O estágio supervisionado do curso de Licenciatura cursado pela autora em uma universidade pública localizada no município de Goiânia (GENOVESE & GENOVESE, 2012) é organizado em seis Pequenos Grupos de Pesquisa (PGPs), cada um em uma escola pública da cidade, com um professor supervisor formado em física atuando na escola em questão. O PGP é o espaço no qual os alunos estagiários e o professor supervisor discutem sobre as suas pesquisas, suas ações e suas esperanças com relação aos seus trabalhos que serão realizados na escola em que se encontram.

A junção dos seis PGPs forma o Grande Grupo de Pesquisa (GGP), que é o espaço para os professores supervisores de todos os PGPs com seus respectivos estagiários e os professores de estágio do instituto de física discutirem sobre: as pesquisas que estão sendo realizadas nas escolas; quais são as metodologias e ações escolhidas e o porquê; quais são as exigências da escola, sejam elas provenientes do governo, dos pais, dos alunos ou, até mesmo, das condições sociais que cercam a escola. "O projeto intitulado "Grande Grupo de Pesquisa (GGP)", (...), procura propiciar formação crítica a professores, futuros professores e pesquisadores em ensino de física." (GENOVESE, 2013, p.1).

O PIC (Projeto de Investigação em Conjunto) do professor supervisor do PGP da escola em que a autora deste trabalho é uma estagiária se baseia no PBL (Problem-Based Learning ou Aprendizado Baseado em Problemas) que é, por sua vez, uma metodologia que "promove o desenvolvimento da habilidade de trabalhar em grupo, e também estimula o estudo individual, de acordo com os interesses e o ritmo de cada estudante" (IOCHIDA, 2000). Nesta metodologia o aluno é encarado como um indivíduo ativo, o professor (tutor) como elemento facilitador no processo de ensino-aprendizagem e tem o problema como elemento motivador do estudo e integrador do conhecimento.

As ações propostas por este trabalho são centradas nos alunos e os reconhecem como seres ativos, promovem a formação de grupos nos quais os professores são orientadores e todas as intervenções e os conteúdos estão entorno do problema central. Desse modo, o PIS (Projeto de Investigação Simplificado) que deu origem a este trabalho se relaciona com o PIC do professor supervisor da escola, pois apresenta características do PBL.

Sendo assim, as intervenções que serão realizadas na escola e são apresentadas a seguir separadas em dez momentos tem o propósito de guiar os alunos de forma que eles questionem a ciência tal como ela é apresentada, indaguem sobre qual a relação da sociedade e da ciência, reflitam e debatam sobre quais as consequências das conclusões retiradas dos questionamentos.

1° momento – convite aos alunos para o projeto: neste momento a autora irá capturar o interesse dos alunos e os chamará a participar do projeto. É o momento de valorização dos alunos, ou seja, a autora enfocará o quanto a participação e o engajamento dos alunos no trabalho são essenciais para o desenvolvimento do mesmo, ressaltando que os alunos são atores relevantes para o projeto.

2° momento - considerando as ideias dos alunos: será passado o filme "Planeta dos macacos: a origem (2011)" que mostra uma influência externa na ciência, uma empresa financiando um estudo para desenvolver a cura do Alzheimer. Posteriormente será aberto um espaço para debate, onde os alunos discutirão,

juntamente com os professores, sobre as suas visões de ciência e se eles acreditam que há, ou não, uma ciência perfeita.

3° momento – descobrindo a controvérsia que moverá o trabalho dos alunos: neste momento será passado um trabalho sobre a história do celular ao longo dos últimos 30 anos e sobre quais as mudanças que ocorreram neste aparelho, as no software, as no hardware, as no desing, entre outras. Então, os alunos e os professores discutirão em sala de aula as mudanças ocorridas ao longo desses anos e levantarão hipóteses sobre: o motivo de algumas delas, quais as implicações das mesmas na economia, nas relações da sociedade com o aparelho e nas relações do celular com os outros aparelhos tecnológicos (o computador e a televisão, por exemplo).

É importante ressaltar que estas hipóteses não serão respondidas neste momento, mas que este momento é crucial para perceber qual a posição dos alunos em relação às mudanças no celular e, talvez, encontrar nas discussões quais mudanças podem levar a uma controvérsia que mais instiga o interesse dos alunos.

4° momento – trabalhando com os alunos a ideia de controvérsia: a autora levará um artigo que mostra a história do mouse, as discussões que estiveram em pauta na época da sua construção e os jogos de interesse que levaram ao fechamento das caixas pretas deste aparelho tecnológico. Então, haverá um momento para debate sobre o artigo e a importância de manter as discussões em aberto, ou seja, a importância da controvérsia. Neste momento serão discutidas as três artimanhas que foram apresentadas no referencial teórico e como e quando elas apareceram no artigo.

5° momento – respondendo as hipóteses: depois de terem visto, no momento quatro, quais foram os interesses e as interferências externas que acarretaram nas decisões tomadas pelos fabricantes do mouse e o tornaram o aparelho que é hoje em dia, os alunos estarão mais aptos a tentarem responder as hipóteses levantadas no momento três.

6° momento - os alunos serão separados em dois grupos e cada grupo representará uma empresa de telecomunicações que irá desenvolver o projeto de um celular. Para desenvolvê-lo as empresas serão divididas em subgrupos sociais, sendo eles: o grupo do marketing (que fará a apresentação do produto e a pesquisa dos interesses da população), os técnicos (que desenvolverão o software e o hardware do produto), os designers e os cientistas.

Os subgrupos tem uma relação com as artimanhas apresentadas anteriormente no referencial teórico. O grupo do marketing é o responsável por atrair o público, ele irá criar estratégias para convencer a população (os professores) de consumir o produto oferecido (o celular), ou seja, este grupo irá usar principalmente da terceira artimanha. Os técnicos e os designers irão, baseando-se nos aparelhos já existentes desenvolver o celular de modo que agrade o público alvo e que sirva aos objetivos pré-estabelecidos pela empresa, logo eles irão empregar as duas primeiras artimanhas.

Neste momento os professores serão orientadores de cada grupo, mas as decisões serão tomadas pelos próprios alunos.

7° momento - apresentação do artefato (o celular): os alunos apresentarão os projetos do celular para a professora autora, o professor supervisor e os professores de outras disciplinas que decidirem se juntar ao projeto. Este é o

momento em que os alunos irão trabalhar as suas habilidades de argumentação ao defender as escolhas feitas e eles tentarão convencer os professores de “comprar o projeto” deles. Os alunos usarão das três artimanhas para fechar a controvérsia na qual o aparelho celular que eles desenvolveram está envolto, de modo a convencer os professores a consumirem o mesmo, tornando o celular uma caixa preta.

8° momento – o momento de reflexão sobre as ações: os alunos e os professores discutirão sobre o processo que passaram ao construir o celular: quais foram os atores que influenciaram em tal processo? Como estes atores foram evidenciados, ou não, no momento das apresentações? Quais foram as artimanhas usadas pelos alunos? Como e quando estas artimanhas foram empregadas a fim de convencer os professores do consumo do celular produzido.

9° momento – os alunos serão levados a questionar este processo de fechamento de controvérsia no “mundo real”, da mesma forma que foi feito no artigo do mouse, mas desta vez os alunos e os professores que serão os “discordantes”. Os alunos podem escolher uma empresa de celular e analisar como se dá a fabricação dos aparelhos. A etapa final deste momento será uma visita a uma fábrica de celulares.

Nesta atividade os alunos poderão perceber que o processo pelo qual eles passaram ao construir o celular também acontece nas grandes indústrias e nos centros de pesquisa e de desenvolvimento tecnológico e, também, quais são os agentes externos que mais influenciam nas decisões tomadas internamente.

10° momento - haverá um novo debate sobre como todos os questionamentos feitos nos momentos anteriores podem afetar a sociedade de forma geral. Por fim, discutirão sobre como a participação dos alunos no projeto: mudou a visão deles da ciência, da sociedade e da tecnologia, desenvolveu as habilidades argumentativas dos mesmos e afetou o desenvolvimento deles nas aulas de física e nas outras disciplinas.

É válido ressaltar que cada aluno terá um “diário” no qual eles escreverão sobre suas impressões e suas experiências durante o projeto e no final eles entregarão o diário a professora autora. Eles também farão um pequeno relatório ao fim de cada momento.

Em paralelo a cada momento o professor supervisor irá desenvolver com os alunos os conteúdos que envolvem a física por trás do celular, a professora de português terá acesso aos relatórios e aos diários para analisar a escrita dos alunos e os professores de história e sociologia participarão, quando possível, dos debates e usarão as discussões para fazer uma conexão com as suas respectivas aulas.

Todos os professores convidados terão a liberdade de discutir pequenas possíveis mudanças nos momentos descritos anteriormente, de forma que eles possam melhor encaixar as suas aulas no projeto.

Resultados Esperados

A autora espera conseguir desenvolver o projeto de forma a engendrar a prática de pensar criticamente, não só nos alunos, mas também no professor supervisor, nos colegas estagiários e nos outros professores do colégio, ou seja, no campo da escola. Espera também que suas competências docentes sejam aprimoradas assim como as suas competências enquanto futura pesquisadora.

Por meio das ações que serão realizadas espera-se que os alunos tenham habilidades de argumentação mais aguçadas, assim como uma visão e um entendimento mais críticos em relação à ciência e à sociedade. Além disso, que os alunos apreendam a física que envolve o aparato tecnológico e se desenvolvam, paralelamente ao projeto, nas outras disciplinas.

Conclusão

A ciência é construída de tal maneira que barreiras culturais são criadas com o objetivo de afastar a sociedade leiga e manter o conhecimento concentrado nas mãos de poucos. A sociologia da ciência, por sua vez, estuda a influência de fatores externos na ciência, este estudo se dá de forma crítica com o intento de desmistificá-la e torná-la acessível para a sociedade em geral. Para tanto é preciso incitar a busca pelo pensamento crítico e, surge então, a necessidade de levar a sociologia da ciência para o ensino de ciências.

Esta proposta sinaliza uma contribuição da Sociologia da Ciência para o ensino de física no Ensino Médio, tendo como diferencial o foco na ciência em ação em vez da ciência acabada e formando alunos que são cidadãos com uma visão mais crítica perante o desenvolvimento científico e tecnológico e perante a sociedade.

É importante enfatizar que a presente proposta tem características do movimento CTS (Ciência Tecnologia e Sociedade), por exemplo, evidenciar uma relação muito profunda entre a ciência, a tecnologia e a sociedade e trabalhar, com os alunos, discutindo como esta relação afeta a sociedade em que vivem. No entanto, este trabalho vai além, uma vez que enfoca o quanto a sociedade influência no desenvolvimento da tecnologia e ainda mais no desenvolvimento da ciência e do fazer científico.

Logo, é essencial para o desenvolvimento desta proposta colocá-la em discussão no Simpósio Nacional de Ensino de Física de modo que os outros participantes do congresso, tanto os renomados pesquisadores quanto os alunos de graduação, possam fazer suas devidas considerações e contribuir para o florescimento tanto da proposta apresentada, quanto da autora do projeto em questão.

Referências

ALVES FILHO, J.; PINHEIRO, F. **Instrumentação para o ensino de física A**. Goiânia: FUNAPE, 2012.

COLLINS, H.; PINCH, T. **O Golem**. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010.

CONTRERAS, J. Contradições e contrariedades: do profissional reflexivo ao intelectual crítico. In: **A autonomia de professores.** São Paulo: Cortez Editora, 2002. p. 133-188.

FERREIRA, J.; MARTINS, A.; PEDUZZI, L. **Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino.** Natal: EDUFRN, 2012.

GENOVESE, L. G. R. Obstáculos à Consolidação da Relação entre o Campo Escolar e o Campo Universitário: os Pequenos Grupos de Pesquisa de Goiás em foco. In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 9., 2013, Águas de Lindóia. Anais.

GENOVESE, L. G. R. & CARVALHO, W. L. A construção dos campos escolar e da escola e do capital docente de uma professora de ciências: contribuições do corpus teórico de P. Bourdieu. In: CARVALHO, L. & CARVALHO, W. (Orgs.). **Formação de Professores e Questões Sócio-Científicas no Ensino de Ciências.** São Paulo: Escrituras, 2012.

GENOVESE, L. G. R. & GENOVESE, C. L. R. **Estágio Supervisionado em Física:** considerações preliminares. Goiânia: UAB, 2012.

GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I.; F.; CARRASCOSA-ÁLIS, J.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para Uma Imagem Não Deformada do Trabalho Científico. Revista **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

IOCHIDA, L. C. **Aprendizagem baseada em problemas**. Disponível em: <http://www.unifesp.br/centros/cedess/pbl/>. Acesso em: 01 jun. 2014.

KRASILCHIK, M. **O Professor e o Currículo das Ciências**. São Paulo: EDUSP, 1987.

LATOUR, B. **Ciência em ação:** como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora. São Paulo: Editora Unesp, 2000.

PIETROCOLA, M. Construção e realidade: o papel do conhecimento físico no entendimento do mundo. In: PIETROCOLA, M. (Orgs.). **Ensino de Física**:conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora. Florianópolis: Editora da UFSC, 2005.

ZIMAN, John M. **Enseñanza y aprendizaje sobre la ciencia y la sociedad**. México: Fondo de Cultura Económica, 1985.