

Aula 07¹

Educação Tecnológica e Projetos Didáticos - I

Prof. Dr. Elio Carlos Ricardo

1. Introdução

Para implementar uma educação tecnológica na escola, conforme defendemos nas aulas iniciais, não há necessidade de criar uma nova disciplina. Há, sim, necessidade de compreender em profundidade a tecnologia como prática humana, que se ocupa de responder a problemas bem delimitados e de gerenciar conhecimentos disponíveis ou criar novos.

Nas discussões precedentes apresentamos uma compreensão da tecnologia e dos processos tecnológicos que visam à superação de concepções ancoradas no senso comum ou em visões parciais, reduzindo-a a simples aplicações ou a produção de artefatos. Tratamos também de mostrar que a tecnologia está estreitamente associada a aspectos sociais, históricos, econômicos e políticos, que interferem diretamente nos esforços coletivos para a produção de tecnologia. Vimos que a tecnologia, assim como a ciência, tem papel essencial no desenvolvimento econômico e social de um país. Aprofundar essas reflexões, com exemplos, dados precisos e informações consistentes, já pode conduzir a uma educação tecnológica. Mas, existem outras alternativas didático-metodológicas, conforme veremos mais adiante.

Algumas características dos processos de produção da tecnologia (não apenas artefatos, mas conhecimentos também) são relevantes para nossa empreitada em direção a uma educação tecnológica. As etapas de pesquisa, desenvolvimento e produção foram bem discutidas na Aula 02 e se associam à capacidade de avaliação da resposta dada a uma necessidade precisa, bem como à gestão entre recursos disponíveis e necessidades, custos e benefícios, riscos e ações seguras. Mario Bunge sintetiza muito bem tais características ao afirmar que os processos tecnológicos se constituem com *“o reconhecimento e formulação de um problema prático – projeto de uma coisa, estado ou processo para solucionar um problema com alguma aproximação – construção de um protótipo (máquina, grupo experimental) – teste – avaliação – revisão do projeto, teste ou problema”* (Bunge, 1985, p.236). Ou seja, os processos tecnológicos podem ser nossa fonte de técnicas, conhecimentos científicos e tecnológicos, métodos de avaliação e controle, e assim por diante.

Isso implica que nossas fontes de conteúdos escolares se ampliam para além de uma única referência, como acontece, por exemplo, com as ciências. Assim, os objetos de ensino deixam de ser padronizados e pré-definidos em

¹ Material didático produzido para a Licenciatura em Ciências EAD-USP.

sua totalidade. Abordagens interdisciplinares e contextualizadas passam a ter sentido nessa nova perspectiva de ampliação das referências do que podemos ensinar na escola. Entretanto, é preciso definir também esses constructos, a fim de orientar nossa ação didático-metodológica. Nesta Aula nos ocuparemos dessas diferenciações e do seu emprego na educação científica e tecnológica.

2. A interdisciplinaridade

O entendimento do que seja a interdisciplinaridade, ou mesmo uma definição, está sujeita a muitos enfoques que, em alguns casos, não ajudam a implementar novas práticas na sala de aula. Além disso, termos como pluridisciplinaridade, multidisciplinaridade e transdisciplinaridade frequentemente se confundem e acabam levando o professor a questionar se seria possível um trabalho interdisciplinar em suas aulas. Aqui pretendemos oferecer uma compreensão que mais se aproxime dos objetivos de uma educação tecnológica e que apresentem perspectivas aplicáveis no contexto escolar. Não se trata, portanto, de defender a existência de uma única definição ou abordagem.

Gérard Fourez nos oferece uma boa distinção entre pluridisciplinaridade, multidisciplinaridade e transdisciplinaridade:

Pluridisciplinaridade: prática na qual se convida representantes de diversas disciplinas para expor a maneira como veem uma situação estudada em função da perspectiva de sua disciplina, tendo em conta um projeto compartilhado. (Fourez, 1997, p.107)

Multidisciplinaridade: prática na qual, por ocasião de uma situação precisa, desenvolvem-se uma série de temas surgidos da situação (mas sem compartilhar necessariamente um mesmo projeto ou uma mesma preocupação). As abordagens de cada disciplina estão fixadas em torno de um assunto, mas não se compartilha o mesmo projeto. (Fourez, 1997, p.108)

Transdisciplinaridade: prática que utiliza um mesmo conceito ou um mesmo esquema cognitivo em quadros de referência disciplinares diferentes. Assim, as noções de “sistema” ou de “força” aparecem em física, em biologia, em economia e em psicologia. Essas noções ou práticas “nômades” não tem a mesma significação em cada um desses quadros, mas tem alguma coisa em comum ou semelhante, de maneira que tem sentido dizer que é uma mesma noção ou prática que é utilizada em cada caso, ainda que no sentido estrito do termo não seja a mesma noção. (Fourez, 1997, p.109)

Fourez diferencia pluridisciplinaridade de multidisciplinaridade a partir do compartilhamento ou não de um projeto. Na sequência, o autor destaca que *“a pluridisciplinaridade apresenta ao destinatário uma série de facetas disciplinares relativas a uma situação contentando-se com suas justaposições; difere da interdisciplinaridade, em que nesta última implica muito mais integração de conhecimento”* (Fourez, 1997, p.107 – meu destaque). Uma

abordagem pluridisciplinar prevê a participação de distintas áreas de conhecimento, oferecendo, cada uma, sua perspectiva, com vistas a construir o entendimento de uma situação-problema dada ou um tema qualquer. É comum nas escolas os trabalhos com temas ou temas transversais, como ficaram conhecidos a partir dos Parâmetros Curriculares Nacionais. Nesse caso, professores de duas ou mais disciplinas organizam suas atividades a partir de um tema. Uma atividade como essa pode se caracterizar como pluridisciplinar se, ao final de um período, os alunos tivessem que apresentar em uma exposição, por exemplo, o que aprenderam a respeito daquele tema, ou seja, haveria um projeto compartilhado, nesse caso concretizado pela exposição. A multidisciplinaridade também implica a exposição de abordagens oriundas de distintas disciplinas, mas não há um compartilhamento de projeto final; todos podem ou não continuar com suas perspectivas ao termo de uma prática dessa natureza.

A transdisciplinaridade estaria associada à própria natureza de alguns conceitos ou temas que não pertencem exclusivamente a uma disciplina, ainda que tenham distintos enfoques em cada área. Conceitos como o de energia, por exemplo, são tratados na física, na química, na bioquímica e assim por diante. Em alguns casos, pode haver termos semelhantes que são usados em distintas áreas e com diferentes significados, ainda que em alguns casos sejam empregados metaforicamente. Se juntarmos em uma conferência um engenheiro civil, um engenheiro elétrico e um psicólogo e pedirmos a eles que falem o que entendem por “tensão”, possivelmente falarão de coisas diferentes, ainda que possa haver alguma relação metafórica entre elas. O engenheiro civil falaria de tensão mecânica, ou tração; o engenheiro elétrico pensaria em tensão elétrica; o psicólogo faria referência à tensão nervosa. Uma pessoa tensa, ao final de um dia de trabalho difícil, metaforicamente, estaria tensa como um cabo de aço que suporta um peso. O termo, por si só, não carrega um significado único, o contexto pode oferecer distintas perspectivas.

A interdisciplinaridade, por sua vez, refere-se mais ao campo epistemológico, ou seja, à construção do conhecimento acerca de alguma coisa que não pertence a uma área, ou disciplina, apenas. Exige-se uma integração de conhecimentos de mais de uma área. Por algum tempo no discurso educacional a interdisciplinaridade aparece como resposta a uma suposta fragmentação do conhecimento, ou, o que seria uma solução, uma reunificação do conhecimento. Ambas são concepções discutíveis, pois nunca houve uma unificação de todos os conhecimentos humanos para ser retomada. De acordo com Etges:

A interdisciplinaridade, enquanto princípio mediador de comunicação entre as diferentes disciplinas, não poderá jamais ser elemento de redução a denominador comum, mas elemento teórico metodológico da diferença e da criatividade. A interdisciplinaridade é o princípio da máxima exploração das potencialidades de cada ciência, da compreensão e exploração de seus limites,

mas, acima de tudo, é o princípio da diversidade e da criatividade. (Etges, 1993, p.79)

Há referência, muitas vezes, aos filósofos gregos como sendo exemplo de pessoas que dominavam todas as áreas, mas isso não é verdadeiro. Na mesma direção, entender a interdisciplinaridade como junção de disciplinas é temerária, já que o conhecimento científico historicamente se desenvolveu justamente porque novas especialidades foram sendo criadas, não por iniciativa *a priori* dos cientistas, mas porque novos problemas de pesquisa passaram a ter características tais que o olhar de uma única área de conhecimento era insuficiente; servem como exemplos a bioquímica, a biofísica, a física matemática, a geografia política, a microbiologia e assim por diante. Nesse sentido, Jurgo Santomé destaca que:

Em momentos de crise dentro de uma disciplina, quando se tornam visíveis suas dificuldades para enfrentar problemas que são de sua competência por tradição e tipo de especialidade, tomam-se emprestados de outras disciplinas marcos teóricos, métodos, procedimentos ou conceitos que, incorporados ao corpo tradicional desta disciplina, têm possibilidade de resolver os problemas detectados. (Santomé, 1998, p.63)

O mesmo ocorre com as especialidades dentro de cada grande área de conhecimento. Desse modo, vários autores, entre eles Santomé (1998), Jantsch e Bianchetti (1995), Fourez (2000 e 2001), Etges (1993), criticam a contraposição entre a interdisciplinaridade e a disciplinaridade. Esses mesmos autores defendem a relevância das disciplinas como sendo a base na qual poderá se apoiar o trabalho disciplinar:

Convém não esquecer que, para que haja interdisciplinaridade, é preciso que haja disciplinas. As propostas interdisciplinares surgem e desenvolvem-se apoiando-se nas disciplinas; a própria riqueza da interdisciplinaridade depende do grau de desenvolvimento atingido pelas disciplinas e estas, por sua vez, serão afetadas positivamente pelos seus contatos e colaborações interdisciplinares. (Santomé, 1998, p.61)

As disciplinas, como áreas de conhecimento, apresentam a vantagem, segundo Fourez (2000), de permitir a produção de maneiras historicamente organizadas de representação do mundo e isso, por conseguinte, possibilita a comunicação em um discurso padronizado dessas representações. Isso, ainda conforme o autor, assegura a possibilidade de transmitir formalmente tais conhecimentos, ou seja, ensiná-los. Para isso, é preciso considerar que o conhecimento construído no interior de uma determinada disciplina é consequência de uma definição clara dos objetos de estudo pertencentes a esta disciplina. Isso implica também assumir que as representações desses objetos de estudo não são a realidade, mas um conhecimento acerca dessa realidade. Popper (1974) destaca que a definição das disciplinas, ou áreas de conhecimento, estão associadas a razões históricas e epistemológicas e não

propriamente, ou unicamente, à natureza dos objetos investigados. Este filósofo ressalta que um pesquisador investiga problemas e não disciplinas.

Caminhando, agora, para uma compreensão da interdisciplinaridade no interior dos trabalhos com projetos didáticos, novamente Fourez nos oferece uma síntese das ideias discutidas até aqui ao afirmar que *“é possível considerar que se pode falar de prática interdisciplinar quando se utilizam várias abordagens disciplinares para romper o isolamento ou os limites de uma abordagem monodisciplinar”* (Fourez, 1997, p.106). Mais adiante, o autor ressalta que a interdisciplinaridade se caracteriza como sendo a:

(...) construção de representações do mundo que estão estruturadas e organizadas em função de um projeto humano (ou de um problema a resolver), em um contexto específico e para destinatários específicos, apelando a diversas disciplinas **com vistas a chegar a um resultado original não dependente das disciplinas de origem, senão do projeto que se tem.** (Fourez, 1997, p.106 – meu destaque)

Ou seja, o que define se uma prática será interdisciplinar ou não é a natureza do objeto de estudo ou do problema em questão. Uma possível resposta ao projeto em questão, ainda segundo Fourez,

(...) pode ser percebida como o resultado de uma “negociação” entre diferentes perspectivas disciplinares, com critérios provenientes do projeto e não das disciplinas. **No centro da prática interdisciplinar em sentido estrito, há pessoas que “negociam” uma “representação de uma situação”.** (Fourez, 1997, p.107 – meu destaque)

Quais disciplinas serão envolvidas? O quanto cada uma delas irá contribuir? As práticas interdisciplinares implicam, entre outras coisas, a definição clara de uma situação-problema ou objeto de estudo, a fim de se partir para a negociação entre as distintas disciplinas que podem ser mobilizadas para encontrar respostas a problemas ou para a compreensão de determinado conceito, técnica, procedimento ou teoria. Exige-se, invariavelmente, uma integração de conhecimentos.

3. A problematização e a contextualização

Assim como a interdisciplinaridade, a problematização e a contextualização carecem de compreensões mais precisas que superem a visão de mera ilustração ou relação dos conteúdos disciplinares com o cotidiano. Dentro da perspectiva que estamos adotando aqui, ou seja, de uma ampliação dos objetivos de formação propostos para a escola, incluindo-se uma educação tecnológica, a problematização precede a contextualização. Em certo sentido, pode-se dizer que uma boa problematização é condição para uma contextualização.

Essas estratégias didáticas buscam, entre outras coisas, ampliar os espaços de diálogo entre professor – alunos – conteúdos a serem ensinados. Para isso, um primeiro desafio é transformar didaticamente o que foi um problema para a ciência e a tecnologia em um problema para os alunos. Nisso consiste nosso primeiro desafio, pois o cientista mergulha em um trabalho intelectual em busca de soluções a um problema dentro de determinada área de conhecimento. A soma desses esforços acaba resultando em conhecimento científico aceito como tal. Parte desse conhecimento se transforma em conteúdos escolares a serem ensinados na escola. Mas, é razoável supor que não é automática a adesão dos alunos a uma busca similar, pois aquele problema original na produção histórica do conhecimento científico ou tecnológico não é, de fato, um problema para os alunos. A título de exemplo, quando Isaac Newton escreveu os Princípios Matemáticos da Filosofia Natural tinha como problema central explicar o movimento dos planetas do nosso sistema. Para isso, construiu um conjunto de explicações, teoremas e definições matemáticas, entre elas as célebres Leis de Newton. Na escola, ao ensinarmos as Leis de Newton para os alunos, aquele problema original de Newton não é tratado, nem constitui, por si só, algo do interesse dos alunos. Dito de outro modo, o problema original que gerou a necessidade de um conhecimento para o cientista, não necessariamente (ou muito raramente) teria o mesmo efeito nos alunos; não é um problema para os alunos.

Desse modo, a problematização consiste em construir situações-problema que gerem a necessidade de algum conhecimento nos alunos. Gaston Bachelard (1996), ao falar do ensino das ciências, ressalta a necessidade de construir problemas que não são postos naturalmente pelos alunos. Ainda que esteja se referindo predominantemente ao conhecimento científico, Bachelard defende uma ideia que pode nos ajudar no contexto escolar, ao afirmar que:

Antes de tudo o mais, é preciso saber formular problemas. E seja o que for que digam, na vida científica, os problemas não se apresentam por si mesmos. É precisamente esse sentido do problema que dá a característica do genuíno espírito científico. Para um espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma questão. Se não houve questão, não pode haver conhecimento científico. Nada ocorre por si mesmo. Nada é dado. Tudo é construído. (Bachelard, 1977, p.148)

Nessa mesma direção, Popper (1974), alerta que a escola costuma ensinar respostas a perguntas que não foram feitas. Com isso, fica claro que deverá haver a mediação do professor nesse processo de transformação e construção de uma situação-problema que tenha significado para os alunos. Delizoicov (2001) destaca que problematizar consiste na *“escolha e formulação adequada de problemas, que o aluno não se formula, de modo que permitam a introdução de um novo conhecimento”* (p.132). Em seguida, o autor complementa essa ideia afirmando que os problemas:

(...) devem ter o potencial de gerar no aluno a **necessidade de apropriação de um conhecimento** que ele ainda não tem e que ainda não foi apresentado pelo professor. É preciso que o problema formulado tenha uma **significação para o estudante**, de modo a conscientizá-lo de que a sua solução exige um conhecimento que, para ele, é inédito. (Delizoicov, 2001, p.133 – meu destaque)

Delizoicov (2001) e Ricardo (2005) destacam que a problematização consiste em buscar o permanente diálogo entre o professor e o aluno e não apenas com a realidade do aluno. Assim, estabelecer uma conversação inicial com perguntas cujas respostas os alunos não sabem não constitui uma problematização, pois os alunos não sentem a necessidade de conhecimento. Meirieu (1998) alinha-se a Delizoicov quando define uma situação-problema como sendo:

(...) situação didática na qual se propõe ao sujeito uma **tarefa que ele não pode realizar sem efetuar uma aprendizagem precisa**. Esta aprendizagem, que constitui o verdadeiro objetivo da situação-problema, se dá ao vencer o obstáculo na realização da tarefa. (Meirieu, 1998, p.192 – meu destaque)

Ou seja, um problema, ou uma situação-problema, tem características específicas do contexto e do momento em questão, não se pode pensar em construir uma situação-problema padrão, que servirá para todos os contextos em qualquer tempo. Há aspectos, no entanto, que podem se repetir. Das discussões feitas até aqui, a principal meta da problematização é oferecer aos alunos uma situação que faça sentido para eles, que lhes diga respeito, e que os esforços que serão empreendidos para realizar a tarefa apresentada conduzam à apropriação de algum conhecimento específico, bem delimitado. Nesse caso, conhecimento específico pode ser um conceito, uma técnica, um procedimento de resolução de problema, uma informação, uma coleta de dados e assim por diante.

A partir disso, podemos entender a contextualização como uma etapa posterior à problematização, ou, mais propriamente, à problematização de uma parcela ou aspecto da realidade vivida pelos alunos. Antes de tudo, é preciso lembrar que todo conteúdo escolar passou por um processo de didatização que o leva, invariavelmente, a uma extração do contexto original de produção do conhecimento. Todo conteúdo escolar sofrerá uma descontextualização. Há possibilidades de uma reconstrução histórica daquele contexto original, por meio da história da ciência, mas é pouco provável que seja uma recontextualização plena e que a resposta atual dada ao problema recontextualizado seja a mesma dada historicamente pelo cientista no momento da sua produção. Essa recontextualização a partir do resgate histórico implica uma reconstrução também histórica e pode trazer grandes contribuições para o ensino das ciências, mas não garante uma contextualização total.

Outro aspecto a considerar em relação à contextualização é a compreensão de que a ciência não é o reflexo exato da realidade. Trata-se de uma construção de modelos da realidade, atribuindo-lhe propriedades que podem ser estudadas. Esses modelos serão, portanto, abstratos, muitas vezes, verdadeiras construções matemáticas e, por isso, distantes da realidade cotidiana, ainda que as explicações que derivam da ciência expliquem fenômenos relacionados ao nosso dia a dia. De outro modo, não teria sentido aprendê-los. Mas, essa relação tem que ser construída pelo professor. Pietrocola (1999) chama a atenção para essa necessidade ao afirmar que:

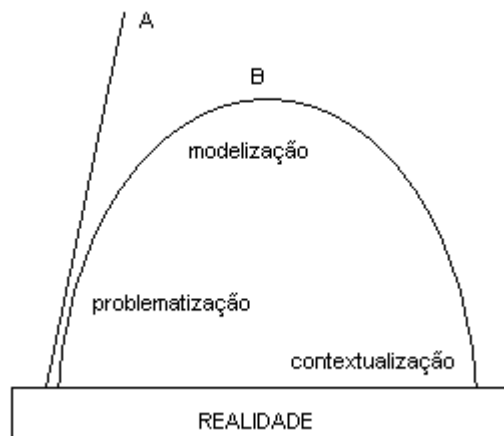
(...) sem a possibilidade de aplicar os conhecimentos científicos aprendidos na apreensão da realidade, eles só teriam função como objetos escolares, isto é, conhecimentos destinados a garantir o sucesso em atividades formais de educação. (Pietrocola, 1999, p.7)

Superar essa finalidade estrita dos conteúdos escolares apenas para tarefas escolares é o grande desafio que a problematização e a contextualização pretendem enfrentar. Como fazer para que os conteúdos escolares encontrem sua legitimação e pertinência depois da escola? Essa questão remete à dimensão sócio-histórica da contextualização. Ou seja, construir uma relação entre o mundo dos alunos e o mundo escolar que supere o senso comum e permita uma aproximação do pensamento crítico e analítico apoiado em conhecimentos da ciência e da tecnologia. Além disso, é preciso lembrar que a ciência, a tecnologia e o senso comum fazem distintas perguntas e se apoiam em necessidades e contextos distintos.

4. Apontando caminhos

Pensar em atividades com projetos didáticos, tendo como pano de fundo uma educação científica e tecnológica como estamos entendendo aqui, levará, na grande maioria das vezes, a uma prática interdisciplinar. Ou seja, as situações-problema, as tarefas a realizar ou os objetos de estudo serão mais complexos que uma determinada disciplina, exigindo-se que suas fronteiras sejam superadas e, ao mesmo tempo, apoiando-se nos conhecimentos científicos e tecnológicos especializados.

A problematização e a contextualização são bem mais que meros exemplos ilustrativos de aplicação de determinados conhecimentos em situações do cotidiano. Trata-se de estabelecer uma ponte entre dois mundos: o dos conteúdos escolares e o da realidade vivida pelos alunos. Assim, a problematização precede a contextualização. Esquemáticamente, isso poderia ser representado do seguinte modo:



Esquema 01: problematização e contextualização².

A curva A expressa, tão somente, a realidade sendo tomada como ponto de partida, mas nenhuma ação é feita para um retorno a essa mesma realidade. Trata-se de mera ilustração. A curva B toma como ponto de partida a problematização de uma parcela da realidade e segue em direção à modelização da situação-problema em questão, com a apropriação de conhecimentos científicos e tecnológicos que adquirem sentido no interior da situação-problema inicial. A etapa seguinte consiste na contextualização, ou seja, a um retorno à situação-problema inicial com um novo olhar, com uma nova compreensão, proporcionada por uma aprendizagem precisa. A contextualização se completa quando se parte da realidade problematizada e a ela retorna com possibilidade concreta de compreensão e ação, pois agora se dispõe de conhecimentos e recursos para tal. Esse retorno não precisa ser obrigatoriamente o fim do processo de aprendizagem, ao contrário, pode ser o início de uma nova problematização e uma nova contextualização.

5. Referências Bibliográficas

BACHELARD, Gaston. *O racionalismo aplicado*. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.

BACHELARD, Gaston. *A formação do espírito científico: contribuições para uma psicanálise do conhecimento*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BUNGE, Mário. *Treatise on basic philosophy*. Vol. 7, p.II. Life Science, Social Science and Technology. Dordrecht: Reidel, 1985.

DELIZOICOV, Demétrio. Problemas e problematizações. In PIETROCOLA, Maurício (org.). *Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001.

² Extraído de Ricardo (2005) e Ricardo (2010).

ETGES, Norberto. Produção do conhecimento e interdisciplinaridade. *Educação e Realidade*, Porto Alegre, v.18, n.2, p.73-82, jul/dez 1993.

FOUREZ, Gérard. *Saber sobre Nuestros Saberes: un léxico epistemológico para la enseñanza*. Traducción: Elsa Gómez de Sarría. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997.

FOUREZ, Gérard. Des représentations aux disciplines et à l'interdisciplinarité. *La Revue Nouvelle*, v.11, n.2, p.88-98. Février 2000.

FOUREZ, Gérard. Interdisciplinarité et îlot de rationalité. *Revue Canadienne de l'Enseignement des Sciences, des Mathématiques et des Technologies*, v.1, n.3, p.341-348. Juillet 2001.

JANTSCH, Ari P.; BIANCHETTI, Lucídio. *Interdisciplinaridade: para além da filosofia do sujeito*. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 1995.

MEIRIEU, Philippe. *Aprender sim, mas como*. Trad. Vanise Dresch, 7ª Ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

PIETROCOLA, Maurício. Construção e realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos. *Investigações em Ensino de Ciências*. Porto Alegre – Instituto de Física da UFRGS, v.4, n.3, 1999.

RICARDO, Elio C. *Competências, Interdisciplinaridade e Contextualização: dos Parâmetros Curriculares Nacionais a uma compreensão para o ensino de ciências*. Tese. (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica), Centro de Ciências Físicas e Matemáticas – Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

RICARDO, Elio C. Problematização e contextualização no ensino de física. In CARVALHO, Anna Maria P. (org.). *Ensino de física*. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

POPPER, Karl. *A Lógica da Pesquisa Científica*. São Paulo: Cultrix, 1974.

SANTOMÉ, Jurgo Torres. *Globalização e Interdisciplinaridade: o currículo integrado*. Trad. Cláudia Schilling. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.