

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/237587039>

# O CICLO DIALÉTICO QUESTIONAMENTO-ARGUMENTAÇÃO- COMUNICAÇÃO EM UMA PROPOSTA DE ESTUDO DAS QUESTÕES ENERGÉTICAS NA SALA DE AULA DE FÍSICA THE QUESTIONING-ARGUMENTING-COMMUNICA....

## Article

CITATION

1

READS

209

5 authors, including:



**Ana Maria Marques Da Silva**

PUCRS - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

107 PUBLICATIONS 267 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Quantitative Analysis of Dynamic and Static PET/CT Images with [11C]- (R)-PK11195 [View project](#)



Effect of hypergravity simulated on plants [View project](#)

# O CICLO DIALÉTICO QUESTIONAMENTO-ARGUMENTAÇÃO-COMUNICAÇÃO EM UMA PROPOSTA DE ESTUDO DAS QUESTÕES ENERGÉTICAS NA SALA DE AULA DE FÍSICA

## THE QUESTIONING-ARGUMENTING-COMMUNICATING DIALECTIC CYCLE OF A PROPOSAL OF ENERGY ISSUES STUDY IN THE PHYSICS CLASSROOM

Rosângela Ferreira Prestes<sup>1</sup>; Ana Maria Marques da Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Escola Técnica Estadual Presidente Getúlio Vargas, [ro.fprestes@yahoo.com.br](mailto:ro.fprestes@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>PUCRS/PPGEDUCEM/Faculdade de Física, [ana.marques@pucrs.br](mailto:ana.marques@pucrs.br)

### Resumo

Este trabalho apresenta a análise dos elementos do educar pela pesquisa presentes no desenvolvimento de uma proposta de trabalho interdisciplinar realizada em uma sala de aula de Física da 1ª série do ensino médio em uma escola pública. A prática baseou-se no desenvolvimento de um projeto que utiliza em elementos da construção de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade. Foi proposta aos estudantes a construção de uma representação teórica de uma situação-problema elaborada pelo professor, com o objetivo de estudar as questões energéticas. Os dados foram coletados a partir das manifestações verbais dos estudantes, anotações da professora e documentação do projeto apresentado pelos grupos, utilizando a análise textual discursiva. A interpretação dos dados levou à identificação dos três elementos do educar pela pesquisa (questionamento, argumentação e comunicação) ao longo de toda a construção da proposta em sala de aula, interagindo em um ciclo dialético. A proposta desenvolvida possibilitou, por meio do diálogo, da problematização, da construção de argumentos e da sua validação coletiva, a criação de um processo cooperativo de investigação na sala de aula. O desenvolvimento individual e coletivo foi favorecido, contribuindo para a complexificação dos conhecimentos sobre as fontes de energia e seus múltiplos conceitos, assim como para o estabelecimento de relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA).

**Palavras-chave:** Educar pela Pesquisa, Questionamento, Argumentação, Comunicação, Energia.

### Abstract

This paper presents the analysis of the assumptions of educating through research identified in an interdisciplinary practice proposal developed with high school first grade students in a public school. The practice was a project-based approach using elements of the building of an Interdisciplinary Island of Rationality. The theoretical representation of a problem-situation was proposed by the teacher to the students, searching for the study of energy issues. Data were collected from students' verbal expressions, teacher's notes and the project documentation presented by the groups, using discursive textual analysis. Data interpretations have

led to the identification of three elements of educating through research (questioning, argumentation and communication) throughout the proposal construction in classroom, interacting in a dialectical cycle. The proposal has developed, through dialogue, problematization, arguments construction and their collective validation, the creation of a cooperative research process in the classroom. Individual and collective developments were favored by contributing to the knowledge complexification about sources of energy in their many concepts, as well as the establishment of Science-Technology-Society-Environment (STSE) relations.

**Keywords:** Education Through Research, Questioning, Argumentation, Communication, Energy.

### Introdução

A energia tem sido amplamente discutida por diversos autores (ASSIS; TEIXEIRA, 2003; DOMÉNECH et al, 2007; SILVA e CARVALHO, 2002; SOUZA; SOUZA; BARROS, 2005) como uma unidade temática que deve ter maior destaque e atenção pelos professores na sala de aula. Este tema permite a discussão de aspectos científicos, tecnológicos, econômicos, sociais, políticos, ambientais e histórico-culturais relacionados às questões energéticas. As Nações Unidas, em documentos produzidos no projeto Década de Educação para o Desenvolvimento Sustentável, destaca, entre outros, os temas energia e trabalho como fundamentais na promoção da alfabetização e da cultura científica. Em um dos artigos produzidos, chama a atenção para a importância de “refletir sobre as necessidades humanas por fontes de energia (extração, transporte, resíduos,...); estudar máquinas como auxiliares para facilitar as mudanças – sem esquecer os debates atuais sobre a redução do desperdício de energia, as fontes de energia alternativas e a falta de equilíbrio entre países desenvolvidos e subdesenvolvidos, que estão associados com a situação de emergência planetária” (DOMÉNECH et al, 2007).

Os meios de comunicação de massa vêm destacando continuamente aspectos relacionados às questões energéticas em documentários, jornais e revistas de divulgação científica ao tratar de temas como o aquecimento global e a crise energética. Como possibilidade metodológica dentro do enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), a aprendizagem centrada em eventos, que utiliza “os fatos de ampla veiculação na mídia e de importância sócio-econômica, explorando-os a partir da ciência e da tecnologia” (ASSIS; TEIXEIRA, 2003), requerer que os professores saibam selecionar materiais didáticos de apoio pertinentes à realidade escolar, e não fatos sensacionalistas (PRESTES; MARQUES DA SILVA, 2007).

Esta percepção da importância da temática energética também se evidencia quando são realizadas consultas ao banco de dados do INEP<sup>1</sup>, particularmente nas questões apresentadas no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Este tema apresenta-se de maneira freqüente em todas as provas realizadas desde 1998, apresentando os conceitos físicos e fenômenos em uma abordagem interdisciplinar.

Gil-Pérez & Vilches (2005) ressaltam a importância de evitar a exploração do conceito de energia em uma visão de ciência descontextualizada e socialmente neutra. Preparar cidadãos capazes de entender o mundo em que vivem e que

---

<sup>1</sup> INEP: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Dados em: <<http://www.inep.gov.br/basica/levantamentos/acessar.htm>>. Acesso em: 25 nov. 2007.

adotam atitudes responsáveis e bem fundamentadas sobre o desenvolvimento científico e tecnológico e suas possíveis conseqüências, exige uma abordagem das questões energéticas que considere as interações CTSA (SANTOS & MORTIMER, 2000). A apresentação do conhecimento isolado do seu contexto sócio-político e ambiental não gera mudanças de atitudes ou valores (MARCOTE; SUÁREZ, 2005). Para Doménech (2007, p.43), as questões energéticas “possuem implicações pessoais, sociais e ambientais que podem ajudar a aumentar o interesse dos estudantes na aprendizagem”.

Assim, a exploração das questões energéticas na sala de aula do ensino de Física deve considerar os aspectos sócio-políticos e ambientais, não sendo apresentado distante de seu papel na sociedade, na economia e na cultura. É necessário tornar claro os problemas ambientais em seus diversos níveis de complexidade, conhecendo seus mecanismos, situando e reconhecendo suas conseqüências para vida do homem e do planeta. A abordagem CTSA associada à explicitação dos valores sociopolíticos e ambientais oferece os referenciais para tratar deste problema complexo (MANASSERO MAS et al., 2004).

Doménech et al (2007, p. 45), propõe uma discussão apontando algumas orientações para o estudo da energia. O estudo de aspectos exclusivamente conceituais transmite uma visão limitada de ciência. Como possibilidade de superação desta forma reducionista de estudar as questões energéticas, propõe que o aprendizado passe a ser desenvolvido como uma atividade que se aproxime da pesquisa científica.

Em acordo com esta idéia, no “educar pela pesquisa” (DEMO, 2000), a investigação se faz como princípio científico e como princípio educativo. A pesquisa é entendida e praticada na sala de aula como “instrumento metodológico para construir conhecimento” e “um movimento para a teorização e para a inovação” (DEMO, 1997, p.33).

A pesquisa na sala de aula tem seu início no problema a ser elaborado, nos questionamentos a serem explorados, que podem partir de curiosidades ou de uma problemática da realidade dos estudantes ou de seu contexto escolar (MORAES, 2002). Para seu desenvolvimento em sala de aula é necessário que os sujeitos se envolvam constantemente neste processo de perguntar.

Apesar das mudanças sócio-tecnológicas e comportamentais, a maioria dos professores continua ministrando suas disciplinas de forma tradicional. Os cursos são estruturados a partir de conteúdos programáticos organizados de forma seqüencial, fixa, desconectados entre si e distantes da realidade. Muitos professores apresenta dificuldades em desenvolver estratégias didáticas que desenvolvam competências e habilidades, com atividades problematizadoras contextualizadas, utilizando a abordagem de projetos interdisciplinares.

Segundo Moraes e colaboradores (2002), a pesquisa em sala de aula é um processo que ocorre em diversos ciclos, com três componentes principais: o questionamento, a construção de argumentos e a validação dos resultados; todos mediados pelo diálogo crítico. Esta proposta de investigação na sala de aula aposta no diálogo, na leitura, na escrita, na complexificação dos conhecimentos em um trabalho cooperativo dos estudantes e do professor.

Este artigo apresenta o relato do desenvolvimento de uma proposta de trabalho interdisciplinar realizada em uma sala de aula de Física da 1ª série do

ensino médio em uma escola pública, na exploração do tema fontes de energia. Ao longo do desenvolvimento da proposta, buscou-se identificar os elementos do educar pela pesquisa (DEMO, 2000) presentes na sala de aula, respondendo às seguintes questões de pesquisa: Como se concretiza o questionamento dos estudantes sobre as questões energéticas? Como ocorre a construção de argumentos dos estudantes? Como se desenvolve a comunicação dos resultados da pesquisa à medida que eles são construídos pelos estudantes?

### **Metodologia**

Elementos da metodologia de construção de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade - IIR (FOUREZ, 1997) foram utilizados como fundamentação da proposta de trabalho interdisciplinar realizado em sala de aula. Foi proposta aos estudantes a construção de uma representação teórica de uma situação-problema elaborada pelo professor, com o objetivo de estudar as questões energéticas. Neste trabalho, a IIR se organizou em torno de um projeto, pois se pretendia uma tomada de decisão e a construção de uma representação para a situação-problema. O projeto foi desenvolvido nas aulas de Física da 1ª série do ensino médio em uma escola pública, durante um trimestre letivo, em um período total de 45 horas-aula.

Esta abordagem foi escolhida por se tratar de “uma estratégia pedagógica e epistemológica para lidar com o ensino, capaz de cruzar saberes oriundos de várias disciplinas e conhecimentos da vida cotidiana, inventando uma modelização apropriada para representar uma dada situação” (SCHMITZ, 2004, p.6).

Uma IIR tem como ponto de partida a elaboração de uma situação-problema que define um projeto, podendo ser apresentada em forma de pergunta ou problema derivado de situações cotidianas. Para ir à busca das soluções, é necessária a integração de várias áreas do conhecimento e de saberes da vida cotidiana.

Fourez (1997) propõe uma seqüência de seis etapas que servem como um plano de trabalho para auxiliar e facilitar o desenvolvimento do trabalho em sala de aula, servindo como uma orientação ou esquematização do projeto, para que o grupo consiga chegar à solução do contexto problemático - o produto final. Por meio das etapas torna-se viável a delimitação do tempo para a conclusão do projeto, evitando que ele se torne muito abrangente e prejudique a realização dos objetivos propostos pela IIR. O tempo de duração de cada etapa é determinado pela equipe que desenvolve o projeto. Maiores detalhes sobre as etapas de construção de uma IIR e as atividades relacionadas podem ser encontradas nos trabalhos de Pietrocola e colaboradores (2003), Bettanin (2003) e Schmitz (2004), que utilizam tal estratégia.

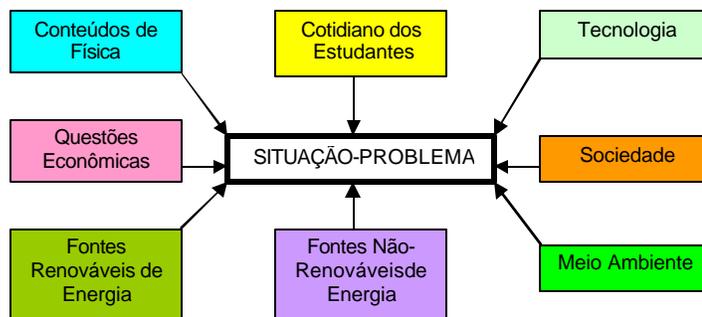
### ***Desenvolvimento da proposta***

A seguir, apresentamos a descrição do desenvolvimento do projeto interdisciplinar, baseado nas etapas de construção de uma IIR com os estudantes da 1ª série do ensino médio para a exploração das questões energéticas.

Concordamos com Pietrocola (2003), que a situação-problema deve ser cuidadosamente planejada pelo professor antes de sua proposição à turma, na *etapa zero*. A situação-problema deste projeto foi elaborada a partir da consideração das seguintes características: o contexto dos estudantes e da escola; a finalidade/temática do projeto; o tipo de produto final desejado; o tempo para o desenvolvimento das atividades; a percepção dos estudantes sobre o tema; a

adaptação da situação-problema ao nível de conhecimento dos estudantes; e definição de uma situação-problema instigadora e desafiadora.

A situação-problema pretendia promover a discussão de conteúdos de Física, tais como Energia, Trabalho, Força e Potência, envolvendo aspectos relacionados ao cotidiano do estudante e às interações entre a ciência, a sociedade, a tecnologia e o meio-ambiente. Almejava-se também que o problema permitisse o tratamento das questões econômicas ligadas ao consumo energético e do uso de fonte renováveis e não-renováveis de energia. A figura 1 representa um esquema dos elementos essenciais que deviam ser contemplados na proposta da situação-problema.



**Figura 1:** Esquema dos elementos essenciais da situação-problema proposta.

A partir das considerações anteriores, elaborou-se a seguinte situação-problema: *“Uma empresa deseja construir uma usina (ou gerador), para suprir o consumo de energia elétrica de uma casa, com um quarto, uma sala, um banheiro e uma área de serviço. É necessário que se desenvolva um projeto deste gerador/usina, informando o seu funcionamento detalhado, as condições de funcionamento, o custo de funcionamento, as vantagens e desvantagens em relação ao meio ambiente. Para isso, cada grupo, deve desenvolver e defender o seu projeto, usando uma fonte de energia renovável ou não-renovável”.*

Observa-se que os conhecimentos das várias disciplinas são necessários para a realização do produto final (projeto) da situação-problema, definindo um modelo de abordagem interdisciplinar restrita (FOUREZ et al., 1997). Além disso, os autores acreditavam que a estratégia de construção de uma IIR permitiria uma aproximação interdisciplinar da situação-problema, contribuindo para que se estabelecessem relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o meio ambiente.

Visando fornecer subsídios ao professor quanto aos modelos explicativos dos estudantes, assim como os elementos que poderiam dificultar o desenvolvimento da proposta, identificaram-se os conhecimentos prévios<sup>2</sup> dos estudantes sobre energia, trabalho, força e potência.

Segundo Fourez e colaboradores (1997), o *clichê* é o momento da construção de uma IIR no qual se identificam as representações iniciais, corretas ou não, que os estudantes apresentam sobre a situação a ser investigada. Esta primeira

<sup>2</sup> Os trabalhos de Duit (1984) e Trumper (1990) foram utilizados como base para esta análise.

representação reflete o que pensa o grupo sem que tenha havido nenhuma formação ou informação especial.

A situação-problema foi apresentada a todos os estudantes pelo professor, assim como a estratégia metodológica. A contextualização do problema e suas delimitações foram realizadas de forma coletiva, buscando incentivar a discussão das idéias dos estudantes. Organizaram-se pequenos grupos e cada grupo recebeu um caderno para a realização de um “diário”, que deveria ser utilizado para registrar todas as atividades do grupo, realizar as anotações dos questionamentos iniciais sobre o projeto, assim como as reelaborações das questões e registrar as decisões acordadas pelo grupo, assim como as referências. Foi acordado que este diário seria compartilhado e avaliado pelos outros grupos, com a inserção de críticas e elogios à organização e conteúdo dos registros.

Ao final do período determinado (três meses), acordado previamente com os estudantes, cada grupo apresentaria seu projeto oralmente aos colegas, com a defesa das vantagens e desvantagens da fonte de energia escolhida, assim justificar as decisões tomadas pelo grupo.

Após a apresentação, discussão e contextualização da situação-problema aos estudantes, os mesmos levantaram as hipóteses iniciais sobre as possíveis soluções para a resolução da situação problema, registradas nos diários.

Neste momento ocorreu um grande questionamento por parte dos estudantes, pois eles estavam diante de um novo ambiente de aprendizagem, no qual os papéis dos atores (estudantes e professor) tinham sido redefinidos.

Buscando ampliar a representação inicial dos estudantes, questões relevantes relacionadas com a situação-problema que não haviam sido levantadas na etapa anterior foram elaboradas. Esta etapa, denominada por Fourez (1997) de *panorama espontâneo*, corresponde a uma fase de grande questionamento por parte dos estudantes e ansiedade.

A etapa seguinte do projeto caracterizou-se pela definição de algumas *caixas-pretas* e *bifurcações* da situação-problema. Particularmente neste projeto, as fontes de energia renováveis e não-renováveis foram identificadas como bifurcações para a busca da resolução da situação-problema.

A criação de grupos menores responsáveis pela análise das fontes foi utilizada para viabilizar a exploração dessas caixas-pretas, identificadas como os mecanismos de produção de energia elétrica utilizando energia solar, nuclear, hidroelétrica e eólica. Nas discussões, o cálculo do consumo da energia elétrica e o cálculo aproximado do custo de construção e manutenção do gerador foram identificados como caixas-pretas a serem abertas por todos os grupos. Os estudantes realizaram indicações iniciais de especialistas que deveriam ser consultados pelos grupos de trabalho.

A divisão do trabalho em pequenas equipes foi previamente decidida pelo professor buscando incentivar a escolha de diferentes fontes de energia pelos grupos. Assim, as tomadas de decisões ficaram restritas aos pequenos grupos na maior parte do tempo.

A partir dos questionamentos iniciais, alguns aspectos da situação-problema foram delimitados pelo professor em conjunto com a turma. Esta delimitação foi importante para que todos trabalhassem com uma mesma realidade da situação-

problema. Foram realizados acordos sobre a obrigatoriedade de entrega de produtos intermediários dos estudos. Decidiu-se que todos os grupos deveriam apresentar no projeto os seguintes resultados parciais : a planta baixa da casa em escala; a relação dos móveis e utensílios eletro-eletrônicos da casa, dentro de um valor total de R\$50.000,00; a descrição do funcionamento do gerador/usina, com as dimensões necessárias para atender a casa projetada; o cálculo aproximado do custo de construção e manutenção do gerador/usina por ano; a descrição dos impactos ambientais produzidos.

Tais decisões, que não constavam da situação-problema inicial, foram acordadas entre o professor e todos os grupos, buscando minimizar a ansiedade dos estudantes, que estavam bastante inseguros com a nova proposta metodológica de trabalho em sala de aula.

A seguir, os estudantes recorreram à *consulta de especialistas e especialidades* para a abertura de algumas caixas pretas. Foram consultados professores de outras disciplinas, estudantes de engenharia, eletricitas, pedreiros e pais. Algumas consultas foram realizadas fora do ambiente da escola e do horário das aulas, como as visitas aos laboratórios de pesquisa em energia solar no Parque Tecnológico da PUCRS (TECNOPUC), ao centro de energia eólica e ao Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS.

A consulta mostrou-se uma alternativa importante para a construção de novos argumentos, pois os estudantes tiveram que elaborar melhor suas dúvidas, organizando-as, inclusive por meio do registro por escrito. Os argumentos foram ficando cada vez mais elaborados à medida que eles se apropriavam do assunto.

Diante das sugestões dos colegas e após a consulta aos especialistas e especialidades, os estudantes realizaram as reconstruções das atividades desenvolvidas, respondendo os questionamentos levantados, reconstruindo questões e identificando os conhecimentos necessários para o esclarecimento das caixas-pretas. Esta etapa corresponde ao aprofundamento dos conhecimentos, em que o caráter teórico é abandonado e parte-se para uma etapa de *ida à prática*.

Os estudantes descreveram detalhadamente as características dos aparelhos eletro-eletrônicos para o cálculo do consumo (potência, tempo de uso diário). Também trouxeram artigos de jornais e revistas nos quais eram discutidas questões energéticas, como aquecimento global e fontes alternativas de energia, entre outras.

Os textos trazidos para a sala de aula pelos estudantes foram analisados e discutidos, explorando as diversas dimensões do texto de divulgação científica, a saber, as dimensões científica, tecnológica, social e das interações CTSA (PRESTES; MARQUES DA SILVA, 2007).

Na etapa de *abertura das caixas-pretas*, optou-se por realizar uma aula expositiva-dialogada sobre o consumo de energia elétrica de uma residência, com base no material produzido para estudantes pelo Grupo de Reelaboração do Ensino de Física<sup>3</sup> - GREF (1998). Diversos outros conceitos de Física foram trabalhados, tais como o conceito de energia cinética e potencial, potência, trabalho e força, utilizando o material do GREF de Mecânica (2001).

---

<sup>3</sup>O material encontra-se disponível em <<http://axpfep1.if.usp.br/~gref/eletro/eletro1.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2006.

Cada grupo havia construído uma tabela com as indicações das características dos aparelhos elétricos. No entanto, na apresentação dos resultados preliminares, diversas tabelas não continham as informações necessárias para o cálculo do consumo da energia elétrica. As grandezas elétricas foram discutidas durante a aula de Física. Os estudantes enfrentaram o desafio de realizar o cálculo do consumo de energia elétrica de sua residência. Posteriormente, após uma discussão sobre as dificuldades enfrentadas e esclarecimento de dúvidas, realizaram o cálculo da casa projetada pelo grupo.

Baseada na sexta etapa proposta por Fourez de *esquematização da situação*, ocorreu a avaliação da síntese dos resultados produzidos até aquele momento. Foi realizada uma mesa redonda, na qual alguns grupos fizeram suas apresentações utilizando recursos da informática. Esta atividade tinha como objetivo compartilhar com os colegas quais eram os avanços obtidos no projeto, identificar as dúvidas encontradas durante a realização das atividades e elaborar críticas e sugestões para a melhoria dos trabalhos apresentados.

Os resultados produzidos precisam ser submetidos ao grupo da sala de aula – estudantes e professor – para que sejam validados (MORAES, 2002). Não acreditamos que apenas fazer um relatório e entregá-lo ao professor é suficiente. A submissão ao grupo, em uma ação discursiva e dialógica, promove a participação cooperativa do grupo na reconstrução de seus conhecimentos.

Na busca de ampliar a capacidade de autonomia dos estudantes, na etapa seguinte, os estudantes realizaram as suas reconstruções e *abertura de caixas-pretas sem o auxílio dos especialistas*, buscando informações por iniciativa própria em diversas fontes de pesquisa. Este momento correspondeu a um novo processo de questionamento, construção de novos argumentos e comunicação dos resultados parciais, retomando o ciclo dialético do educar pela pesquisa.

Após a abertura mais aprofundada das caixas-pretas, Fourez propõe a *elaboração da síntese da IIR*, a apresentação do produto – o projeto da usina ou gerador – com sua respectiva defesa perante o grupo. Cada grupo apresentou sua síntese e foi feita uma defesa do projeto relacionando os aspectos econômicos e de impacto ambiental do projeto para cada tipo de fonte de energia. As apresentações ocorreram na forma de seminário. Para finalizar o trabalho, realizamos uma avaliação da dinâmica desenvolvida da sala de aula, buscando identificar as percepções dos estudantes sobre a proposta desenvolvida.

### **Análise e Discussão dos Resultados**

Apresentamos a seguir a análise dos elementos do educar pela pesquisa – questionamento, argumentação e comunicação – identificados ao longo da proposta de trabalho desenvolvida em sala de aula.

O *questionamento* sistemático surgiu em todas as etapas da proposta de trabalho na sala de aula. Foram identificadas três categorias emergentes da análise deste elemento do educar pela pesquisa: a necessidade do desequilíbrio para a quebra da estabilidade; a negociação entre os componentes do grupo; e a complexificação dos conhecimentos dos estudantes.

A competência para o questionamento dos estudantes se estabeleceu a partir da quebra da estabilidade ou saída da “zona de conforto”, promovida pela apresentação de situações novas e desafiadoras aos estudantes. Em nossa

pesquisa, tais situações de desequilíbrio incluíram tanto a nova proposta de metodologia de trabalho na sala de aula, como a construção de uma IIR e de uma situação-problema desafiadora relacionada com o cotidiano dos estudantes.

A sala de aula com pesquisa, além de causar a desconforto dos estudantes, incentivando-os a abandonarem uma posição de passividade, estimulou o questionamento, exigindo negociações para o estabelecimento de acordos para elaboração e apresentação de argumentos para resolução da situação-problema.

O uso da estratégia de construção da IIR na sala de aula promoveu, em diversas etapas, a reelaboração contínua dos questionamentos levantados sobre a situação-problema, em um processo cíclico de complexificação que ampliou a capacidade crítica e argumentativa dos estudantes.

A *argumentação* desenvolveu-se por meio de três elementos identificados: a construção de novas hipóteses; a reunião de novos argumentos e a organização de argumentos na forma de produção escrita.

À medida que iniciamos o processo de questionamentos dos conhecimentos e retiramos o professor do papel de detentor das verdades absolutas, a dúvida passa a ser uma possibilidade de crescimento para o estudante, um caminho para complexificar o seu conhecimento. A sala de aula se transformou em um espaço de produção e reconstrução, no qual se reuniam argumentos para fundamentar as novas hipóteses e criar novos questionamentos. A experiência favoreceu especialmente a formação de uma visão crítica na avaliação de argumentos e de materiais de pesquisa, aproximando os estudantes do conhecimento científico e incentivando-os à leitura.

Para a construção de novos argumentos, os estudantes traçaram caminhos em busca de respostas para as suas dúvidas, organizando suas novas verdades a partir de materiais de pesquisa selecionados de forma crítica. Ampliou-se o ambiente de aprendizagem dos estudantes, quando especialistas que estavam fora do espaço escolar foram consultados e textos publicados pela imprensa foram analisados em sala de aula. A utilização de materiais didáticos diversos contribuiu para a complexificação dos conhecimentos dos estudantes, permitindo que eles estabelecessem relações entre diversos conteúdos disciplinares. Os textos de divulgação científica foram utilizados em sala de aula como um recurso complementar, constituindo-se em um instrumento promotor de discussões e reflexões para o estudo do tema proposto. Os estudantes expressaram sua percepção da complexidade da situação-problema proposta e sua relação com o desenvolvimento científico e tecnológico, assim como suas conseqüências sócio-ambientais, estabelecendo algumas relações CTSA.

Ao longo do processo de construção da IIR, os estudantes avançaram do questionamento para a construção de argumentos e depois para a validação obtida com a comunicação dos resultados das pesquisas. Esse processo se deu de forma contínua e crescente, pois a cada comunicação, sempre se iniciava um novo ciclo de questionamentos, com a elaboração de novas hipóteses e elaboração de novas verdades e argumentos.

A *comunicação* dos resultados da pesquisa ocorreu inicialmente dentro dos pequenos grupos, em um processo cooperativo de investigação na sala de aula, que favoreceu a expressão verbal e escrita individual dos resultados da pesquisa. Posteriormente, este processo de comunicação se ampliou para o coletivo.

Os estudantes passaram a utilizar melhor os termos científicos ao articularem suas idéias na argumentação e na comunicação externa. O processo dialógico presente nos elementos do educar pela pesquisa contribuíram para esta evolução, pois os estudantes se envolveram no processo de reconstrução de seu conhecimento de forma crítica e contextualizada.

As entrevistas com especialistas representaram momentos de grande aprendizado, pois havia a necessidade dos estudantes se comunicarem utilizando um vocabulário que ia além do coloquial, dominando uma linguagem científica rudimentar para questionar os pesquisadores.

Na atividade de comunicação dos resultados destacou-se a evolução dos estudantes no que se refere à expressão oral para um grande público e a aceitação da crítica e do erro construtivo como fatores que contribuíram para a reconstrução dos conhecimentos e para a qualidade política e formal da educação.

Conclui-se que os três elementos do educar pela pesquisa foram identificados ao longo do trabalho interdisciplinar desenvolvido em sala de aula, utilizando elementos da construção de uma IIR. Tais elementos interagem em um ciclo dialético permanente, esquematizado na Figura 2.



**Figura 2:** Esquema representativo do ciclo dialético composto por elementos do educar pela pesquisa, presentes no desenvolvimento da proposta interdisciplinar.

### Considerações finais

Acreditamos que o processo cíclico e permanente de questionamento, construção de argumentos e comunicação realizada ao longo de todas as etapas de construção da ilha de racionalidade contribui para que os estudantes desenvolvam novas competências, como a capacidade de questionamento crítico, ampliação da autonomia na busca do conhecimento e melhoria da comunicação. A estratégia desenvolvida na sala de aula favoreceu a convivência dos estudantes com a incerteza e com o fato de que o conhecimento não é algo pronto, mas em permanente construção, sujeito a mudança e a novas compreensões.

Identificamos a relevância destacada pelos estudantes para as atividades desenvolvidas a partir de uma situação-problema, que permitiu um espaço para questionamentos, manifestação de dúvidas, construções e reconstruções, a realização de uma pesquisa com caráter investigativo, diferenciando-se da percepção de pesquisa que os estudantes tinham anteriormente. O trabalho

desenvolvido ultrapassou a visão disciplinar do ensino de Física centrada na utilização do livro didático e no professor como detentor dos conhecimentos.

Neste sentido, buscou-se através da pesquisa em sala de aula, que o estudante ao ser desafiado, buscasse informações para estes desafios, refletindo sobre suas ações e não mais recebendo respostas prontas do seu professor.

A avaliação da aprendizagem baseou-se na produção dos estudantes, manifestada tanto oralmente como por escrito. Acompanhamos ainda aspectos como a participação, o esforço em dialogar com o grupo e a busca de recursos para as aulas, principalmente, na forma de textos.

O trabalho com a pesquisa em sala de aula proporcionou modificações em relação ao papel do professor e dos estudantes. Em concordância com Demo (1994, p. 59): “a mudança do professor ‘auleiro’ para orientador e, do estudante, de objeto de aprendizagem para parceiro da construção do conhecimento, altera substancialmente o ambiente”.

A estratégia metodológica utilizada possibilitou pelo diálogo, pela problematização do conhecimento, pela construção de novos argumentos e pela sua validação nesse coletivo, um processo cooperativo de investigação na sala de aula, por meio do qual o desenvolvimento individual e coletivo foi incentivado. E contribuiu para que os estudantes percebessem que o trabalho que está sendo desenvolvido na escola serve como forma de interpretação do mundo que os cerca.

Finalizamos acrescentando que diversos aspectos devem ser investigados com maior profundidade neste tipo de proposta de trabalho interdisciplinar em sala de aula, tais como as relações interpessoais que favorecem a negociação na construção da IIR e a análise das relações CTSA estabelecidas pelos estudantes na proposta interdisciplinar. Pretende-se ainda realizar uma aproximação teórica entre os elementos do educar pela pesquisa e os objetivos da alfabetização científica e tecnológica (autonomia, domínio e comunicação) descritos por Fourez (1997).

### Referências

- ASSIS, A.; TEIXEIRA, O. P. B. Algumas Considerações Sobre o Ensino e a Aprendizagem do Conceito de Energia. *Ciência & Educação*, v.9, n.1, p 41-52, 2003.
- BETTANIN, E. *As Ilhas de Racionalidade na promoção dos objetivos da Alfabetização Científica e Técnica*. 2003. 185 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.
- DEMO, P. *Educação e Qualidade*. 5. ed. São Paulo: Papirus, 1994.
- \_\_\_\_\_, P. *Pesquisa e Construção do Conhecimento: metodologia científica no caminho de Habermas*. 3. ed. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1997.
- \_\_\_\_\_, P. *Educar pela pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Autores Associados, 2000.
- DOMÉNECH, J.L. et al. Teaching of Energy Issues: A Debate Proposal for a Global Reorientation. *Science & Education*, v.16, p.43-64, 2007.
- DUIT, R. Learning the Energy Concept in School: empirical results from the Phillipines and West Germany. *Physics Education*, v.19, p. 59-66, 1984.
- FOUREZ, G. et al. *Alfabetización científica y tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997.

GRAF, Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. *Física*. 7. ed. São Paulo: Edusp, 2001.

\_\_\_\_\_, Grupo de Reelaboração do Ensino de Física [1998]. *Leituras de Física: Eletromagnetismo*. Disponível em: <<http://axpfep1.if.usp.br/~gref/eletro/eletro2.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2006.

MANASSERO MAS, M. A.; VÁZQUEZ ALONSO, A.; ACEVEDO DÍAZ, J. A. Evaluación de las actitudes del profesorado respecto a los temas CTS: nuevos avances metodológicos. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 22, n. 2, p. 299-312, 2004.

MARCOTE, P. V.; SUÁREZ, P. A. Planteamiento de un marco teórico de la Educación Ambiental para un desarrollo sostenible. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 4, n. 1, 2005.

MORAES, R. Educar pela pesquisa: exercício de aprender a aprender. In: MORAES, R. LIMA, V.M.R. (Orgs.). *Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2002.

\_\_\_\_\_, R. *Uma Tempestade de Luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva*. *Ciência e Educação*, v. 9, n 2, p. 191-211, 2003.

PÉREZ D. G. ; VILCHES, A. The Contribution of Science and Technological Education to Citizens' Culture, *Can. J. Science, Mathematics and Technology Education*, v.5, n.2, p. 253-263, 2005.

PIETROCOLA, M. P. et. al. As ilhas de racionalidade e o saber significativo: o ensino de ciências através de projetos. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v.2, n.1, p. 1-18, 2000.

PIETROCOLA, Maurício; PINHO-ALVES, José; PINHEIRO, Terezinha de Fátima. Prática Interdisciplinar na Formação Disciplinar de Professores de Ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 8, n. 2, p. 131-152, 2003.

PRESTES, R. F.; MARQUES DA SILVA, A. M. *Artigos de Divulgação Científica para o Estudo de Problemas Energéticos com Enfoque CTS*. VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis, 2007.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 2, n. 2, p.133-162, 2000.

SILVA, L F.; CARVALHO, L M. *A Temática Ambiental e o Ensino de Física na Escola Média: Algumas Possibilidades de Desenvolver o Tema Produção de Energia Elétrica em Larga Escala em uma Situação de Ensino*. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.24, n.3, p.342-352, 2002.

SCHMITZ, C. *Desafio docente: as Ilhas de Racionalidade e seus elementos interdisciplinares*. 2004. 250 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

SOUZA, E. S.; SOUSA, J. J. F.; BARROS, S. S. Material Didático para o Ensino do Conceito de Energia na Aula de Ciências da Escola Fundamental. In: *XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física*, Rio de Janeiro: SBF, 2005.

TRUMPER, R. Energy and a Constructivist Way of Teaching. *Physics Education*, v. 25, p. 208-211, 1990.