

**ANÁLISE DO PROCESSO DE INTERAÇÃO UNIVERSIDADE-ESCOLA: SOBRE UMA ABORDAGEM PEDAGÓGICA COM A TEMÁTICA CONVERSÃO TÉRMICA.**  
(Analysis of the university-school interaction process: on a pedagogical approach with the thermal subject)

**Vinicius Kalil Tomazett** [vinicius\_xorao@hotmail.com]

Laboratório de Pesquisas em Educação Química e Inclusão- LPEQI

Instituto de Química– Universidade Federal de Goiás

Campus II – Samambaia, Rodovia Goiânia – Nerópolis, Caixa Postal 131, 74000-970, Goiânia-Go.

**Claudio R. Machado Benite** [claudio.benite@ueg.br]

Laboratório de Pesquisas em Educação Química e Inclusão – LPEQI

Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas (UnUCET)

Universidade Estadual de Goiás

BR153, número 3105, Fazenda Barreiro do Meio, Caixa Postal 459, Anápolis-Go

**Anna M. Canavarro Benite** [anna@quimica.ufg.br]

Laboratório de Pesquisas em Educação Química e Inclusão- LPEQI

Instituto de Química – Universidade Federal de Goiás

Campus II – Samambaia, Rodovia Goiânia – Nerópolis, Caixa Postal 131, 74000-970, Goiânia-Go.

### **Resumo**

O conhecimento científico tem linguagem própria que, muitas vezes, constitui-se como uma barreira ao seu aprendizado. Abordagens pedagógicas diferenciadas podem representar uma ferramenta útil para o melhor entendimento deste conhecimento. Este trabalho apresenta considerações sobre o desenvolvimento e a utilização de uma abordagem pedagógica sobre conversão térmica, numa aproximação entre universidade e escola. A abordagem foi desenvolvida com vistas à contextualização do tema e envolveu estratégias de modelização com forte apelo para os recursos mnemônicos de visualização. Foi utilizada em uma turma de 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública. Os resultados indicam que além da aprendizagem dos conceitos envolvidos, esta parceria possibilitou superar o paradigma de que a universidade se limita em produzir o conhecimento que a instituição escolar aplica tempos depois. Nossa análise permitiu compreender o papel que universidade e escola podem desempenhar na construção de espaços dialógicos em sala de aula, nos quais o conhecimento é democratizado e vai ao encontro das necessidades de ambas as instituições.

**Palavras-chave:** formação de professores; contextualização; ensino de Química.

### **Abstract**

Scientific knowledge has its own language and this often constitutes a barrier to their learning. Different pedagogical approaches may represent a useful tool for better understanding of this knowledge. This paper presents considerations on the development and use of a pedagogical approach on thermal conversion and an alignment between university and school. This approach was developed to contextualize this issue and it involved modeling strategies with strong mnemonic devices for viewing. It was used in a class of 3rd year of high school in a public school. Findings indicate that in addition to learning the concepts involved, this partnership has helped to overcome the paradigm according to which the university is limited to the production of knowledge and learning institutions to apply afterwards. Our analysis allows us to understand the role that universities play and that schools apply in the construction of dialogical spaces within the classroom, in which knowledge is democratized to meet the needs of both institutions.

**Keywords:** training of teachers; context; teaching of chemistry.

## Introdução

Apesar de subscrito como país em desenvolvimento, no Brasil, a grande maioria das crianças não tem acesso à educação básica. Entretanto, essa realidade vem sendo transformada vide a oferta de vagas nas escolas públicas que tem aumentado (gráfico 1, tabela 1). A palavra de ordem é garantir uma educação básica de qualidade para que o aluno possa dar continuidade a seus estudos.

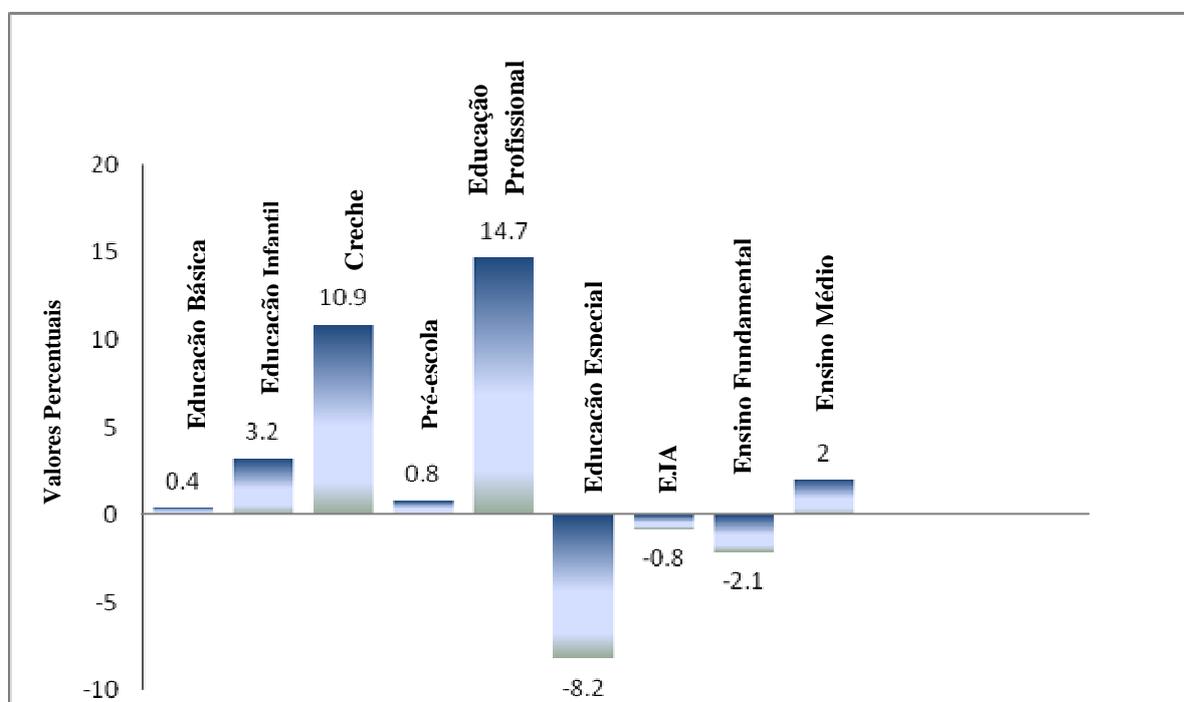


Gráfico 1- Aumento das matrículas no Ensino Básico brasileiro em 2007-2008 (MEC/INEP/DEED).

Tabela 1-Matricula no ensino médio – Brasil: 1975 - 2005(Oliveira, 2007).

| Ano  | Matricula | 1975=100 |
|------|-----------|----------|
| 1970 | 1.119.000 | 57,8     |
| 1975 | 1.936.000 | 100,0    |
| 1980 | 2.189.000 | 113,1    |
| 1990 | 3.500.000 | 180,8    |
| 1996 | 5.739.077 | 296,4    |
| 2000 | 8.192.948 | 423,2    |
| 2005 | 9.031.302 | 466,5    |

Particularmente, no estado de Goiás, no contexto de investimentos em qualidade da educação, o Programa de Ressignificação do Ensino Médio foi elaborado pela Secretaria de Estado

da Educação. O documento relata dados do MEC/INEP que mostram uma queda no número de matrículas no ano de 2007, entre jovens de 15 e 17 anos, com relação ao ano de 2006. O que sugere pouco interesse do aluno, resultando em uma grande taxa de abandono no ensino médio, grande taxa de retenção e conseqüentemente um descompasso entre faixa etária e ano escolar.

Estes dados devem provocar em toda sociedade uma grande preocupação, pois demonstram a superação de um modelo de expansão do ensino médio, centrado na ampliação de vagas sem considerar a proposta pedagógica que fundamenta esta oferta (GOIÁS, 2008, p.11).

Um dos principais contribuintes para este contexto é o fato do currículo das escolas estarem pautados nas ideias básicas de currículo proposto pelo sistema taylorista/fordista, que se baseava no sistema individualista e fragmentado da produção industrial. Assim concordamos que

[...] as novas formas de mediação passam pela escolarização, inicial e continuada, com a construção de um novo projeto político-educativo que articule as finalidades da educação para cidadania, para o trabalho, para a cultura, para a ciência e para a vida, ou seja, que considere o sentido de integração das áreas: formação para cidadania, a preparação para a continuidade dos estudos, e a formação para o mundo de trabalho. (GOIÁS, 2008, p.9).

No que diz respeito ao ensino de ciências, defendemos que para atingir a qualidade proposta urge repensar a forma como vem sendo planejadas as aulas de ciências, pois segundo Maldaner:

Até aqui, na maioria das salas de aula, mantêm-se as mesmas seqüências de aulas e matérias, com os mesmos professores, com as mesmas ideias básicas de currículo, aluno e professor, que vêm mantendo-se historicamente e produzem o que denominamos baixa qualidade educativa (MALDANER, 2003, p.19).

Deste modo, o ensino tem um caráter puramente propedêutico e fragmentado, no qual o professor perde sua autonomia na elaboração do currículo, que é visto como uma forma de preparação do indivíduo para a vida adulta, uma questão técnica de organização e planificação. O aluno é tido como um indivíduo neutro, desprovido de conhecimento e não como um indivíduo ativo e atuante do processo de ensino aprendizagem. Esses problemas deixam as marcas de um ensino arcaico e pragmático.

Assim, não adianta apenas repassar informações aos alunos, sem contextualizar e problematizar o conhecimento, que só é incorporado ao integrar-se, de modo estável nas representações que os alunos já possuem, ou, então, quando altera essas representações. (BORGES, 2007, p.93).

Uma das alternativas de modificar esse modelo pragmático seria envolver as escolas em parcerias com a universidade para minimizar as divergências entre o que é objeto de estudo de pesquisas e o que é ensinado nas escolas como já tem sido feito pela comunidade científica (BENITE, 2009; BENITE *et al.*, 2009; PROCÓPIO *et al.*, 2010)

Acreditamos que a contextualização do ensino com enfoque nos temas “químicos sociais” possibilita a discussão de questões políticas, econômicas, sociais e ambientais estreitando a relação entre o conhecimento científico e o contexto local, possibilitando o desencadeamento de um processo de ação transformadora dessa mesma realidade pela interferência dos sujeitos na sociedade, rompendo com o ensino tradicional, que visa à transmissão de conhecimento com fins memorístico.

Percebe-se, assim, o papel que o ensino de Química pode e deve desempenhar na formação de pessoas que tenham conhecimentos necessários para se posicionarem com propriedade frente às situações problemáticas do seu contexto, seja regional ou local (COELHO *et al.*, 2007, p 8).

Neste sentido, esta investigação se propõe a encurtar a relação entre a universidade (onde se produz o conhecimento científico) e a aula de ciências (onde se ensina e se aprende sobre o

conhecimento científico) e objetiva analisar este processo materializado em uma abordagem pedagógica.

### Sobre o método

A investigação apresenta elementos de uma pesquisa participante que:

[...] vai procurar auxiliar a população envolvida a identificar por si mesma os seus problemas, a realizar a análise crítica destes e a buscar soluções adequadas (BRANDÃO, 1984, p.52).

Numa tentativa de aproximação entre a universidade e a escola, o Núcleo de Pesquisas em Ensino de Ciência da Universidade Federal de Goiás NUPEC-UFG, desenvolveu, numa escola estadual da capital, um trabalho em parceria com a Escola de Engenharia Civil, EEC-UFG.

A parceria entre NUPEC e EEC se fundou diante do edital lançado pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), para promover a engenharia no ensino médio por meio do desenvolvimento de um projeto intitulado “O Ensino de Ciências para a Conservação dos Recursos Naturais e o Ambiente Construído”. Dessa parceria surge um sub-projeto intitulado “Construção de um aquecedor solar com materiais alternativos: uma experiência com energia limpa no ensino médio” ou seja, a construção de um coletor solar com material alternativo para aquecimento d’água utilizando um modelo semelhante ao divulgado na internet (disponível no endereço [www.ebanataw.com.br/4430/clubes/spsantana/p20041127.htm](http://www.ebanataw.com.br/4430/clubes/spsantana/p20041127.htm)). Apresentamos na figura 1, o planejamento e uma etapa da construção do aquecedor.

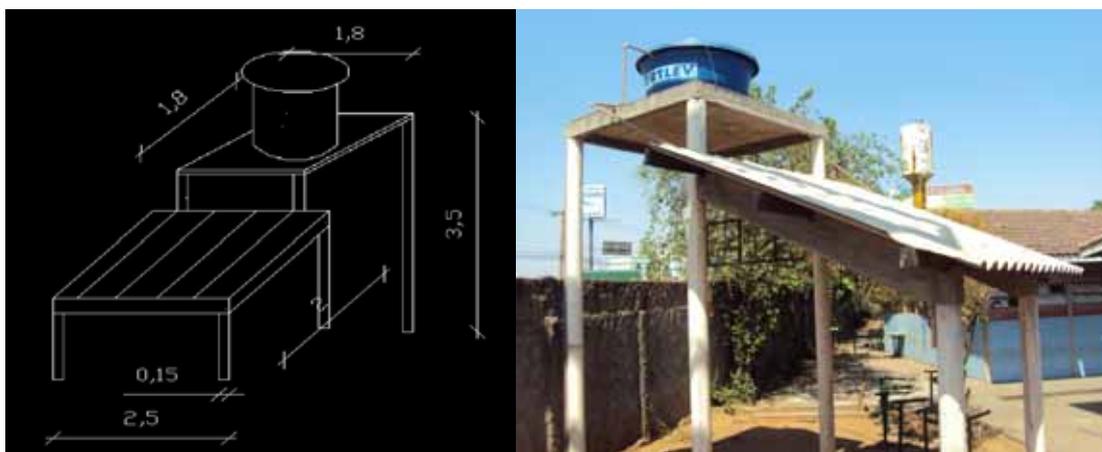


Figura 1: Planejamento e etapa de construção do coletor solar, ainda sem o painel solar.

Segundo Benite (2009) para que haja uma inovação, no âmbito da Universidade e de outras instituições de pesquisa é essencial haver interdisciplinaridade possibilitando uma melhoria mútua nas transformações de suas metodologias esclarecendo assim a participação da EEC no desenvolvimento do projeto, que tem como foco principal o objetivo de:

Capacitar professores do ensino médio da escola envolvida no projeto, contribuindo para atualização profissional e aprimoramento contínuo do educador estimulando este a criar suas próprias práticas inovadoras para melhoria do aprendizado de seus alunos. Criar ambientes integrados que permitam os alunos da escola vivenciar a relação entre a teoria e a solução de problemas reais para melhor compreender a relação entre o estudo de ciências e os problemas de engenharia e despertar vocações para as áreas de tecnológicas como a engenharia. (BENITE, 2009, p.43).

O coletor solar foi desenvolvido com base nos princípios de funcionamento dos aquecedores solares comerciais, a conversão da radiação em calor, com a diferença de este ter sido

construído com materiais alternativos e, por consequência, ter o custo bastante reduzido.

Para montar o coletor solar foi preciso construir um suporte, estrutura de concreto que irá sustentar o peso da caixa d'água e do painel solar. Adquirimos com verba associada à parceira com a universidade (FINEP) uma caixa d'água, que irá alimentar o coletor solar, nela a água fica em constante refluxo.

Os autores participaram do desenvolvimento desta investigação atuando como professor formador, aluno de pós-graduação e aluno de iniciação científica procurando envolver os alunos do ensino básico nas aulas de ciências vinculadas ao desenvolvimento do projeto.

Assim, foram etapas constitutivas deste trabalho:

- a) o desenvolvimento e,
- b) a utilização de uma abordagem pedagógica, sobre a temática conversão da energia térmica em calor, como estratégia para explicar como acontece o aquecimento da água no painel solar, que é feito de garrafas PET e embalagens de leite longa vida (tetra pak), tal como apresentado na figura 2.



Figura 2: Montagem do painel solar.

Estes materiais foram coletados mediante implantação de coleta seletiva na escola, este processo também se estendeu a comunidade, ou seja, as famílias que convidadas a participar da coleta de material para construção do painel atenderam prontamente. Durante a fase de coleta seletiva, o material foi acondicionado no laboratório da escola (Figura 3).

A montagem do painel solar se deu durante as aulas de laboratório envolvendo alunos e professores de ciências em etapas de seleção, organização e montagem da estrutura. As caixas de leite, recortadas em retângulo, foram pintadas com tinta preta deixando a parte de alumínio aparente. Depois foram dobradas de maneira a se obter um cilindro, permitindo passar o cano de PVC pelo interior do cilindro.

As garrafas de refrigerante foram recortadas ao meio e utilizamos somente às pontas das garrafas colando uma a outra com fita adesiva, criando assim, um envoltório impermeável para envolver a caixa de leite e o cano de PVC tal como apresentado na figura 2.



Figura 3 – Acondicionamento da coleta seletiva no laboratório.

A abordagem pedagógica desenvolvida foi orientada segundo o plano de aula apresentado na tabela 2 para ser utilizada em um tempo de aula de química. E, em seu desenvolvimento foram incorporados materiais de apoio, e estratégias de modelização, tal como apresentada na figura 4 que permitissem simular fenômenos de irradiação, convecção e condução em sala de aula.

Tabela 2 - Plano de Aula

|  |
|--|
| <b>Conteúdo</b>  |
| Conversão térmica de energia solar, troca de calor, irradiação.  |
| <b>Objetivo</b>  |
| Fazer com que o aluno reconheça e interprete os fenômenos de troca de calor.<br>Apresentar estratégias de solução de problemas integrados as necessidades humanas e do meio ambiente.  |
| <b>Métodos</b>   |
| Com base no projeto “Construção de um coletor solar com materiais alternativos: uma experiência limpa no ensino médio”, desenvolver uma abordagem pedagógica com a temática conversão de energia térmica em calor para explicar conceitualmente como acontece o aquecimento da água no painel solar. |
| <b>Avaliação</b>   |
| Questionário para responder após a aula e ser entregue em próxima aula.  |
| <b>Duração</b>   |
| 40 minutos   |

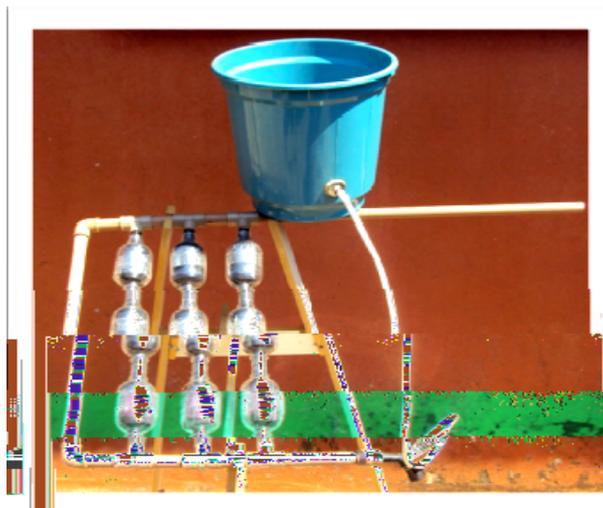


Figura 4: Modelo do coletor solar desenvolvido para utilização na abordagem pedagógica.

Optamos por desenvolver uma estratégia de modelização baseada nas ideias de Bunge (1974) especificamente sobre sua concepção de como modelos podem oferecer uma forma de conceber o realismo científico. Segundo o autor a ciência não é só experiência, é sim, teoria mais experiência planejada, executada e entendida à luz de teorias.

Atualmente, pesquisas em ensino de ciências têm enfatizado a importância da modelização como objeto de ensino, principalmente por esta favorecer a aproximação entre o conhecimento científico e os conhecimentos prévios dos alunos (MARTINAND, 1986, 1996; PIETROCOLA 1999).

Desse modo, pensamos em desenvolver o modelo do coletor solar como objeto de ensino visando ofertar a possibilidade de compreensão de um real complexo. Utilizamos uma maquete do coletor, figura 4, no qual a caixa d'água é representada pelo balde e o painel solar miniaturizado foi construído da mesma maneira que o normal.

A água do balde (caixa d'água) desce por gravidade até a parte inferior do coletor e como o retorno da água quente é feito por um cano situado acima do buraco de saída, a água retornará ao balde devido a diferença de densidade (água quente/água fria).

O aquecimento da água é feito no painel solar, onde as caixas de leite pintadas de preto irão absorver a radiação solar, parte da radiação que não foi absorvida seria perdida sob forma de radiação infravermelha. Com a utilização das garrafas PET envolvendo a superfície absorvedora a radiação infravermelha que seria perdida é refletida para ser novamente absorvida, otimizando o processo de aproveitamento de energia e oportunizando simular o efeito estufa.

A água ao passar pelo painel solar, cria um gradiente de energia, troca calor com este, se aquece e tem sua densidade reduzida devido ao aumento do volume provocado pelo aumento da energia cinética associada, medida de agitação térmica das partículas. À medida que água é aquecida ela tem sua densidade diminuída e assim ela é levada cada vez mais alto até retornar a caixa d'água.

A proposta pedagógica desenvolvida foi de natureza dialogada, utilizando material expositivo tal como os slides confeccionados apresentados nas figuras 5 e 6.



Figura 5: Exemplo de slide confeccionado.

O slide 5, sobre a conversão térmica, foi desenvolvido com vistas a apresentar os fatores envolvidos no aquecimento da água: a absorção da radiação, a radiação solar foi representada pelas setas amarelas será absorvida por uma superfície absorsora representada pelo retângulo preto.

A superfície absorsora foi representada com uma cor escura buscando reforçar a ideia de que para uma boa absorção da radiação o ideal é utilizar uma superfície escura.

A energia absorvida pela superfície, chamada de energia útil, será transferida para o material e por isso utilizamos mudança na cor das setas para a cor vermelha. Procuramos estabelecer uma relação entre o número de setas e a quantidade de energia transferida, uma pequena parte da radiação solar incidida na superfície será convertida em calor, uma vez que temos um número menor de setas vermelhas comparadas as setas amarelas.

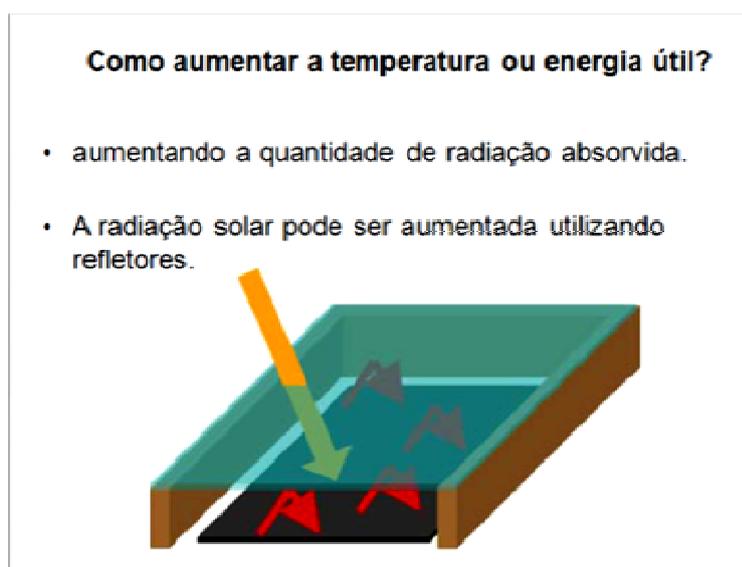


Figura 6: Exemplo de slide confeccionado.

O slide 6 foi desenvolvido com vistas a possibilitar uma discussão sobre as variáveis relacionais. Os alunos foram convidados a fornecer possíveis soluções para o problema, isto é, as perdas térmicas inerentes ao sistema, que dificultam a conversão da radiação em calor.

No recurso visual temos a radiação solar, representada pela seta amarela, que ao incidir na superfície absorvedora será parte absorvida e parte refletida na forma de radiação infravermelha, representada pelas setas vermelhas. A cobertura em azul representa em nosso esquema a garrafa PET envolvendo as caixas de leite foi elaborada justamente com o propósito de refletir a radiação infravermelha.

O desenvolvimento da abordagem se efetivou numa turma de 3º ano do ensino médio com 30 alunos no período noturno. O instrumento de coleta de dados foi à gravação em áudio e vídeo e questionário (tabela 3) aplicado aos alunos como estratégia de avaliação da abordagem. A gravação foi transcrita e analisada e passaremos a apresentar sua análise bem como a dos questionários no próximo item.

Tabela 3- O instrumento de coleta de dados: Questionário.

| Questões | Sobre conversão térmica da energia solar   |
|----------|--|
| 1        | Você sabia do desenvolvimento do projeto, “ <b>Construção de um aquecedor solar com materiais alternativo: uma experiência limpa no ensino médio.</b> ” na escola?<br><br><input type="checkbox"/> <b>Sim</b> <input type="checkbox"/> <b>Não</b>  |
| 2        | “Em função da <b>crise energética</b> e do problema do <b>aquecimento global</b> surgiu a necessidade de buscarmos novas fontes de energia que pudessem minimizar os graves problemas advindos dessa situação. Uma das formas de se resolver o problema do <b>aquecimento do clima</b> na Terra é rever uma boa parte da matriz energética usada pelo homem até agora. Por essa razão surgiu o desenvolvimento das <b>energias alternativas ou renováveis</b> , que são obtidas de fontes naturais virtualmente inesgotáveis, sendo algumas dessas pela grande quantidade de energia que contêm e outras porque têm a capacidade de regenerar-se por meios naturais.”( <a href="http://www.blograizes.com.br/energia-alternativa-ou-renovavel-solucao-sustentavel.html">http://www.blograizes.com.br/energia-alternativa-ou-renovavel-solucao-sustentavel.html</a> ).<br><br>O projeto em desenvolvimento se enquadra entre as fontes de energia alternativa ou renovável? Justifique. |
| 3        | Que fenômeno está envolvido no aquecimento da água. Descreva com base no que foi explicado na aula como é feito este aquecimento?  |
| 4        | Na aula de conversão térmica da energia solar estudamos como ocorrem as perdas térmicas e como elas diminuem a eficiência no aquecimento da água. Explique um dos métodos de perda térmica e proponha uma solução para o problema.   |

## Resultado e discussão

Estavam presentes no desenvolvimento da abordagem pedagógica, além dos 30 alunos (A1, A2...A30), um professor em formação inicial, aluno de iniciação científica do LPEQI(PFI), e o professor de física da escola (PFC). Apresentaremos uma análise sobre a utilização da abordagem pedagógica desenvolvida.

Os diálogos produzidos pelos sujeitos da pesquisa compuseram a base de dados desta investigação. Desta forma, destacamos os seguintes extratos onde se revelam situações nas quais a estratégia oportunizou rever, discutir, ampliar, contextualizar e aproximar o conhecimento científico da realidade de estudantes e professores.

Extrato1: *Sobre temperatura como gradiente de energia.*

**1-(PFI):** Eu vou explicar como acontece o aquecimento da água aqui dentro do sistema (apontando para a estratégia de modelização). Nosso sistema depende do que?

**2-(A1):** Da absorção da radiação.

**3-(PFI):** A absorção da radiação é feita aonde?

**4-(A2):** Na parte pintada de preto (apontando para o modelo)

**5-(PFI):** É na superfície absorvedora, que é uma superfície preta, mas porque uma superfície preta?

**6-(A3):** Porque o preto absorve a energia.

**7-(PFI):** Isso, o preto absorve mais a energia, absorve mais a radiação solar. O pessoal que está de blusa preta aí, no sol esquenta mais a blusa. Por isso, que a gente pegou a caixinha de leite e pintou ela de preto, pra aumentar a absorção da radiação solar. A radiação ao incidir vai ser absorvida e essa energia vai ser transferida na forma de calor para a água. No caso, aqui tem um cano passando por dentro, a água fria vai entrar por baixo e à medida que ela passa pelo coletor ela vai sendo aquecida e vai tendo trocas de calor e a superfície aqui dentro que vai estar quente (o professor aponta para o modelo). A temperatura que a gente vai atingir aqui dentro, a temperatura atingida da água no equilíbrio vai depender de que?

**8-(A4):** Da quantidade de radiação absorvida

**9-(PFI):** E também das perdas térmicas existentes. E a absorção da radiação depende do que? Vai depender da superfície, quando maior a área maior a absorção. Se a gente tiver um aquecedor grandão maior a superfície que irá absorver e então aquece mais.

**10-(A5):** E a inclinação dessas garrafinhas aqui?

**11-(PFI):** Outro fator seria a inclinação do painel, esse já é um fator mais complicado, a Terra tem uma inclinação com relação ao sol, então dependendo da nossa posição geográfica a gente procura colocar o coletor numa posição para aumentar essa taxa de absorção, no qual a incidência dos raios solares seja maior por um longo período de tempo.

**12-(PFC):** O tamanho do nosso coletor vai ser 1,50m por 1,80m e a temperatura atingida será de aproximadamente 45°C.

O extrato do diálogo apresentado trouxe a oportunidade de discutir concepções dos alunos sobre os conceitos científicos que, por muitas vezes, são utilizados com significados diferentes em seu cotidiano daqueles inerentes a ciência.

Nos turnos 6 e 7, quando A3 afirma que o preto absorve mais energia e PFI explica que o aquecimento da água depende desta absorção, o diálogo oportuniza a discussão do conceito de temperatura como gradiente de energia diferentemente do conceito passivo apropriado erroneamente de que *temperatura “ é diretamente proporcional a quantidade de calor e que existem dois tipos de calor, frio ou quente ”* (MORTIMER,1998, p. 30).

Prática muito comum em salas de aula é identificar os conhecimentos prévios dos alunos. Porém esta prática acaba por ampliar o déficit entre a percepção concreta que os alunos possuem dos conteúdos científicos ministrados pelo professor. Para a grande maioria dos alunos sua concepção de mundo obtida por meio de sua inserção social neste, ou seja, no exterior do contexto escolar permanece inalterada pelos conhecimentos estudados nas aulas de ciências (KRAPAS, 2008)

O desenvolvimento do modelo pode permitir a exercitar o domínio dos recursos matemáticos necessários para se estabelecer as relações sobre o fenômeno e fornecer explicações menos sofisticadas que a ciências, mas, suficientes para o estudado no momento. O modelo produziu discussões que puderam ampliar o conhecimento apreendido por meio da apreensão de aspectos relevantes da realidade tal como:

**1-(PFI):** Eu vou explicar como acontece o aquecimento da água aqui dentro do sistema (apontando para a estratégia de modelização). Nosso sistema depende do que?

**2-(A1):** Da absorção da radiação.

**3-(PFI):** A absorção da radiação é feita aonde?

**4-(A2):** Na parte pintada de preto (apontando para o modelo)

Nestes turnos professor e alunos se utilizam das representações palpáveis e modificáveis de um objeto familiar. Além destas representações existem aquelas que têm características relacionais com a representação sistemática do objeto tal como as variáveis como inclinação, tamanho do coletor, tipo de material utilizado citados nos turnos 10,11, 12 e no extrato a seguir.

*Extrato2: Ainda sobre temperatura como gradiente de energia.*

**14-(PFC):** Nos já prevemos isso ai, porque quando a radiação incidir e penetrar no corpo transparente ela vai para o corpo absorvedor, que é o corpo negro, ai nós utilizamos à equação de Stefan Boltzmann que diz que quando a onda volta, ela não volta no mesmo comprimento de onda.

**15-(PFI):** Ela vai voltar na forma de radiação infravermelha.

**16-(PFC):** Isso, só que a onda infravermelha fica confinada dentro da garrafa. Quando PFI e PF falam que parte da radiação que não foi absorvida será refletida na forma de onda infravermelha e ficara confinada na garrafa, podemos aprofundar esse debate discutindo a natureza e as propriedades da radiação, que é uma onda eletromagnética. E a condução seria, por exemplo, eu encostar aqui nessa mesa e o calor vai se propagando por ela. Se pegar uma colher, um metal, e aquecer a ponta da colher na chama de um fogão com o tempo a sua colher vai esquentar.

**17-(A4):** A madeira não.

**18-(PFI):** Isso! Já a madeira não, ou seja, a condução vai depender do material utilizado. O plástico, por exemplo, não troca calor como se fosse

um cano de metal. No cano de metal a troca de calor iria ser muito maior. Aqui temos o exemplo de superfície absorvedora e aqui seriam as perdas térmicas por convecção, o ar trocando calor com o próprio aquecedor. Aqui as perdas térmicas por condução do próprio material que se propaga e por irradiação que nem toda radiação é absorvida. E qual seria uma das maneiras de aumentar a energia útil, energia que vai ser absorvida aqui dentro? A gente viu os fatores que vão atrapalhar no aquecimento, uma maneira de poder aumentar essa energia.

**19-(A4):** Escolher o material que possa manter a temperatura.

**20-(PFI):** E o que pode ser feito com esse material para evitar as trocas térmicas?

**21-(A1):** Proteger, isolar das trocas térmicas.

**22-(PFI):** Proteger, criar um isolamento com um material de fibra de vidro, ou mesmo de isopor.

**23-(A24):** Proteger, criar um isolamento com um material de fibra de vidro.

**24-(A15):** Ou isopor.

**25-(PFI):** Outra maneira então é aumentando a quantidade de radiação absorvida, a radiação pode ser aumentada utilizando-se refletores. Podemos colocar refletores de vidro para fazer com que a radiação perdida seja incidida de volta ou como a gente havia comentado, utilizando algo para isolar, proteger, um isolamento. Gostaria de aproveitar e tocar no seguinte assunto: o que faz com diferentes materiais tenham diferentes propriedades como isolantes térmicos é a natureza de suas ligações.

O diálogo produzido no extrato 2 permite identificar que alunos por meio de relações mediadas com o conhecimento científico estabelecem relação entre diferentes materiais e a sua eficiência como um isolante térmico.

A produção coletiva de significados partilhados neste extrato permitiu que o professor pudesse rever junto com os alunos o conceito de ligação química. Este partiu dos diferentes materiais citados tal como plástico, madeira e metal para deflagrar uma revisão sobre o conceito. Utilizou as propriedades dos materiais para dirigir a discussão para uma análise microscópica sobre a relação entre essas propriedades e o tipo de ligação presente. Fatos sozinhos não impõem o conhecimento novo. “*É significativo o papel dos preconceitos e de ideias que permanecem enraizadas, embora estejam em desacordo com evidências experimentais*” (BORGES, 2007, p. 93).

De acordo com Bunge nosso modelo é um modelo concreto, ou seja, uma representação esquemática visual, uma maquete. Estes resultados demonstram que a inserção deste na abordagem pedagógica, do ponto de vista didático, aumentou a participação dos alunos na própria construção do modelo uma vez que, alguns dos atributos tais como o tipo de material utilizado para superfície absorvedora, ou o tipo de material para isolamento do painel (vide turnos 17 a 24) foram modelizados pelos alunos (por meio de procedimentos propostos ou imaginados pelo próprio aluno) e não fornecidos diretamente pelo professor.

Extrato3: *Sobre energia alternativa e seu impacto econômico.*

**28-(PFI):** Aqui na escola isso é mais demonstrativo, vai ser utilizado em que a água quente PFC? Acho que na cozinha. Não é isso?

**29-(PFC):** Na torneira da cozinha e nós vamos instalar também no banheiro, como o projeto é mais experimental por isso que só ficou nesses dois lugares.

**31-(A8):** Tem alguma diferença de recebimento de calor entre esse coletor com material reciclável e os normais, o calor é mais ou acaba sendo igual?

**32-(PFI):** Eu não sei a eficiência dos aquecedores normais, mas aquece normal.

**33-(PFC):** É chegamos à mesma temperatura, o aproveitamento do comercial é em torno de 50 a 60% e o nosso é em torno de 45%.

**34-(A1):** Eu estava pensando aqui, isso pra mim, na minha casa, seria uma boa, seria uma economia na conta de luz.

**35-(PFI):** Eu li em um artigo, da utilização desta experiência em residências no Paraná, que o investimento inicial é de aproximadamente R\$400,00

**36-(PFC):** Nas residências, a gente vai ter uma economia de 40% do valor mensal do consumo de energia elétrica.

**37-(A14):** Então em valores vai depender de quanto você normalmente gasta para obter o retorno do investimento. Ainda assim se a conversão térmica for eficiente dá uma boa economia nos gastos e ainda não impacta o meio ambiente.

No extrato acima se destaca a contextualização do ensino a partir de um tema químico social: o impacto econômico da utilização de energia alternativa. Os alunos têm a oportunidade de vivenciar como o conhecimento científico pode ser usado para transformar sua realidade buscando assim a formação de um cidadão mais atuante e estreitando a relação entre o conhecimento científico e o contexto local.

Nos turnos 28 a 37 houve a formulação de uma série de questionamentos a respeito da situação de contexto, que precisaram ser respondidos com base em conhecimentos sistematizados. Consideramos esta estratégia de fundamental importância para realização de uma abordagem mais temática, pois, o contexto do aluno assume grau de importância muito elevado para estudo.

#### Extrato4: Sobre materiais e perdas térmicas.

**51-(A2)** Professor deixa eu só te fazer uma pergunta, e a encanação que você vai levar até o chuveiro e nas torneiras, você não acha que o cano de plástico vai ter muita perda nesse caminho?

**52-(PFC):** Não porque nós fizemos este estudo. É na encanação de ferro que há muita perda.

**53-(A21):** Dá mais perda que a plástico?

**54-(PFC):** Por incrível que pareça. Essa daqui (cano PVC) você tem para

cada metro uma perda de 0,01%.

No turno 51 o aluno foi capaz de identificar um fator relacionado com a perda térmica. A água quente saía da caixa d'água e ao ser levada até a cozinha ou ao banheiro troca calor com o cano de PVC por condução e o cano por sua vez por convecção com o ar. No turno 53 A21 estabelece relação entre o tipo de material e sua eficiência questionando a sobre a utilização de diferentes materiais no coletor.

Nestes resultados A2 e A21 apresentam informações para a compreensão do tema e questionamentos a respeito do julgamento e tomada de posição frente ao problema. Entendemos que quando A2 e A21 assumem esta postura assumem também que o conhecimento químico apresenta interligação com o enfrentamento de situações para além das salas de aula.

No turno 54 PFC faz uma consideração equivocada quando se surpreende com o fato do plástico apresentar menor perda de energia que o ferro. Metais são melhores condutores por isso não retém energia de maneira eficaz. Esta consideração de PFC denuncia a necessidade de formação continuada dos professores, pois, isolados na atividade docente se afastam da reflexão sobre esta atividade.

Concordamos com Benite (2009) que o objetivo a formação continuada dos professores:

que chega a tomar um considerável tempo, invadindo sua vida particular, noites e fins de semana. (BENITE, 2009, p.05).

A partir desta proposta de contextualização do ensino cabe a iniciativa de mudar a maneira como vem sendo feito o ensino, romper com o ensino tradicional e buscar tornar o ensino algo mais humanístico, voltado para formação de uma sociedade menos individualista e não um ensino memorístico, que outrora para atender as nossas necessidades, mas que hoje é ultrapassado e vem se tornando uma das causas da baixa qualidade de ensino.

Ainda cabe ressaltar que para além de identificar os conhecimentos prévios de alunos é preciso fazer com que estes tomem um caminho ascendente em direção ao conhecimento científico que é crítico e consistente. As respostas dadas aos questionários permitem dizer que esta estratégia parece cumprir esse objetivo uma vez que a linguagem científica começa a ser utilizada com maior frequência pelos alunos tal como:

**A09:**

O projeto em desenvolvimento se enquadra entre as fontes de energia alternativa ou renovável? Justifique.

Podem ser desenvolvidas em energias alternativas ou renováveis, que são obtidas por fontes naturais. Porque buscando novas alternativas de economia energética, e novas fontes de energia possa minimizar alguns problemas ambientais (ex: aquecimento global).

**A06:**

3. Que fenômeno está envolvido no aquecimento da água. Descreva com base no que foi explicado na aula como é feito este aquecimento?

Energia solar.  
Inserção através de garrafas plásticas, com um material preto interno para melhor absorção de calor, onde a água é movida da caixa d'água e pode ser aquecida até 45°C, que possa internamente ficar como nestas garrafas e retirar a caixa d'água do aquecimento, mantendo assim a temperatura desejada.

**A21:**

4. Na aula de conversão térmica da energia solar estudamos como ocorrem as perdas térmicas e como elas diminuem a eficiência no aquecimento da água. Explique um dos métodos de perda térmica e proponha uma solução para o problema.

Radição, convecção.  
Convecção = Troca de ar (a perda)  
Isolamento = Sem um material negro (superfície), ou uma não há muita perda de energia.

**Algumas considerações**

Os resultados permitem afirmar que a abordagem pedagógica desenvolvida se mostra como alternativa viável para o ensino de conceitos químicos uma vez que possibilitou o estabelecimento de diálogo na aula de química. Além do que, o diálogo é veículo que permite estabelecer novas relações professor-aluno e aluno-aluno.

Quando os alunos são capazes de reconhecer o conceito em outros contextos para além da sala de aula nos parece haver uma indicação de que os alunos se apropriaram deste. De mesmo modo quando estes utilizam a linguagem científica em detrimento da linguagem de senso comum nos questionários também nos parece indicativo de que houve apropriação conceitual.

Sobre a contextualização, concluímos que nossa abordagem conseguiu ir além da exemplificação, ou seja, inserção de ilustrações e exemplos nas aulas de acordo com conhecimento químico. Pois, privilegiamos a discussão – apresentação dos conhecimentos científicos visando à argumentação sobre a situação de contexto. De igual modo concluímos que nesta abordagem apresentamos o contexto num grau maior de importância, embora ainda, o ensino ter tendido para uma abordagem focada no conteúdo.

Nossa análise, ainda que preliminar, permitiu compreender o papel que universidade e escola podem desempenhar na construção de espaços dialógicos em sala de aula onde o conhecimento é democratizado e vai ao encontro das necessidades de ambas as instituições.

## Referências

- Benite, A. M. C.; Neto, L. L.; Benite, C. R. M.; Procopio, M. V. R. & Friedrich, M.(2009) Formação de Professores de Ciências em Rede Social: Uma Perspectiva Dialógica na Educação Inclusiva. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*. Acesso em 30 de mar., 2010, <http://www.fae.ufmg.br/abrapec/revistas/V9N3/v9n3a6.pdf>.
- Benite, C. R. M. (2009). *Discussão curricular a partir do tema energia numa perspectiva de intervenção na formação continuada de professores*. 2009, 101f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás.
- Borges, R. M. R. (2007) *Em debate: cientificidade e educação em ciência*. Porto Alegre: EDIPUCRS.
- Bunge, M. (1974) *Teoria e realidade*. São Paulo: Perspectiva.
- Brandão, C. R. (1984). *Repensando a Pesquisa Participante*. São Paulo: Ed. Brasiliense.
- Coelho, J. C. & Marques, C. A.(2007). Contribuições freireanas para a contextualização no ensino de Química, *Ensaio*. Acesso em 15 de abr., 2010, <http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/viewFile/120/170>.
- Goiás, (2008). Programa de Ressignificação do Ensino Médio do Estado de Goiás. Secretaria de Estado da Educação, Estado de Goiás.
- Krapas, S., Queiroz, G., Colinvaux, D. & Franco, C. (1997). Modelos: uma análise de sentidos na literatura de pesquisa em ensino de ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*. Acesso em 16 de abr., 2010, [http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID33/v2\\_n3\\_a1997.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID33/v2_n3_a1997.pdf).
- Martinand, J. L.(1986). Ensenanza y aprendizaje de la modelizacion. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, 4(1), 45-50.

Martinand, J. L. (1996). *Introduction à la modélisation*. Acesso em 22 de jul., 2010, <http://www.inrp.fr/Tecne/Rencontre/Univete/Tic/Pdf/Modelisa.pdf>.

Mortimer, E. F. & Amaral L.(1998). Quanto mais quente melhor, calor e temperatura no ensino de termoquímica. *Química Nova na Escola*, 7, 30-34.

Oliveira, R. P. (2007). Da universalização do ensino fundamental ao desafio da qualidade: uma análise histórica. *Educação e Sociedade*. Acesso em 05 de jun., 2010, <http://www.scielo.br/pdf/es/v28n100/a0328100.pdf>.

Pietrocola, M.(1999). Construção e Realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos. *Investigações em Ensino de Ciências*. Acesso em 05 de jun., 2010, [http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID54/v4\\_n3\\_a1999.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID54/v4_n3_a1999.pdf).

Procópio, M. V. R.; Benite, C. R. M.; Caixeta, R. F. & Benite, A. M. C.(2010). Formação de professores em ciências: um diálogo acerca das altas habilidades e superdotação em rede colaborativa. *Revista Electrónica Enseñanza de las Ciencias*. Acesso em 10 de ago., 2010 [http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen9/ART8\\_Vol9\\_N2.pdf](http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen9/ART8_Vol9_N2.pdf).

Recebido em: 01.02.11

Aceito em: 21.03.11