

## **UMA PROPOSTA DE EDUCAÇÃO EM FÍSICA PARA O ENSINO MÉDIO: O PROJETO RELUZ EM PELOTAS**

Verno Kruger<sup>1</sup> e Sergio Luiz Pereira Nunes<sup>2</sup>

**RESUMO:** Apresenta-se a discussão de uma experiência educativa construída na disciplina de física do Ensino Médio de uma escola pública de Pelotas-RS, referenciada pela aproximação entre o Modelo de Investigação na Escola (MIE) e o Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), o que pode trazer aportes para aprofundar as discussões sobre os currículos de ciências na atualidade. Com ênfase na reflexão centrada nos processos de construção e validação de conhecimentos produzidos no contexto social dos alunos, este modelo “alternativo” visa superar muitos dos obstáculos presentes em modelos majoritários na nossa realidade escolar. É enfatizada a possibilidade de uma práxis docente que articule as dimensões epistemológica, dialógica e ética da educação científica e tecnológica, com pressupostos didático-metodológicos de investigação na sala de aula e capazes de favorecer, no aluno, a tomada de decisões em assuntos em que ciência e tecnologia estejam presentes no contexto social, como é o caso da problematização do Projeto Reluz como tema gerador em aulas de física do Ensino Médio em um projeto de educação em física para a cidadania.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de Física. Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS). Modelo de Investigação na Escola (M.I.E). Projeto Reluz

**ABSTRACT:** The article presents a discussion about an educational experience developed on the subject of physics in a public high school in Pelotas,RS, referred to the connection between the Model of Investigation in the School (MIS) and the approach Science-Technology-Society (STS), which can arise discussions about the current high school curricula of science. While emphasizing reflexive thinking on the process of construction and validation of school knowledge in science considering students social environment. This “alternative” model aims to overcome many of the difficulties present in the dominant teaching models

---

<sup>1</sup> Doutor em Educação pela PUCRS. Professor da Universidade Federal de Pelotas.

<sup>2</sup> Mestre em Educação pela UFPel. Professor do Centro Federal de Educação Tecnológica.

of our schools' reality. It is emphasized the possibility of a teaching practice to articulate the epistemological, dialogic and ethic dimensions of the scientific and technological education, with methodological conceptions of investigation in the classroom and able to stimulate, the student to the ability of making choices of subjects in which science and technology are present in the social context, taking as example the Reluz Project as a generator subject in the high school physics classes, in a project of physics education for the citizenship.

KEY WORDS: Physics Teaching; Science Technology and Society (STS); Model of Investigation in the School (MIS); Reluz Project.

## 1 INTRODUÇÃO

Pesquisas em educação indicam, majoritariamente, um ensino de física tradicional, referenciado na epistemologia indutivista, o que implica a promoção e a perpetuação de uma visão descontextualizada, cumulativa e linear do conhecimento científico, com conteúdos originados de produções realizadas em séculos passados, em sociedades e contextos diversos dos atuais (HARRES, 1999). Por outro lado, vemos também que muitos discursos evocam a necessidade de construção da cidadania através do ensino de física, discursos no entanto inseridos ainda fortemente em uma concepção de educação científica de caráter propedêutico e tradicional, ou seja, como uma concepção de conhecimento científico absolutista e, assim, considerado verdadeiro e superior (PORLÁN; RIVERO, 1998).

Destaca-se ainda que essa concepção curricular descontextualizada e distante da realidade dos alunos está associada também a concepções metodológicas de transmissão de conteúdos por parte do professor, não consideração das idéias prévias dos alunos e reforço do papel passivo destes nos processos de ensino e de aprendizagem, o que é entendido socialmente como a maneira normal, e neste sentido naturalizada, de ocorrerem as práticas educativas nas escolas (ROLDÃO, 2001). Isto provavelmente cause tanto o baixo rendimento dos alunos como seu desinteresse e falta de motivação, reforçando a concepção de que o atual enfoque majoritário no ensino de física é inadequado como educação científica necessária na atualidade.

A superação desse quadro tem sido objeto de diversas propostas de integração de referenciais teóricos com alternativas didático-metodológicas diferenciadas para o ensino de ciências, como é o caso dos trabalhos de Gehler, Auth e Auler (2008) e também de Coelho e Marques (2007), entre outros.

Enquanto os primeiros propõem uma integração das contribuições de Freire e Vygotsky para o enriquecimento de projetos de ensino referenciados pelo enfoque CTS, os segundos propõem o uso do referencial freireano em uma proposta de educação química para a cidadania no entorno das minas de carvão de Criciúma/SC. Neste sentido, o presente artigo insere-se no contexto de proposições de síntese entre propostas educativas e, neste caso, de aproximações entre duas propostas didático-metodológicas alternativas, o Modelo de Investigação na Escola (MIE) (GRUPO INVESTIGACIÓN EN LA ESCUELA, 1991a e 1991b) e o enfoque educativo Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS).

Considera-se estas aproximações possíveis em função de uma multiplicidade de fatores convergentes, tais como concepções de conhecimento científico fundamentadas em epistemologias evolucionistas; concepções pedagógicas referenciados no construtivismo sócio-cultural; metas educativas, nas quais se destacam o desenvolvimento da autonomia e do senso crítico dos alunos e a formação para o exercício da cidadania e também de currículos flexíveis e contextualizados a partir da investigação de problemas relevantes relacionados com a realidade dos alunos, conforme se apresenta na continuidade.

## **2 O ENFOQUE EDUCATIVO CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE - CTS.**

Como uma reação ao paradigma da neutralidade científica e da visão positivista da ciência, vigente até a Segunda Guerra Mundial, o movimento CTS foi-se constituindo aos poucos a partir do questionamento, por parte de alguns setores do mundo acadêmico,

dos rumos que a ciência estava tomando e, principalmente, do distanciamento crescente do cidadão na compreensão desta ciência e do mundo que estava emergindo a partir desta progressiva “cientifização” da vida das pessoas.

Rapidamente, estas preocupações, com enfoques variados na Europa e nos Estados Unidos, se constituíram em um enfoque educativo principalmente para o ensino de Ciências Naturais, que na atualidade se fundamenta em três pilares (BAZZO et al, 2003): a alfabetização científica e tecnológicas do aluno; o desenvolvimento de seu pensamento crítico e de sua independência intelectual; e a educação para o exercício da cidadania.

Desta forma, o enfoque CTS referencia uma nova possibilidade de estruturação curricular e metodológica do ensino de ciências em todos os níveis, com o objetivo geral de possibilitar a todas as pessoas a tomada de decisões responsáveis em questões controversas que envolvam relações entre ciência-tecnologia-sociedade, favorecendo, portanto, a possibilidade de participação ativa de todos como cidadãos responsáveis em suas sociedades.

Assim, para Acevedo (2003), um processo de ensino e de aprendizagem com orientação CTS deve assumir uma perspectiva de educação científica capaz de integrar conhecimento científico com uma educação em valores – éticos, estéticos e políticos, na compreensão de que estes são elementos imprescindíveis para análise e compreensão da realidade circundante dentro dos objetivos de uma educação cidadã.

Convém explicitar que o enfoque educativo CTS não é uma forma especial de educação e tampouco pode ser reduzido a uma nova forma de ordenar e selecionar conteúdos no currículo, ainda que o possibilite. Neste enfoque, os conteúdos deixam de ter importância em si mesmos e passam a ser inseridos no contexto de problemas de relevância social, isto é, tornam-se ferramentas para a compreensão de situações cotidianas e para a tomada de decisões em relação a elas. Esta nova organização curricular enfatiza a importância da

articulação entre conteúdos conceituais, atitudinais e procedimentais no desenvolvimento de temáticas de relevância social, valorizando-se a dimensão dialógica e ética da educação científica e tecnológica, o que implica uma renovação profunda no ensino de ciências.

Assim, o desenvolvimento de atividades no enfoque CTS pode ser favorecido pela adoção de metodologias com orientações construtivistas, e com estratégias de ensino-aprendizagem compatíveis com pressupostos teóricos de “construção coletiva” (BAZZO et al, 2003, p. 149), em que os papéis de professores e de alunos sejam profundamente redefinidos.

Assim, o desenvolvimento de temáticas ou questões problemáticas do contexto social do aluno a partir de estratégias que potencializem nele a constituição de um sujeito ativo mais do que receptivo, oportuniza que ele assuma maior responsabilidade na programação das atividades, além de favorecer que dirija sua atenção para fora da classe a fim de obter respostas aos questionamentos e possibilitar uma aplicação da informação apreendida em aula no mundo real.

Desta forma, a educação científica, na perspectiva do enfoque CTS, busca promover o desenvolvimento de capacidades que possibilitem ao aluno uma compreensão mais relacional e complexa dos impactos sociais da ciência e da tecnologia, potencializando sua participação como cidadão na sociedade civil, via tomada de decisões, e que, conforme Acevedo (2003), é aspecto de maior interesse numa educação científica obrigatória e democrática para todas as pessoas, como é o caso da Educação Básica no Brasil.

A observância das características curriculares e metodológicas desejáveis, acima mencionadas como adequadas a um ensino e a uma aprendizagem com orientação CTS, na compreensão dos autores, mantém uma aproximação significativa com os princípios orientadores do MIE, conforme se apresenta a seguir.

### **3 O MODELO DE INVESTIGAÇÃO NA ESCOLA – MIE: A SALA DE AULA COMO UM SISTEMA COMPLEXO.**

A integração entre o enfoque CTS e o MIE numa proposta de síntese deve-se ao fato deste último constituir uma proposta metodológica que referencia e amplia as possibilidades de intervenção diferenciadas no processo educativo a partir do enfoque CTS, basicamente um enfoque curricular e de conteúdos específico. A importância do MIE reside na “sua capacidade de sugerir linhas de investigação educativa e orientar procedimentos concretos para a atuação na sala de aula” (GRUPO INVESTIGACIÓN EN LA ESCUELA, 1991a, p.3), respondendo “[...] à necessidade de integrar, no âmbito didático, as contribuições construtivistas sobre o conhecimento, procedentes da psicologia e da epistemologia, com uma concepção de escola como uma realidade complexa e singular” (GRUPO INVESTIGACIÓN EN LA ESCUELA, 1991a, p.9) e um “currículo entendido como um conjunto de hipóteses e de propostas de ações didáticas a experimentar, investigar e desenvolver na prática educativa (GRUPO INVESTIGACIÓN EN LA ESCUELA, 1991b, p. 3).

Desta forma, o MIE constitui-se uma proposta de mediação entre a prática pedagógica escolar e a reflexão sobre a mesma, favorecendo um contínuo e progressivo aperfeiçoamento do professor e da sua intervenção no ensino e na “realidade” escolar, esta compreendida como um sistema complexo que a intencionalidade do processo educativo permite transformar.

Para explicitar os pressupostos mais importantes do Modelo de Investigação na Escola e suas implicações no processo educativo, é importante apresentar as três perspectivas teóricas que o fundamentam:

a) a perspectiva construtivista, segundo a qual a aprendizagem é entendida como uma construção de significados por parte do aluno (sujeito), mediada pelo professor, enquanto que o ensino é um conjunto de processos para favorecer a construção dos conhecimentos na sala de aula, em uma abordagem sócio-cultural

que parte da investigação da “realidade” dos alunos e da consideração de seus conhecimentos prévios (GRUPO INVESTIGACIÓN EN LA ESCUELA, 1991a, p.18).

b) a perspectiva sistêmica e complexa do mundo relaciona-se com “as idéias e a realidade – também a realidade escolar – como sistemas em evolução, descritos e analisados a partir de seus elementos constituintes, das interações entre eles e das mudanças que se verificam no decorrer do tempo” (PORLÁN, RIVERO e MARTÍN DEL POZO, 1997, p.56 apud KRÜGER, 2000, p.53), possibilitando para alunos e professores “[...] estabelecer relações entre as partes e entre as partes e o todo, para assim compreender o funcionamento da estrutura em seu conjunto, para então poder modificá-la” (GRUPO INVESTIGACIÓN EN LA ESCUELA, 1991a, p.9).

c) a perspectiva estratégico-crítica permite integrar aspectos ideológicos dos processos de ensino e de aprendizagem entendendo-se que “[...] as idéias e as condutas das pessoas e os processos de comparação e de comunicação das mesmas não são neutros” (PORLÁN, RIVERO e MARTÍN DEL POZO, 1997, p.56 apud KRÜGER, 2000, p. 54), e que a interpretação da realidade – visão de mundo - é também condicionada por uma série de fatores constituindo um contexto a ser considerado no desenvolvimento das práticas educativas.

Numa síntese destas três perspectivas, o ensino é orientado e estruturado para a negociação, a reflexão, e a atitude crítica, compartilhadas na comunicação, na construção do conhecimento e na tomada de decisões. Busca-se, com isto, potencializar aos protagonistas do processo a percepção, não só da evolução do conhecimento e do desenvolvimento individual e social, como também da reflexão sobre a prática em interação com o conhecimento científico e com as crenças e interesses dos participantes do processo.

Desses pressupostos derivam importantes conseqüências para o ensino e para a aprendizagem de ciências, principalmente uma

intensa interação do aluno com o meio em estudo, o que poderá oportunizar desenvolvimento cognitivo, afetivo e valorativo dos alunos e a construção de atitudes, procedimentos e conceitos que por si mesmos não poderia elaborar em contextos cotidianos.

A adoção do M.I.E, como referencial para ações no âmbito educativo, integradas com o enfoque CTS, está perpassada pela idéia da investigação como eixo estruturador tanto das práticas docente como das discentes, pois professor e aluno são percebidos como investigadores de suas práticas, das suas concepções prévias e dos currículos, estes entendidos como hipóteses curriculares e, portanto, propostas abertas e flexíveis, suscetíveis de serem redefinidas durante o processo.

Desta forma, os dois enfoques educativos guardam relação entre si, o que permite o exercício de sua integração na constituição de um projeto de ensino referenciado, conforme se descreve na continuidade.

#### **4 MIE E CTS: UMA PERSPECTIVA DE INOVAÇÃO CURRICULAR PELO DESENVOLVIMENTO DE UM PROJETO DE ENSINO**

Considerando que “[...] cada indivíduo elabora na sua relação com o entorno a sua própria realidade, e que essa elaboração é também produto de um conhecimento compartilhado e negociado entre os indivíduos [...]” (GRUPO INVESTIGACIÓN EN LA ESCUELA, 1991a, p.62) deve-se reconhecer que a adoção do enfoque curricular CTS na estruturação de currículos de ciências, ao priorizar o contexto, a historicidade e a ação dos vários agentes envolvidos na construção e validação do conhecimento científico e tecnológico, pode oportunizar uma estreita “comunicação” com os princípios educativos do MIE, através de suas perspectivas estratégico-crítica e sistêmico-complexa, pois se enfatiza, no âmbito do ensino e da aprendizagem “de” e “sobre” ciências, a necessidade de uma visão crítica, complexa e sistêmica dos conteúdos e dos processos de sala de aula.

Uma complementaridade que pode ser apontada entre os dois modelos reside na abordagem metodológica. Enquanto o enfoque CTS apenas indica a necessidade de estratégias didático-metodológicas com orientações construtivistas, o MIE, ao lado da proposta de currículos abertos e flexíveis constituídos a partir de problemas relevantes socialmente para os alunos, favorece o aprofundamento das discussões metodológicas e apresenta referências para uma metodologia construtivista por investigação de problemas, numa abordagem sócio-cultural. Portanto, destaca-se a compreensão de que, metodologicamente, parte-se dos problemas de relevância social para os conceitos científicos e destes retorna-se aos temas.

Diante das aproximações e complementaridades discutidas, é possível estruturar uma síntese teórica para referenciar uma hipótese curricular para o ensino de ciências, cuja materialização foi testada através do desenvolvimento e aplicação de um módulo didático, na disciplina de física, numa turma do último ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública estadual na cidade de Pelotas (RS-Brasil), a partir de uma temática que se configurava como um problema local e de relevância social, o Programa Nacional de Iluminação Pública Eficiente (Reluz) na cidade de Pelotas-RS, programa do governo federal para promover, nos municípios, o uso sustentável da energia elétrica.

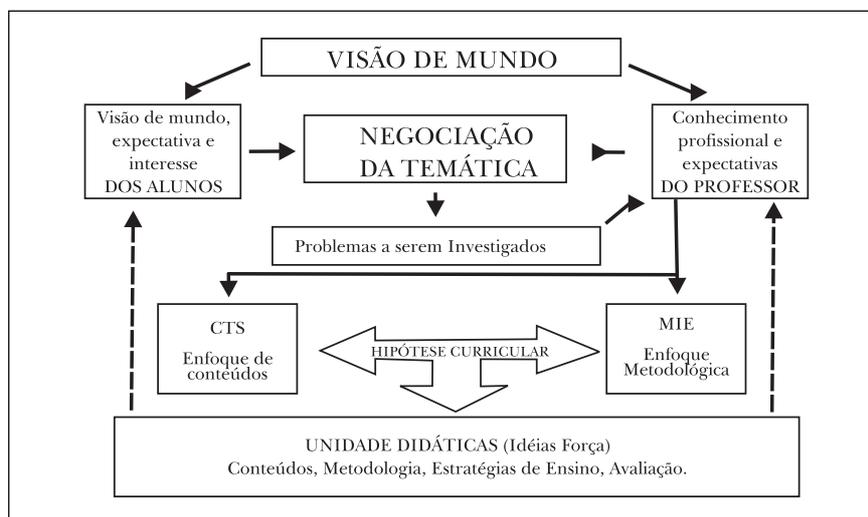
O ReLuz, desenvolvido pela ELETROBRÁS e coordenado pelo Ministério de Minas e Energia, foi lançado em âmbito nacional em junho de 2000 e depois prorrogado, em 2002, até 2010. Pretende abranger 77% do potencial de conservação de energia da rede nacional de iluminação pública, atualmente composta por 14,5 milhões de pontos de iluminação, dos quais 12,3 milhões são considerados ineficientes. Para tanto, busca-se tornar eficientes 9,5 milhões de pontos de iluminação pública e instalar outros 3 milhões no País.

A implantação do Reluz no município de Pelotas ocorreu no período de 2002-2003, e visava a tornar mais eficiente a iluminação pública das vias urbanas e dos prédios públicos do município a partir

da substituição de lâmpadas de vapor de mercúrio por lâmpadas de vapor de sódio, da correção do fator de potência, da padronização de materiais elétricos, além do acréscimo no número de luminárias instaladas em todos os bairros da cidade.

Conforme dados de cadastro da concessionária local responsável pela distribuição da energia elétrica no município, a cidade tinha, antes do Reluz, 17.042 pontos de luz (2.890 KW). Após a implementação do Projeto, esses valores passaram para 24.012 pontos de luz (3.191KW), o que, juntamente com outras ações do município na área de efficientização energética, rendeu ao município, em 2003, o “Prêmio Cidade Eficiente em Energia Elétrica”, concedido pela Procel/Eletrobrás (<http://www.eletrobras.gov.br/procel1/34.htm>).

De acordo com as informações iniciais acima e sob o amplo espectro da hipótese curricular pretendida no projeto de ensino “Reluz: energia e suas transformações no contexto social”, pretendeu-se discutir conteúdos de física do Ensino Médio relacionando conteúdos de eletricidade com relações custo-benefício, com questões ambientais e socioeconômicas subjacentes à implantação deste projeto de iluminação pública, e construindo-se, de acordo com a síntese entre o MIE e o Enfoque CTS, uma proposta de investigação de problemas de relevância social, conforme esquematizado na figura abaixo:



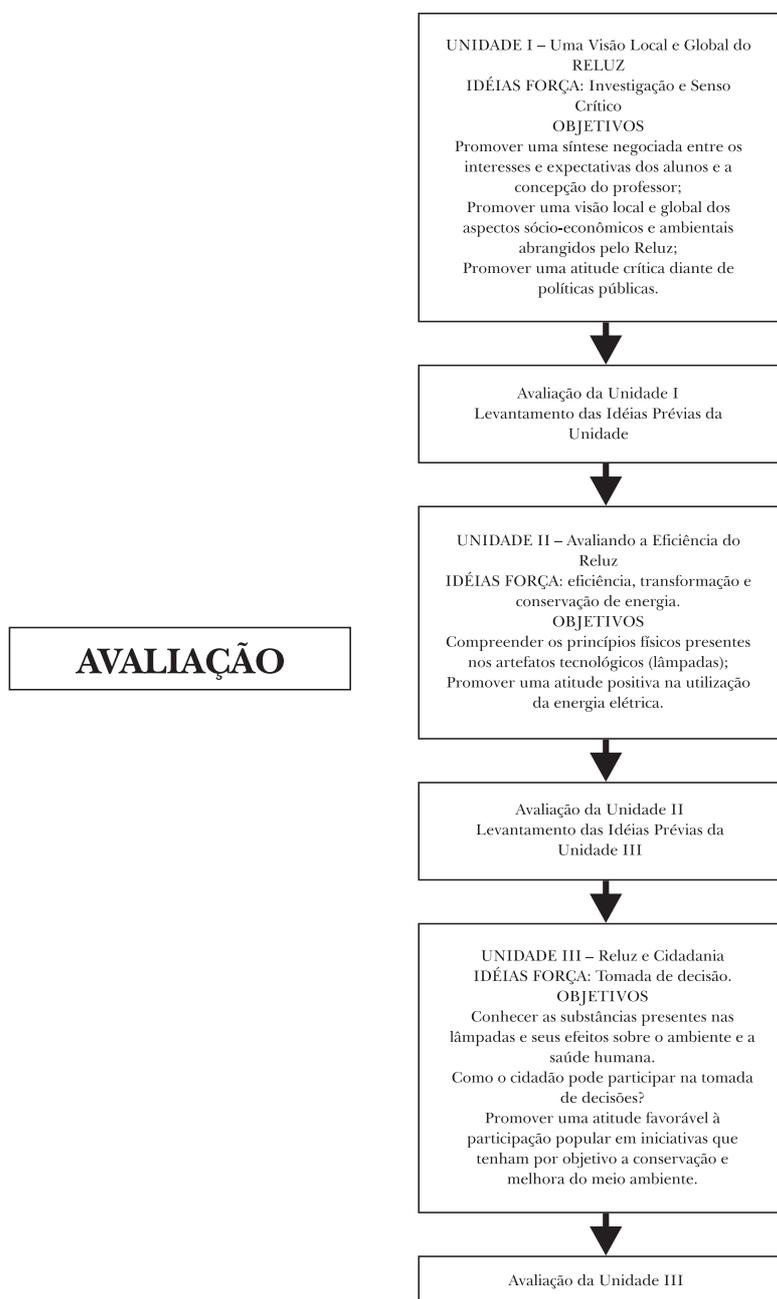
Assim, este projeto de ensino teve como objetivo promover o favorecimento de aprendizagens de física a partir de um modelo didático estruturado como uma síntese entre os pressupostos do MIE e os CTS para discutir a partir da implantação do Programa ReLuz, a participação cidadã nos processos decisórios em suas cidades.

No planejamento desta proposta, os conteúdos (conceituais, atitudinais e procedimentais) foram selecionados em função da temática e estruturados e articulados em pequenas unidades didáticas, objetivando que o problema proposto pudesse ter uma resposta.

Neste desenvolvimento, podem ser destacadas algumas das etapas que ocorreram: (a) a adoção de um problema para investigar; (b) o levantamento das concepções prévias; (c) a construção de hipóteses e argumentos; (d) o desenvolvimento de conteúdos conceituais; (e) a formulação do conhecimento construído sobre o problema; (f) a comunicação e socialização do conhecimento, enfatizando-se aspectos que potencializam a participação em grupos, para a elaboração e reelaboração de propostas, para a negociação, consenso e por fim a tomada de decisões.

A estruturação das unidades didáticas foi orientada por idéias-força entendidas “como elemento central, ou pequeno conjunto de metas (conteúdos de qualquer tipo) e as suas aplicações práticas, e que constituem o núcleo das aprendizagens que se pretendem conseguir [...]” (GONZALEZ et al, 1999, p.23) e que mantinham relação com aspectos sociais, econômicos e científico-tecnológicos, contextualizando-os dentro da realidade local. Outro aspecto a ser destacado é que a organização e o planejamento de cada unidade tiveram o caráter de uma hipótese curricular, com “[...] um certo sentido, uma orientação, [...] e desenvolveu uma certa visão de mundo nos sujeitos que aprendem” (García, 1998, p. 19 apud Krüger, 2000, p.64).

A hipótese curricular é apresentada a seguir:



## 5 DESENVOLVIMENTO DAS UNIDADES DIDÁTICAS

Conforme já se comentou, a hipótese curricular sobre o Projeto Reluz em Pelotas tinha como objetivo geral, ou idéia força central, o desenvolvimento de uma temática vinculada à área de conhecimentos da física, mas que tivesse como referências teóricas os pressupostos do enfoque CTS e do Modelo de Investigação na Escola, conforme se detalhou no planejamento do projeto cujo desenvolvimento será descrito a seguir.

A Unidade-I tinha um enfoque problematizador e também exploratório, o que fica evidente quando examinamos as idéias-forças desta unidade: investigação e senso crítico. A partir do interesse manifestado pelos alunos, pretendeu-se investigar o conhecimento e a visão que eles tinham do Reluz e também seus conhecimentos sobre iluminação pública no município, o que foi utilizado como conhecimento de partida para o desenvolvimento da unidade, focado na resolução de dois problemas: o que é o ReLuz e como sua implantação influi na qualidade de vida da população.

Para desenvolver estes objetivos, os alunos foram organizados em pequenos grupos, para realizarem um levantamento exploratório do Reluz em seus múltiplos aspectos, não limitados à escola, pois os alunos foram pesquisar em diversos segmentos da sociedade civil, tais como com moradores de diversos bairros, na Associação dos Bairros de Pelotas, na Companhia Estadual de Energia Elétrica, na Câmara de Vereadores e na Secretaria Municipal de Obras de Pelotas. Ao retornarem com os dados pesquisados para a sala de aula, os grupos organizaram as informações, elaboraram sínteses e, mediante seminários participativos, discutiram e socializaram o conhecimento construído através destas pesquisas iniciais.

Desta forma, questionando os vários agentes envolvidos e/ou atingidos pela aplicação do Projeto Reluz, sobretudo o Poder Executivo Municipal na condição de gestor dos recursos envolvidos, os alunos puderam realizar um diagnóstico inicial

da problemática que estava sendo estudada, e que serviu de referência para o desenvolvimento da Unidade II.

Nessa unidade, desenvolveu-se um aprofundamento conceitual do Reluz a partir da discussão de questões relacionadas com os processos de transformação de energia nele envolvidos, com os mecanismos que asseguram sua eficiência e na questão da utilização responsável da energia elétrica. Foram, neste contexto, discutidos conteúdos relacionados com os processos de transformação de energia e também com a compreensão dos conhecimentos de física que fundamentaram o desenvolvimento tecnológico de artefatos utilizados na aplicação do Projeto, principalmente as lâmpadas (diferentes tipos, características, etc.) e favorecendo, no desenvolvimento dos conteúdos, discussões sobre o desenvolvimento de um compromisso com a sustentabilidade na utilização da energia elétrica.

Nessa etapa, houve também a necessidade de trabalhar conteúdos conceituais de eletrodinâmica tais como: corrente elétrica, condutores e isolantes, resistência elétrica, potência elétrica e rendimento, aplicados no contexto da iluminação pública. Realizaram-se então alguns experimentos com lâmpadas diversas.

Para uma maior discussão, foi realizado um seminário participativo com o secretário de Obras do Município e também com o engenheiro responsável pela implantação do Reluz. Durante o seminário, que teve a duração de duas horas, os alunos fizeram vários questionamentos, pertinentes à tecnologia das lâmpadas, características técnicas, custo, processos de licitação pública e reciclagem. Por fim, a atenção ficou focalizada, na discussão sobre a validade ou não de se estabelecer uma taxa que cobriria os custos de implantação e gestão da iluminação pública no município de Pelotas. As informações discutidas pelos alunos neste seminário foram, posteriormente, utilizadas pelos alunos para subsidiar discussões, em sala de aula, para aprofundamento da temática e para a elaboração de uma síntese.

Por sua vez, na última unidade didática proposta, procurou-se destacar novamente o envolvimento dos vários agentes envolvidos na problemática da iluminação pública em Pelotas, bem como o seu caráter complexo, condicionado principalmente por interesses políticos e socioeconômicos, por motivações, por expectativas e por valores. Enfatizou-se também a importância da alfabetização científica e tecnológica – ACT – nas aprendizagens dos alunos e no desenvolvimento de sua autonomia e senso crítico, como elementos centrais na construção da cidadania, e, por consequência, na participação ativa do cidadão na tomada de decisões em questões públicas que envolvem a ciência e a tecnologia.

Nesse momento, a turma havia evoluído a partir das questões mais técnicas, características iniciais dos conteúdos, para a discussão de um ponto ainda considerado polêmico do Reluz, e que estava repercutindo na mídia local: o projeto de lei que visava a instituir no município a taxa de iluminação pública, que já havia sido aprovada no final de 2003 pelo Congresso Nacional.

A Contribuição de Iluminação Pública (CIP) permitia a cobrança de uma taxa pelo serviço nos municípios e no Distrito Federal. Sob forte pressão de prefeitos, já em dezembro de 2002 a Câmara dos Deputados havia aprovado uma proposta de emenda à Constituição permitindo a cobrança desta taxa, e esta foi incluída na reforma tributária aprovada em setembro de 2003.

Pela lei aprovada, caberia às Câmaras de Vereadores de cada município regulamentar e definir o percentual da cobrança, que poderia variar entre 1 e 4% do valor da conta de luz, sendo que as prefeituras que conseguiram a aprovação dos respectivos legislativos municipais começaram a descontar a CIP já em 2004, sendo dinheiro aplicado obrigatoriamente em despesas de fornecimento de energia, manutenção e investimentos na rede.

Sobre as discussões a respeito da implantação da CIP em Pelotas, as explicações do Secretário de Obras do Município, relatadas anteriormente, não haviam trazido consenso. Uma parte dos alunos estava dividida defendendo posições antagônicas e a outra

parte estava em dúvida. Além disso, muitos alunos começavam a demonstrar desmotivação na realização das atividades propostas pelo Projeto.

As reflexões sobre estes fatos possibilitaram refazer o planejamento inicial das atividades e das estratégias de ensino, o que provocou uma mudança significativa na seqüência prevista, na qual buscou-se enfatizar uma participação ainda mais ativa dos alunos nas atividades com vista à tomada de decisões. Optou-se então por realizar, com os alunos, dois “Congressos de Consenso”, uma estratégia de ensino referenciada pelo enfoque CTS. Esta estratégia de ensino é considerada, por muitos autores CTS, como uma das mais exitosas experiências de participação pública em problemas relacionados com CTS, por tratar-se de “[...] um modelo de participação pública que, baseado num enfoque CTS, trata de abrir o processo de tomada de decisão em inovação tecnológica ou intervenção ambiental para a compreensão e valores da sociedade” (CEREZO, OSORIO e GORDILHO, 2000).

Segundo essa proposta metodológica, pretende-se favorecer o desenvolvimento da autonomia dos alunos responsabilizando-os compartilhadamente pelas aprendizagens, com o objetivo de tomarem decisões a partir da realização de um júri, em um modelo transposto dos tribunais de júri para questões sociais que envolvam ciência e tecnologia. Os principais objetivos desta atividade são os de expandir as oportunidades de acesso dos alunos à tomada de decisões sobre assuntos relacionados com Ciência e Tecnologia, melhorar a compreensão dos assuntos relacionados com a Ciência e a Tecnologia a partir de um debate informado e, ainda, os de aprofundar a democracia mediante o estímulo da implicação cívica nos processos decisórios públicos.

Esta estratégia metodológica, os Congressos de Consenso, giraria em torno de um dilema ético (devemos aceitar pagar a CIP?) e tinha o propósito de que os alunos exercitassem a autonomia, a construção de argumentos e pudessem se certificar da importância da Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), no sentido de trazer segurança e responsabilidade na tomada de decisão.

As atividades do Congresso de Consenso ocorreram a partir da formação de três grupos; o grupo pró-Reluz, o grupo contra-Reluz e um júri, formado pelos demais integrantes da turma. A proposta era realizar um debate entre os dois grupos, onde um construiria e defenderia argumentos para a aprovação da Contribuição para a Iluminação Pública (CIP) e o outro construiria e defenderia argumentos contra esta aprovação. Ao final, após a realização das audiências de debates e discussões, deveria haver um veredicto, a ser ditado pelo júri.

Com esta organização, os grupos assumiram suas posições no debate, cuja estrutura organizacional foi construída pelos alunos e discutida com outros professores, e contou, sobretudo, com a colaboração da professora de Filosofia, cuja formação profissional também na área jurídica, possibilitou um aperfeiçoamento do modelo de júri nos dois encontros.

No primeiro Congresso de Consenso, as falas dos grupos se alternaram entre definir posições gerais, fazer questionamentos entre si e responderem questões do júri, enviadas por escrito à banca mediadora do debate, composta também por alunos. Ao final da atividade os alunos saíram contagiados por uma motivação sem precedentes.

Determinados a aprofundarem seus conhecimentos sobre o Projeto de Lei, tomaram várias iniciativas por conta própria, passando a pesquisar com mais determinação e a consultar professores e “autoridades”. Isto permitiu o desenvolvimento de argumentos mais consistentes e conduziu a reflexões mais profundas e sistemáticas no segundo Congresso e permitiu aos alunos uma visão mais abrangente que foi discutida e socializada em sala de aula.

Deve-se destacar também que no segundo Congresso de Consenso houve a participação de todas as turmas da manhã, na condição de “público”. Além disso, a organização do debate decidiu também que os grupos pró e contra Reluz também poderiam se beneficiar da introdução de mais uma personagem, “o especialista”,

com características bem definidas: reconhecida experiência na área, conhecimentos e interesses pelo assunto e possibilidade de contribuir na fundamentação dos argumentos dos grupos.

No segundo debate, o tempo foi ultrapassado e o questionamento dos grupos, que deveria ser feito somente pelo júri da turma, acabou por contagiara todos que estavam presentes e vieram perguntas de todos – alunos e professores-. O tempo foi em muito ultrapassado e o “júri” teve que fazer o recesso para tomar uma decisão, o que necessitou de aulas extras.

Conforme se percebe, o Congresso de Consenso extrapolou os limites da sala de aula e se tornou objeto de discussão na escola. Alunos e professores presentes opinavam “contra” e a “favor”, e também queriam saber o resultado do júri. A decisão foi difícil e os alunos encontraram dificuldades em assumir uma posição de consenso. Por fim a decisão veio, em favor da instauração da taxa.

A riqueza dessa atividade reside em uma multiplicidade de aspectos, pertinentes às aprendizagens: conceituais, na medida em que é favorecida uma evolução conceitual pelo ativo envolvimento do aluno e por sua motivação no desenvolvimento e articulação dos conceitos e na sua transformação e utilização em argumentos; atitudinais, favorecendo nos alunos uma atitude crítica e reflexiva, pertinente à posição que assumem frente ao coletivo e a si próprios; e finalmente, procedimentais, na medida em que são valorizadas, sobretudo, a tomada de posição, a construção e a organização de argumentos e sua defesa pública em contextos diversos.

Mesmo após a decisão do júri e do encerramento das atividades, os alunos continuaram a falar sobre os Congressos de Consenso, os pontos em que obtiveram sucesso e o que fariam diferente naqueles pontos onde os argumentos foram falhos. Não há dúvida quanto à forte carga em valores – éticos, estéticos e políticos - para todos aqueles que participaram dessa atividade.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do desenvolvimento desse projeto de ensino revelaram, em primeiro lugar, alguns problemas no ensino de física e que identificamos como relacionados à adoção de um modelo didático tradicional nessa disciplina. A análise de dados coletados durante o desenvolvimento do projeto sugere que, apesar de estarem concluindo o Ensino Médio e de já terem tido 3 anos de conteúdos de física, os alunos continuam respondendo aos questionamentos feitos em aula no nível de conhecimento cotidiano, sem apresentarem grandes indícios de evolução conceitual.

Isso sugere que todo o processo de escolarização no Ensino Médio (3 anos), pouca ou nenhuma influência teve em suas vidas, ou seja, pouco ou nada aprenderam de física, o que está de acordo com a afirmação de Pozo (2003) quando diz não ser exagero afirmar que a maioria dos alunos, e dos cidadãos, não compreende a ciência que estuda e na qual se fundamenta boa parte da tecnologia que utilizam diariamente, o que se configura como uma das justificativas mais relevantes para direcionar este ensino para o campo das relações e interações CTS e para uma metodologia referenciada pelo Modelo de Investigação na Escola.

Por estas razões, a síntese entre estes dois enfoques mostrou-se uma ferramenta muito válida para potencializar aprendizagens qualitativamente mais significativas nos alunos. Assim, a evolução do conhecimento escolar como produto aberto e complexo, a valorização da tomada de decisões, a aprendizagem cooperativa em atividades nas quais os grupos se complementam mutuamente, a fundamentação da argumentação e a socialização pela comunicação do conhecimento construído contribuíram significativamente para o acentuado aumento de motivação nos estudos e para a construção de autonomia, fazendo com que tivessem maior comprometimento por suas aprendizagens.

Apesar da potencialização da motivação e da aprendizagem dos alunos, podem ainda ser apontadas algumas limitações da proposta que necessitam ser revistas no desenvolvimento de futuras

atividades referenciadas por esta síntese: a inserção destas propostas em um contexto disciplinar e concebido dentro de uma estrutura hierárquica, disciplinar e compartimentada, onde os espaços e os tempos são pré-definidos, com pouca flexibilidade, e a necessidade de os professores intensificarem o desenvolvimento de reflexões epistemológicas como pressupostos para o desenvolvimento destas atividades, prescindindo o professor da visão ingênua de que adquirir conhecimento científico consiste simplesmente em acumular novos saberes, sob o algoritmo “lógica + experimentação” (PORLÁN, 1996).

Nesse sentido, entendemos que um caminho possível para a utilização deste modelo didático no desenvolvimento dos currículos de ciências seria partir de projetos interdisciplinares construídos coletivamente, pensados e executados pelo maior número possível de professores de uma escola, além de incluir alunos, funcionários, pais e entidades do entorno.

Com isso, procura-se responder às necessidades relacionadas com a concepção da natureza complexa e sistêmica do modelo, assim como prover mecanismos para enfrentar as dificuldades formativas dos professores e a fragmentação do currículo.

Enfim, o MIE e o enfoque CTS constituem exemplos de “novos” e importantes discursos que valorizam a pluralidade e a diversidade, orientando a educação científica geral para propostas político-pedagógicas que viabilizem a educação numa dimensão emancipatória dos agentes envolvidos. Contudo, não concebemos esse modelo didático como uma prescrição, a ser seguida invariavelmente. Fazer isso seria negar a essência do MIE assim como do enfoque CTS, que preconizam, em todas as situações, currículos com enfoques locais que se estendam para uma abrangência global, e a promoção da autonomia, do espírito crítico e da construção da cidadania através dos conteúdos desenvolvidos em nossas salas de aula.

## REFERÊNCIAS

ACEVEDO, J. A. **Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS**. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/salactsi>>. Acessado em 27 fev. 2009.

\_\_\_\_\_. VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M. A. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo (Espanha), v. 2, n. 2, 2003. Disponível em: <<http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen2/Numero2/Art1.pdf>>. Acessado em 27 fev. 2009.

BAZZO, W. A.; LINSINGEN, I. V.; PEREIRA, L. T. V. Introdução aos estudos CTS (ciência, tecnologia e sociedade). 1.ed. **Cadernos de Ibero-América**. Madrid: OEI (Organização dos estados ibero-americanos para a educação, a ciência e a cultura), 2003. 170f.

CEREZO, J.; OSORIO, C.; GORDILHO, M. **La educación en valores a través de CTS**. Montevideu: Foro Iberoamericano sobre educação em valores. 2000. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/salactsi/mgordillo.htm>>. Acessado em 27 fev. 2009.

COELHO, J. C.; MARQUES, C. A. Contribuições freireanas para a contextualização no ensino de Química. **Ensaio – Revista da Faculdade de Educação da UFMG**, Belo Horizonte, v.9, n.1., 2007. Disponível em: <[http://www.fae.ufmg.br/ensaio/v9\\_n1/contribuicoes-freireanas-para-a-contextualizacao-no-ensino-de-quimica-juliana-coelho-e-carlos-a.pdf](http://www.fae.ufmg.br/ensaio/v9_n1/contribuicoes-freireanas-para-a-contextualizacao-no-ensino-de-quimica-juliana-coelho-e-carlos-a.pdf)>. Acessado em 27 fev. 2009.

GARCÍA, J. E. **Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares**. Sevilla: Díada, 1998.

GEHLEN, A.; AUTH, M. A.; AULER, D. Contribuições de Freire e Vygotsky no contexto de propostas curriculares para a Educação em Ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 7, n.1, 2008. Disponível em: <<http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen7/ART4Vol7N1.pdf>>. Acessado em 27 fev. 2009.

GONZÁLEZ, J. F.; ESCARTIN, N. E.; GARCIA, J. F. R.; JIMÉNEZ, T. M. **Como hacer unidades didácticas innovadoras?** Sevilla: Díada, 1999.

GRUPO INVESTIGACIÓN EN LA ESCUELA. **Proyecto curricular “Investigación y Renovación Escolar – IRES” I. El Modelo Didáctico de Investigación en la Escuela**. Sevilla: mimeo (versão provisória), 1991a.

GRUPO INVESTIGACIÓN EN LA ESCUELA. **Proyecto curricular “Investigación y Renovación Escolar – IRES” II. El Marco Curricular**. Sevilla: mimeo (versão provisória), 1991b.

HARRES, J. B. S. **Concepções dos professores sobre a natureza da ciência**. 1999. 195f. Tese (Doutorado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

KRÜGER, V. **Evolução do conhecimento profissional de professores de ciências e matemática: uma proposta de educação continuada**. 2000. 310p. Tese (Doutorado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

NUNES, S. L. P. **Aproximações entre o enfoque CTS e o modelo de investigação na escola: uma proposta de educação para a cidadania no ensino de Física**. 2005. 128f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2005.

LÓPEZ, J. C.; GARCIA, M. **Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y de la tecnología**. Madri: Editorial Tecnos. 1996.

PORLÁN, R. **Cambiar la escuela**. Buenos Aires: Magistério del Rio de la Plata, 1996.

PORLÁN, R.; RIVERO, A. **El conocimiento de los profesores**. El caso del área de ciencias. Sevilla: Díada, 1998.

POZO, J. I. **La adquisición de conocimiento científico como un proceso de cambio representacional**. Disponível em: <[www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm](http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm)>. Acessado em: 13 jan. 2009.

ROLDÃO, M. C. A. Mudança anunciada da escola ou um paradigma de escola em ruptura. In: ALARCÃO, I. (Org.). **Escola Reflexiva e Nova Racionalidade**. Porto Alegre: ARTMED, 2001. p. 115-134.