

Universidade Federal de Santa Maria
Pró-Reitoria de Graduação
Centro de Educação
Curso de Graduação a Distância de Educação Especial

METODOLOGIA DO ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E SUAS TECNOLOGIAS

4º Semestre

1ª Edição, 2005



Secretaria de
Educação Especial

Secretaria de
Educação a Distância

Ministério
da Educação



Elaboração do Conteúdo

Profa. Aline Bagetti

Prof. Claiton José Grabauska

Prof. Fábio da Purificação de Bastos

Profa. Ilse Abegg

Profa. Taís Fim Alberti

Professores Pesquisadores (Conteudistas)

Vanessa Immich

Acadêmica Colaboradora

Desenvolvimento das Normas de Redação

Profa. Ana Cláudia Pavão Siluk

Profa. Luciana Pellin Mielniczuk (*Curso de Comunicação Social | Jornalismo*)

Coordenação

Profa. Maria Medianeira Padoin

Professora Pesquisadora Colaboradora

Danúbia Matos

Iuri Lammel Marques

Acadêmicos Colaboradores

Revisão Pedagógica e de Estilo

Profa. Ana Cláudia Pavão Siluk

Profa. Cleidi Lovatto Pires

Profa. Eliana da Costa Pereira de Menezes

Profa. Eunice Maria Mussoi

Comissão

Revisão Textual

(*Curso de Letras | Português*)

Profa. Ceres Helena Ziegler Bevilaqua

Coordenação

Marta Azzolin

Acadêmica Colaboradora

Direitos Autorais

(*Direitos Autorais | Núcleo de Inovação e de Transferência Tecnológica | UFSM*)

Projeto de Ilustração

(*Curso de Desenho Industrial | Programação Visual*)

Prof. André Krusser Dalmazzo

Coordenação

Vinicius de Sá Menezes

Técnico

Orlando Fonseca Júnior

Tiago da Silva Krening

Acadêmicos Colaboradores

Fotografia da Capa

Fotografias retiradas do

Banco de Imagens STOCK.XCHNG

Projeto Gráfico, Diagramação e Produção Gráfica

(*Curso de Desenho Industrial | Programação Visual*)

Prof. Volnei Antonio Matté

Coordenação

Clarissa Felkl Prevedello

Técnica

Bruna Lora

Felipi Borin da Silva

Acadêmicos Colaboradores

Impressão

Gráfica e Editora Pallotti

* o texto produzido é de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

M593

Metodologia do ensino de ciências naturais e suas tecnologias : 4º semestre / [elaboração do conteúdo profa. Aline Bagetti... [et al.] ; revisão pedagógica e de estilo profa. Ana Cláudia Pavão Siluk... [et al.]].- 1. ed. - Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, Pró-Reitoria de Graduação, Centro de Educação, Curso de Graduação a Distância de Educação Especial, 2005.
128 p. : il. ; 30 cm.

1. Ciências naturais 2. Ensino 3. Prática pedagógica I. Bagetti, Aline II. Siluk, Ana Cláudia Pavão III. Universidade Federal de Santa Maria. Curso de Graduação a Distância de Educação Especial. IV. Título.

CDU: 5:37

Presidente da República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva

Ministério da Educação

Fernando Haddad
Ministro da Educação

Prof. Ronaldo Mota
Secretário de Educação a Distância

Profa. Cláudia Pereira Dutra
Secretária de Educação Especial

Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Paulo Jorge Sarkis
Reitor

Prof. Clóvis Silva Lima
Vice-Reitor

Prof. Roberto da Luz Júnior
Pró-Reitor de Planejamento

Prof. Hugo Tubal Schmitz Braibante
Pró-Reitor de Graduação

Profa. Maria Medianeira Padoin
Coordenadora de Planejamento Acadêmico e de Educação a Distância

Prof. Alberi Vargas
Pró-Reitor de Administração

Sr. Sérgio Limberger
Diretor do CPD

Profa. Maria Alcione Munhoz
Diretora do Centro de Educação

Prof. João Manoel Espinã Rossés
Diretor do Centro de Ciências Sociais e Humanas

Prof. Edemur Casanova
Diretor do Centro de Artes e Letras

Coordenação da Graduação a Distância em Educação Especial

Prof. José Luiz Padilha Damilano
Coordenador Geral

Profa. Vera Lúcia Marostega
Coordenadora Pedagógica e de Oferta

Profa. Andréa Tonini
Coordenadora de Tutorias e dos Pólos

Profa. Vera Lúcia Marostega
Coordenadora da Produção do Material do Curso

Coordenação Acadêmica do Projeto de Produção do Material Didático - Edital MEC/SEED 001/2004

Profa. Maria Medianeira Padoin
Coordenadora

Odone Denardin
Coordenador/Gestor Financeiro do Projeto

Lígia Motta Reis
Assessora Técnica

Genivaldo Gonçalves Pinto
Apoio Técnico

Prof. Luiz Antônio dos Santos Neto
Coordenador da Equipe Multidisciplinar de Apoio

Sumário

APRESENTAÇÃO DA DISCIPLINA	05
-----------------------------------	----

UNIDADE A

CONHECIMENTO DE PRÁTICAS PEDAGÓGICAS, NO ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E SUAS TECNOLOGIAS, DESENVOLVIDAS NAS ESCOLAS	07
1. O ensino de ciências naturais e suas tecnologias (PCN-CN&T) no contexto brasileiro	09
2. Análise de práticas pedagógicas implementadas em diferentes contextos	18

UNIDADE B

ABORDAGENS METODOLÓGICAS (ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL)	31
1. Indissociabilidade conteúdo-forma e ensino de ciências naturais	33
2. A experimentação no ensino de ciências naturais	38
3. Educação Científico-tecnológica	43
4. A abordagem temática	48
5. Métodos e técnicas e ensino	52

UNIDADE C

CORRENTES EPISTEMOLÓGICAS	63
1. Principais correntes epistemológicas	65
2. Epistemologia e didática	74

UNIDADE D

CORRENTES ATUAIS NA PESQUISA SOBRE O ENSINO DAS CIÊNCIAS NATURAIS E SUAS TECNOLOGIAS	83
1. Discussão dos resultados recentes da pesquisa em ensino de ciências naturais e suas tecnologias	85

UNIDADE E

HISTÓRIA DO ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E SUAS TECNOLOGIAS	107
1. Principais tendências no ensino de ciências naturais e suas tecnologias	109

REFERÊNCIAS

Referências Bibliográficas	116
----------------------------	-----

Apresentação da Disciplina

METODOLOGIA DO ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E SUAS TECNOLOGIAS

4º Semestre

A disciplina "Metodologia do Ensino de Ciências Naturais" integra conhecimentos científico-tecnológicos. Este material didático escrito foi elaborado tendo em mente que, em média, duas páginas implicam uma hora de estudo (leitura e resolução das tarefas propostas).

Todas as unidades estão organizadas em três etapas: Desafio Inicial (DI), Melhor Solução Escolar no Momento (MSEM) e Desafio mais Amplo (DA). É fundamental perceber a ligação entre estes três momentos do material didático. Só assim, você perceberá as orientações didático-metodológicas e organização conceitual. Lembre-se: não é suficiente apenas ler o material. É indispensável a realização das atividades propostas (desafio inicial, exercícios de compreensão, atividades e desafio mais amplo), comunicar-se a distância pelo ambiente virtual e comparecer nos momentos presenciais agendados.

Ao final das subunidades, sempre serão propostos um "exercício de compreensão" (centrado na idéia central do texto) e duas "atividades" (centradas em idéias secundárias) para serem resolvidos por você. É preciso anotar no seu diário (escrito e/ou eletrônico do ambiente virtual), suas dúvidas, detalhes das resoluções. Lembre-se que a realização destas tarefas tem a função de auxiliar na sua aprendizagem.

ESTE MATERIAL DIDÁTICO FOI PRODUZIDO COM SOFTWARE LIVRE COMO PRÁTICA DA LIBERDADE.

Esta disciplina será desenvolvida com uma carga horária de sessenta (60) horas/aula.

Entenda os nossos ícones!



Alerta

Alerta o leitor sobre algum assunto que está sendo tratado no momento.



Saiba Mais - Recomendação

Indica fontes externas e outras leituras, como livros, sítios na internet, artigos, outros itens da própria apostila, etc.



Conteúdos Relacionados

Sugere ao aluno conhecer um ou mais conteúdos específicos para melhor entendimento do conteúdo atual.



Atividades

As atividades dizem respeito aos exercícios abordados no tópico anterior, podem ser analógicas ou digitais.

UNIDADE

A

CONHECIMENTO DE PRÁTICAS PEDAGÓGICAS, NO ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E SUAS TECNOLOGIAS, DESENVOLVIDAS NAS ESCOLAS

Objetivos da Unidade

- Analisar e discutir materiais didáticos.
- Elaborar, implementar, avaliar e redimensionar propostas didático-metodológicas de Ciências Naturais e suas Tecnologias nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental.

Introdução

Nesta primeira unidade, composta por duas subunidades e dez aulas, apresentamos e analisamos exemplares de Práticas Pedagógicas de de Ciências Naturais e suas Tecnologias (CN&T), desenvolvidas nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental (SIEF) da escolaridade

básica. Observe que sempre destacamos nas atividades curriculares as orientações das políticas públicas educacionais, a organização conceitual e os procedimentos didático-metodológicos implementados.

1 O ensino de ciências naturais e suas tecnologias (PCN-CN&T) no contexto brasileiro

AULA: Ensino de CN&T nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental (SIEF): a perspectiva dos PCN-CN

DI: Escreva o que você sabe sobre os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais (PCN-CN).

MSEM:

"Os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais (PCN-CN) constituem um documento oficial em que estão presentes os fundamentos gerais a serem adotados no ensino da área em questão. Deles constam objetivos, conteúdos, encaminhamentos metodológicos e sugestões de atividades, organizadas em quatro ciclos, correspondentes cada um a duas das séries usuais. Estão entrelaçados pelos chamados Temas Transversais com a finalidade de abrir espaço para o tratamento de questões emergentes, buscando um tratamento didático que contemple a complexidade e dinâmica dessas questões.

Segundo Barreto (1998, p.225), os PCN-CN "...apresentam coerentemente com os resultados e recomendações de estudos analíticos das propostas curriculares estaduais, quatro grandes blocos de conteúdos: Ambiente, Ser Humano e Saúde, Recursos tecnológicos, Terra e Universo", sendo que os três primeiros deverão ser desenvolvidos ao longo de todo o

ensino fundamental, enquanto que o último apenas a partir do terceiro ciclo. Ainda, segundo a mesma autora, "o encaminhamento metodológico recomendado no documento reflete, pelo menos em parte, as recentes pesquisas e discussões pedagógicas sobre o ensino e a aprendizagem".

Desde sua elaboração, os PCN vêm sendo foco de comentários favoráveis e contrários, sendo que Barreto (1998) resume as controvérsias. Entre os comentários favoráveis pode-se destacar: a) o fato de vir a atender a necessidade de se criar um referencial para se conduzir uma política pedagógica nacional consistente e coerente, incluindo a política para o livro didático; b) a tentativa de atenuar a seriação, através dos ciclos, abrindo espaço para uma maior continuidade do processo de ensino-aprendizagem; c) o seu caráter não propedêutico; d) a sua sintonia com uma porção significativa das modernas e mais relevantes tendências curriculares e metodológicas do ensino de Ciências (BARRETO, 1998). Já, entre os comentários contrários destacamos: 1) o grau de detalhamento e especificações adotado no documento, transformando o que deveria ser um conjunto de pressupostos, princípios e diretrizes curriculares em currículo de fato; 2) o risco da globalização da educação, perdendo de vista as características e necessidade regionais; 3) o tratamento da questão ambiental

com caráter predominantemente cientificista, com ênfase na visão ecológica, entre outros. Entretanto, o que a autora considera a restrição mais profunda e que atinge os próprios alicerces dos PCN é "... a forma como foi elaborado e como se pretende que seja implementado. Contrariando o que vem sendo produzido e difundido acerca da necessidade de participação efetiva do professor no processo de reorientação curricular" (BARRETO, 1998, p.226).

Com ou sem as críticas, os PCN já foram elaborados e publicados, tornando-se políticas públicas educacionais. Longe de fazer uma "aplicação acrítica", pensamos que devemos saber utilizar o que de novo e bom elas oferecem e incorporar essas novidades em nossa prática escolar de ensino-aprendizagem. Por menos democrática que tenha sido sua elaboração, a equipe afirma ter consultado os diferentes segmentos e, ainda, ter-se apoiado em propostas curriculares que estavam sendo implementadas em estados e municípios e na produção científica da área educacional (BRASIL, 1997a).

Dentre as contribuições operacionais que os PCN trazem, podemos destacar a organização da escolaridade em ciclos, abordada a seguir, pois sabemos que a ruptura entre o ensino nas séries iniciais e nas finais tem gerado grande repetência, causando um aumento na evasão" (ABEGG, 2004, p.18).

Exercício de compreensão: Quais os comentários favoráveis aos PCN-CN, segundo o texto? (prioritário)



Atividade - A.1

- 1 - Quais os comentários contrários aos PCN-CN segundo o texto?
- 2 - Quais os principais argumentos para a implementação desta proposta curricular nas escolas?

DA: Quais os principais problemas gerados pela escolaridade seriada?

AULA: A organização da escolaridade em ciclos

DI: Escreva as principais características da escolaridade seriada que você viveu.

MSEM:

"Com objetivo de minimizar o problema da repetência e, conseqüentemente, da evasão escolar, na década de 80, vários estados e municípios reestruturaram o EF. Esta reestruturação adotou como princípio norteador a flexibilização da seriação, abrindo-se a possibilidade de o currículo ser trabalhado ao longo de um período de tempo maior. Dessa forma, acreditava-se estar respeitando os diferentes ritmos de aprendizagem dos alunos.

Assim, a seriação inicial (1ª, 2ª, 3ª e 4ª séries) deu lugar a dois ciclos, sendo o primeiro básico, com duração de dois anos, com o objetivo de propiciar maiores oportunidades de escolarização em termos de alfabetização (entende-se aqui, alfabetização como o processo restrito ao letramento e escrita). Por sua flexibilidade, os ciclos possibilitam trabalhar melhor com as diferenças e têm renovada sua

defesa nos PCN do EF:

O PCN adota a proposta de estruturação por ciclos, pelo reconhecimento de que tal proposta permite compensar a pressão do tempo que é inerente à instituição escolar, tornando possível distribuir os conteúdos de forma mais adequada à natureza do processo de aprendizagem. Além disso, favorece uma apresentação menos parcelada do conhecimento e possibilita as aproximações sucessivas necessárias para que os alunos se apropriem dos complexos saberes que se intenciona transmitir (BRASIL, 1997b, p.59).

Frente a isso, os PCN consideram que dois ou três anos da escolaridade pertencem a um ciclo de ensino e aprendizagem. Isto possibilita definir objetivos e práticas educativas que permitam aos alunos uma melhor apreensão de conhecimentos científicos e tecnológicos e, conseqüentemente, maior desenvolvimento cognitivo. A organização em ciclos proposta pelos PCN está estruturada da seguinte maneira: Primeiro Ciclo (1a e 2a séries); Segundo Ciclo (3a e 4a séries); Terceiro Ciclo (5a e 6a séries) e Quarto Ciclo (7a e 8a séries).

Esta organização, segundo os próprios PCN (BRASIL, 1997b, p.62), justifica-se mais pelas limitações conjunturais do que por justificativas pedagógicas. Afirmam que a forma como estão aqui organizados os ciclos não traz incompatibilidade com a atual estrutura do EF.

Com esta organização, pretende-se evitar as freqüentes rupturas e fragmentação do percurso escolar inicial, assegurando a continuidade do processo educativo dentro do ciclo e na passagem de um ciclo ao outro. Mas os próprios PCN admitem que a estrutura ciclada apresentada não contempla ainda os principais problemas da escolaridade do EF:

... não une as quartas e quintas séries para eliminar a ruptura desastrosa que aí se dá e tem causado muita repetência e evasão, como também não define uma etapa maior para o início da escolaridade, que deveria incorporar à escolaridade obrigatória as crianças desde os seis anos (BRASIL, 1997b, p. 62).

Experiências para evitar estas rupturas e fragmentações já estão sendo implementadas atualmente. No capítulo 4, apresentamos como as professoras da escola onde interagimos mudaram sua organização de atuação do sistema unidocente para uma atuação por área de maior interesse. Ou seja, no segundo semestre, assumiram a organização e rigidez disciplinar da quinta série, apostando na eliminação da ruptura que ocorre no percurso escolar inicial.

Por fim, cabe destacar que a organização da escolaridade em ciclos pode contribuir para a desfragmentação curricular, através de experiências de intervenção na realidade escolar que busquem contemplar perspectivas multi ou interdisciplinares, como, por exemplo, um ensino de ciências que contemple questões relacionadas a "Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS)" (ABEGG, 2004, p.20).

Exercício de Compreensão: Quantas séries possui o EF? E com a proposta curricular de ciclos? (prioritário)



Atividade - A.2

- 1 - Em termos de práticas educativas em CN&T, o que a estruturação curricular por ciclos pode proporcionar?
- 2 - Quais os principais problemas, segundo os PCN, que a estrutura ciclada ainda não contempla?

DA: Quais questões relacionadas a CTS podem ser contempladas no ensino de CN&T para as SIEF?

AULA: Ensino de Ciências tipo CTS: contribuições para a Educação Científico-Tecnológica (ECT)

DI: Descreva uma aula de Ciências que você viveu nas SIEF.

MSEM:

"CTS significa o ensino do conteúdo de ciências no contexto autêntico do seu meio tecnológico e social. Os estudantes tendem a integrar a sua compreensão pessoal do mundo natural (conteúdo da ciência) com o mundo construído pelo homem (tecnologia) e o seu mundo social do dia-a-dia (sociedade) (HOFSTEINS e outros, 1998, In: Santos, 1997).

Um ensino de ciências de natureza CTS requer uma postura interdisciplinar, ou seja, que busque nas diversas áreas os conhecimentos necessários para a compreensão de uma dada situação-problema. Isso pode possibilitar mudanças mais profundas como as pretendidas pelos PCN-CN, que propõem um ECN&T que parta de situações concretas, valorizando o conhecimento prévio dos alunos, integrando os conhecimentos científico e tecnológico. Isso faz com que o ensino de ciências envolva Ciência, Tecnologia e Sociedade e seja, preferencialmente, desenvolvido como aulas de CN&T.

Santos (1999) diz que a concepção CTS de ensino de ciências aponta para um ensino que ultrapasse a meta de uma aprendizagem de conceitos e de teorias relacionadas com

conteúdos canônicos, buscando uma validade cultural. Afirma que tem como alvo "ensinar a cada cidadão o essencial para chegar a sê-lo de fato, aproveitando os contributos de uma educação científica e tecnológica" (p.03). Assim, o EC procura estabelecer interconexões entre as ciências naturais e os campos social, tecnológico, comportamental, cognitivo, ético e comunicativo. Por carregar aproximações com a concepção CTS, a autora utiliza o termo ensino de ciências de tipo CTS, nomenclatura assumida por nós para o ECN&T como forma de desenvolver uma ECT.

O ensino de Ciências tipo CTS apresenta um caráter interdisciplinar, manifestando como preocupação central os aspectos sociais relativos às interações entre Ciência e Tecnologia, influenciando diretamente na formação da cidadania (SANTOS e SCHNETZLER, 1997; SANTOS e MORTIMER, 2000). Como o objetivo geral para a escolarização básica é o preparo do aluno para o exercício consciente da cidadania (BRASIL, 1997a), consideramos que a referida perspectiva de ensino de ciências pode contribuir para alcançar este objetivo e alavancar mudanças na educação, já nos anos iniciais da escolaridade brasileira.

Na revisão da literatura (SANTOS e SCHNETZLER, 1997; SANTOS e MORTIMER, 2000 e SANTOS, 1999), encontramos várias listas de temas que evidenciam as inter-relações dos aspectos CTS, propiciando condições para o desenvolvimento de atitudes de tomada de decisão dos alunos. Dentre os temas listados, podemos destacar os seguintes: Saúde, Alimentação e Agricultura, Terra, Água e Recursos Minerais, Ambiente, Transferência de Informações e Tecnologia, Ética e

Responsabilidade Social.

Em Santos (1999), encontramos um quadro de expectativas para um ensino de Ciências tipo CTS, afirmando que o ensino de CN&T, nesta perspectiva: organiza os conteúdos programáticos integrando um conjunto de critérios inter-atuantes; fornece, da história da ciência e tecnologia, uma perspectiva evolutiva através do tempo, contrariando o cientismo, o continuísmo, o dogmatismo, as falsas transparências e a tecnocracia, fazendo ressaltar aspectos humanos; contempla, na formação científica básica, o desenvolvimento de competências, de formas de pensar as características de processos técnicos, proporcionando aos alunos, a par da cultura científica, uma cultura técnica; não transforma o ensino das ciências no ensino de temas e questões com incidência social, mas dirige claramente a atenção do aluno para esses aspectos; recorre a fontes de conhecimento científico e a arenas exteriores à escola, não as sobrevalorizando nem subvalorizando, mas relacionando os valores dessas fontes com os contextos a que diretamente dizem respeito; chama a atenção para o caráter ambivalente da ciência e da tecnologia e para contextos do cotidiano em que não é possível defender a sua neutralidade ética; contrasta práticas, vivências e saberes prévios com a formação científica básica, relacionando a cultura científica com a "ciência privada" e com aspectos etnocientíficos e ultrapassa oportunamente o conteúdo específico da disciplina, trazendo para o ensino das ciências valores, competências práticas de resolução de problemas e atitudes, relacionados com o contexto da ação.

A partir de um produto tecnológico, busca-

se os conhecimentos envolvidos no seu funcionamento, assim como em sua produção e utilização. Pode-se, também, iniciar com um problema central, a partir do qual se estudam os conceitos de CN&T necessários para a resolução do problema. Consideramos estas como as duas perspectivas mais propícias para implementação nas SIEF, porque o ensino, pelo menos nas três primeiras séries do EF, ainda é unidocente. Isso possibilita um trabalho interdisciplinar como o que deve ocorrer no ensino de Ciências tipo CTS, impedindo em parte que os conteúdos das diferentes áreas do conhecimento sejam trabalhados de forma fragmentada.

A partir de abordagens como estas e de temas como os já citados, podemos dizer que é possível desenvolver/implementar um ECN&T do tipo CTS nas SIEF, porque a proposta curricular deste ensino corresponde a uma integração entre educação científica, tecnológica e social em que os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados juntamente, com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e sócioeconômicos (LÓPEZ e CEREZO, 1996, Apud SANTOS e MORTIMER, 2000), potencializando a ECT preconizada por nós. Portanto, podemos dizer que esta também é, a perspectiva de ECN&T, apontada pelas políticas públicas educacionais para este nível escolar, como podemos confirmar a seguir" (ABEGG, 2004, p. 22).

Exercício de compreensão: Quais as características de um ensino de Ciências tipo CTS? (prioritário)



Atividade - A.3

- 1 - Qual o significado do ensino do tipo CTS para a ECT?
- 2 - Quais as orientações dos PCN-CN para ECN&T?

DA: Por que é possível implementar um ensino de CN&T do tipo CTS nas SIEF?

AULA: Os PCN-CN e o Ensino de Ciências tipo CTS nas SIEF

DI: Escreva os motivos pelos quais suas aulas de ciências nas SIEF não foram do tipo CTS.

MSEM:

"O ECN&T precisa considerar aspectos como: a) o desenvolvimento da capacidade de assumir posições frente a problemas concretos e agir no sentido de resolvê-los; b) o desenvolvimento da capacidade argumentativa sobre implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico, envolvendo os aspectos políticos, éticos, religiosos etc.. Isso se tornou conhecido como concepção CTS de ensino das ciências. É bastante próxima dos objetivos gerais do ensino de ciências para as SIEF. É possível fazer uma leitura dos documentos oficiais, mostrando que as políticas públicas educacionais estão direcionando o ECN&T para uma abordagem do tipo CTS, desde as SIEF da educação básica. Podemos perceber isso nos PCN-CN para esse nível de ensino:

Em meio à crise político-econômica, são fortemente abaladas a crença na neutralidade

da Ciência e a visão ingênua do desenvolvimento tecnológico. Faz-se necessária a discussão das implicações políticas e sociais da produção e aplicação dos conhecimentos científicos e tecnológicos, tanto no âmbito social como nas salas de aula. No campo do ensino de Ciências Naturais as discussões travadas em torno dessas questões iniciaram **a configuração de uma tendência do ensino, conhecida como "Ciência, Tecnologia e Sociedade" (CTS)**, que tomou vulto nos anos 80 e é importante até os dias de hoje (BRASIL, 1997b, p.21, grifos nossos).

Se tomarmos os temas propostos para o ensino de Ciências tipo CTS, expostos anteriormente, veremos que em outra passagem torna-se mais evidente ainda essa perspectiva de ensino:

Apesar da maioria da população fazer uso e conviver com incontáveis produtos científicos e tecnológicos, os indivíduos pouco refletem sobre os processos envolvidos na sua criação, produção e distribuição, tornando-se assim indivíduos que, pela falta de informação, não exercem opções autônomas, subordinando-se às regras do mercado e dos meios de comunicação, o que impede o exercício da cidadania crítica e consciente (BRASIL, 1997b, p.25).

Vemos aí que o ensino de CN&T proposto nos PCN-CN responde a um princípio do ensino de ciências tipo CTS: o desenvolvimento de atitudes de julgamento, visando compreender as implicações sociais dos conhecimentos científico e tecnológico. Essa perspectiva é mais uma vez contemplada nos objetivos gerais de CN&T para o EF da educação básica brasileira:

- Identificar relações entre conhecimento científico, produção tecnológica e condições de vida, no mundo de hoje e em sua evolução histórica;
- Compreender a tecnologia como meio para suprir necessidades humanas, distinguindo usos corretos e necessários daqueles prejudiciais ao equilíbrio da natureza e ao homem (BRASIL, 1997a).

Ao tratar de conteúdos específicos para o ensino de CN&T, os PCN (1997b, p.43) propõem que:

Os conteúdos devem ser **relevantes do ponto de vista social** e ter revelado seus reflexos na cultura, para permitirem ao aluno compreender, em seu cotidiano, as **relações entre o homem e a natureza mediadas pela tecnologia, superando interpretações ingênuas sobre a realidade à sua volta** (grifos nossos).

Os PCN-CN propõem soluções de problemas da vida real, envolvendo aspectos sociais, tecnológicos, econômicos e políticos, visando preparar o indivíduo para participar ativamente na sociedade de forma democrática. Isso é coerente com os objetivos mais freqüentes propostos para o ensino de ciências com ênfase em CTS. Nos quatro blocos temáticos para o EF(Ambiente, Ser Humano e Saúde, Recursos tecnológicos e Terra e Universo), vemos esta perspectiva novamente reafirmada:

Este bloco temático comporta discussões acerca das **relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade**, no presente e no passado, no Brasil e no mundo, em vários contextos culturais. As questões éticas, valores e atitudes compreendidas nessas relações são aspectos fundamentais a investigar nos temas que se desenvolvem em sala de aula. A origem e o destino social dos recursos tecnológicos, as conseqüências para a saúde pessoal e ambiental e as vantagens sociais do emprego de determinadas tecnologias são exemplos de aspectos a serem investigados (BRASIL, 1997b, p.55, grifos nossos).

Nessas duas citações, as políticas públicas educacionais apontam para um ECN&T do tipo CTS, desde as SIEF da Educação Básica Brasileira. Por um lado, contempla a perspectiva

CTS, por outro, potencializa a cidadania na perspectiva crítica, pois ao implementarmos os componentes científico e tecnológico, numa perspectiva dialógico-problematizadora desde as SIEF, estaremos contribuindo para a construção da cidadania. Dessa forma, estaremos oportunizando às nossas crianças acesso aos conhecimentos das CN&T e evitando a exclusão sócio-cultural na sociedade brasileira"(ABEGG, 2004, p. 26).

Exercício de compreensão: Quais aspectos devemos considerar ao propor um ensino de CN&T? (prioritário)



Atividade - A.4

- 1 - Com base no texto, porque a abordagem do tipo CTS deve ser contemplada desde as SIEF?
- 2 - Qual deve ser a abordagem dos conteúdos específicos de CN&T?

DA: Segundo os PCN-CN qual deve ser o objeto de diálogo com as crianças nas aulas de ciências?

AULA: Blocos de conteúdos dos PCN-CN: potencializando a integração dos componentes científico e tecnológico

DI: Descreva o motivo de se organizar aulas que contemplem temas CN&T que relacionem CTS.

MSEM:

"Enquanto a distribuição das séries assume os ciclos, os conteúdos de CN&T são apresentados nos PCN-CN em **blocos temáticos**. Não com o objetivo de serem tratados como assuntos isolados, mas sim para estabelecer diferentes seqüências internas aos ciclos. Possibilita-se o tratamento de conteúdos localmente, fazendo conexões entre os de diferentes blocos, assim como com as áreas e os temas transversais. Os conteúdos da área de CN, oriundos das diferentes ciências e aqueles relacionados às tecnologias, são um primeiro referencial para o ensino-aprendizado (BRASIL, 1997a).

Como um segundo referencial, os PCN-CN adotam um conjunto de **conceitos centrais** para a compreensão dos fenômenos naturais e situações tecnológicas. São eles: **energia, matéria, espaço, tempo, transformação, sistema, equilíbrio, variação, fluxo, relação, interação e vida**. Isso se justifica pela presença destes em diferentes ciências e tecnologias, percebendo-se uma abordagem interdisciplinar, contribuindo com uma **conceituações-chave** para as SIEF.

Por compreender a natureza como uma ampla rede de relações entre fenômenos, sendo o ser humano agente transformador dessa rede, os PCN-CN estabelecem como critérios de seleção de conteúdos: relacionar **fenômenos naturais e objetos da tecnologia** e compreender, **em seu cotidiano, as relações entre o homem e a natureza mediadas pela tecnologia**. Como esta perspectiva integra os componentes tecnológico ao científico, cabe aos professores que atuam neste nível de ensino a tarefa de organizar seus planejamentos

fazendo a integração CN&T. Frente a isso, apresentamos os blocos de conteúdos dos PCN-CN, como indicativos da referida integração CN&T.

a) Ambiente - Segundo os PCN-CN: como conteúdo escolar, a temática ambiental permite apontar para as relações recíprocas entre sociedade e ambiente, marcadas pelas necessidades humanas, seus conhecimentos e valores. **As questões específicas dos recursos tecnológicos, intimamente relacionadas às transformações ambientais, também são importantes conhecimento a serem desenvolvidos** (BRASIL, 1997b, p.45, grifos nossos).

Os PCN-CN apresentam como exemplo de integração dos conteúdos o conceito de fluxo de energia no ambiente que, para ser compreendido em toda sua amplitude, deve reunir noções sobre: fontes e transformações de energia; fotossíntese (transformação de energia luminosa em energia química dos alimentos produzidos pelas plantas) e respiração celular (processo que converte energia acumulada nos nutrientes em energia disponível para a célula dos organismos vivos); teia alimentar (que sinaliza passagem e dissipação de energia em cada nível da teia); transformações de energia provocadas pelo homem (BRASIL, 1997b).

b- Ser Humano e Saúde - esse bloco é orientado pela concepção do corpo humano com um sistema integrado, que interage com o ambiente e reflete a história de vida do sujeito. A orientação é que se trabalhe em conexão com os conteúdos propostos nos outros dois blocos, bem como com os temas transversais Saúde e Orientação Sexual. Temas

como ciclo vital, transformações, ritmos, relações fisiológicas e anatômicas, assim como sexualidade e estado de saúde e doença, podem ser trabalhados de forma a integrar as pré-concepções trazidas do convívio social para que equívocos do senso comum sejam superados.

c- Recursos Tecnológicos - A inclusão deste bloco temático neste nível escolar justifica-se pela necessidade de formar **alunos capacitados para compreender e utilizar recursos tecnológicos** (BRASIL, 1997b), cuja oferta e aplicação se ampliam significativamente nas sociedades brasileira e mundial. O documento oficial enfatiza as transformações dos recursos materiais e energéticos em produtos necessários à vida humana, aparelhos, máquinas, instrumentos e processos que possibilitam essas transformações e as implicações sociais do desenvolvimento e dos usos de tecnologias, afirmando que: este bloco temático **comporta discussões acerca das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade**, no presente e no passado, no Brasil e no mundo, em vários contextos culturais. (...) A origem e o destino social dos recursos tecnológicos, as conseqüências para a saúde pessoal e ambiental e as vantagens sociais do emprego de determinadas tecnologias são exemplos de aspectos a serem investigados (BRASIL, 1997b, p.55, grifos nossos).

Do ponto de vista conceitual, este bloco aborda matéria, energia, espaço, tempo, transformação e sistemas aplicados às tecnologias que medeiam as relações do ser humano com o seu meio. A partir do problema "de onde vem a luz das casas?", os PCN-CN apresentam os conceitos que podem ser trabalhados neste bloco temático. O

entendimento da geração e transmissão de energia elétrica relaciona o princípio de conservação e transformação de energia, calor, luz, propriedade dos materiais, circuitos elétricos e muitos outros. Sobre substâncias alimentares, pode-se problematizar a deterioração dos alimentos e as tecnologias desenvolvidas para sua conservação. A tecnologia alimentícia pode ser investigada nos processos de transformação dos alimentos, a adição de substâncias corantes, conservantes, etc. Não podemos esquecer dos aspectos políticos e econômicos envolvidos na disponibilidade de tais alimentos, pois todas as questões relativas ao emprego e ao desenvolvimento de tecnologias comportam discussões de caráter ético " (ABEGG, 2004, p. 29).

Exercício de compreensão: Qual o primeiro referencial dos PCN-CN para os conteúdos científico-tecnológicos? E o segundo referencial aborda quais conceitos? (prioritário)



Atividade - A.5

- 1 - Quais são os critérios adotados pelos PCN-CN para a seleção dos conteúdos no Ensino de CN&T?
- 2 - Quais os temas e conteúdos de cada bloco temático?

DA: Baseado nos PCN-CN elabore um planejamento, contemplando de forma integrada os conhecimentos científicos e tecnológicos no ensino de CN&T?

2 Análise de práticas pedagógicas implementadas em diferentes contextos

AULA: Organização e integração dos componentes científico e tecnológico nas aulas de CN&T das SIEF

DI: Descreva uma aula prática de ciências vivenciada por você nas SIEF.

MSEM:

Assumimos o planejamento como guia para a ação a ser implementada nas aulas de CN&T. Ao mesmo tempo, a observação e a reflexão são instâncias da verificação desta implementação. Isso porque, um planejamento, elaborado e monitorado sistematicamente, pode potencializar um ensino-investigativo em CN&T. Para isso, as aulas necessitam seguir uma organização didático-metodológica em três momentos pedagógicos. A aula descrita abaixo foi implementada com alunos e uma professora da 4ª série do EF de uma escola da rede pública estadual de Santa Catarina.

[10] Desafio Inicial: Escreva em seu caderno porque o leite de caixinha (longa vida) pode permanecer fora da geladeira antes de ser aberto (mostrar uma caixa Tetra Pak de leite).

[55] Melhor Solução Escolar do Momento:

a) Abrir uma caixa de leite, procurando identificar os materiais que foram utilizados na produção dela; b) Explicar a composição das caixas "longa vida" destacando que o alumínio reflete até 95% da radiação infravermelha do sol e que juntamente com as camadas de papelão e polietileno, funcionam como isolantes térmicos; c) Medir e explicar a diferença na temperatura (para essa tarefa, indicamos colocar ao sol uma caixa Tetra Pak com água e uma embalagem plástica de leite com água e medir a temperatura usando um termômetro de aquário) e

d) Ler o texto abaixo "Caixas de leite podem proteger telhado" (FERREIRA, 2002) e destacar os conceitos: **reaproveitamento e material poluente**.

"CAIXAS DE LEITE PODEM PROTEGER TELHADO

Embalagens 'longa vida' funcionam como isolantes térmicos



Vincius de SA Menezes

Figura A.1

Seis bilhões de caixas tipo 'longa vida' são produzidas anualmente pela multinacional Tetrapak - o equivalente a cerca de 400.000 m² de isolante.

As caixas de leite tipo 'longa vida' podem ser reaproveitadas para a confecção de material de construção como isolante térmico de telhados. Quem garante é o engenheiro civil industrial Luis Otto Faber Schmutzler, também pesquisador da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Além de reaproveitar um material poluente (uma embalagem de leite pode levar até cem anos para se decompor), a proposta de Schmutzler soluciona de forma econômica o problema das altas temperaturas em construções que usam telhas de cimento-amianto, como casas populares, oficinas e escolas públicas.

A partir de caixas de leite previamente abertas e unidas umas às outras, o engenheiro desenvolveu uma manta que é colocada sob as telhas a uma distância média de dois centímetros destas. O alumínio das caixas reflete até 95% da radiação infravermelha do Sol. A face de alumínio das caixas fica voltada para baixo, por motivos estéticos, mas o mesmo resultado é obtido se ela estiver voltada para cima. Com a técnica, é possível diminuir em até 10°C a temperatura do interior das casas - o que representa um conforto razoável.

Geralmente, casas populares de famílias de baixa renda são construídas com telhas de cimento-amianto que, além de mais baratas que as telhas cerâmicas, requerem uma estrutura de madeira reduzida, o que também barateia a construção. No entanto, essas telhas absorvem muito calor e, expostas ao sol, podem atingir até 70°C, superaquecendo o interior das casas.

"A população economiza na construção, mas não imagina os transtornos do calor e a péssima qualidade de vida que ele gera", diz Schmutzler. Segundo ele, o problema pode se tornar ainda mais crônico com a presença das lajes. "O calor que vem das telhas é absorvido pelo concreto das lajes e mantém o ambiente interior abafado durante toda a noite."

A curiosidade foi a principal arma do pesquisador para idealizar o novo isolante. Ao abrir uma embalagem, Schmutzler percebeu que o material da caixa lembrava outro, caro e importado, que ele havia utilizado para proteger do calor sua casa de praia. Uma caixa de leite é composta por quatro camadas de polietileno (tipo de plástico), uma de papelão e uma de alumínio, e foi este último que se transformou no grande trunfo do engenheiro, já que o material importado é composto por 95% de alumínio. "O custo de uma manta, que desempenha função semelhante à do material importado, é muito inferior, pois ela é feita a partir de embalagens destinadas ao lixo." Além de desenvolver conceitualmente seu experimento, Luis Schmutzler pretende agora divulgá-lo junto a prefeituras. A ideia é estabelecer um sistema de coleta seletiva e ensinar a população a construir por si só as mantas isolantes". (Pablo Pires Ferreira, *Ciência Hoje/RJ*. 10/01/02).

[15] Desafio Mais Amplo: Proponha uma forma de reaproveitar as caixas de leite, de forma que o material continue sendo utilizado como isolante térmico.

Tarefa Extraclasse: Confeccione um protetor solar para o pára-brisa de um carro com caixas

de leite. Material necessário: aproximadamente 10 caixas de leite; fita adesiva e dois pedaços de elástico. Um modo de fazer: abrir as caixas de leite na emenda; retirar uma fina camada eliminando as propagandas e uni-las com fita adesiva.

Exercício de compreensão: Quais os conceitos científicos e tecnológicos integrados nesta aula? (prioritário)



Atividade - A.6

- 1 - Qual o bloco temático dos PCN-CN que foi contemplado nesta aula?
- 2 - A estratégia de utilizar equipamentos tecnológicos (caixa de leite longa vida) é previsto nos PCN-CN? Justifique a sua resposta.

DA: Esta aula contribui para a formação de um cidadão mais participativo e consciente, capaz de: identificar relações entre conhecimento científico, produção de tecnologia e condição de vida e compreender a tecnologia como meio para suprir suas necessidades, distinguindo usos corretos e necessários daqueles prejudiciais ao equilíbrio da natureza e ao ser humano?

AULA: Seqüência Didática sobre Cadeia Alimentar

DI: Descreva os passos de suas aulas de ciências nas SIEF que propiciavam o desenvolvimento de atitudes investigativas.

MSEM:

"A seqüência didática abaixo foi implementada em colaboração com as professoras. Partindo de uma temática presente no programa de conteúdos -- Cadeia Alimentar --, organizamos atividades escolares que integraram CN&T contemplando os seguintes itens: Movimentos da Terra; Utilização da energia solar; Influência do sol sobre os elementos do meio; Saúde e bem estar; Alimentos: fonte energética básica para os seres vivos; Energia e o trabalho na vida humana; Processos de produção, fontes, algumas formas de energia e As conseqüências sociais, culturais, políticas, ambientais e econômicas da construção de hidroelétricas e termoelétricas.

Na aula apresentada a seguir, trabalhamos conceitos como a produção de energia e suas transformações, redes, ambientes, transformação e conservação dos alimentos, fluxo de energia e ciclo de materiais. Buscamos integrar os conhecimentos tecnológicos aos científicos, problematizando com estes o contexto social e os objetos tecnológicos presentes no nosso dia-a-dia. Para tanto, desenvolvemos atividades envolvendo simulação ou manipulação de objetos reais. O número entre colchetes representa o tempo planejado para cada etapa da atividade. As aulas tinham um tempo de 45 minutos cada, portanto as aulas-faixa totalizavam 90 minutos.

[15] Desafio Inicial: Descreva o que os seres vivos (plantas, pessoas e outros animais) precisam para poder andar, crescer, se reproduzir, enfim viver (conforme a orientação, este questionamento deverá ser escrito no quadro pelo professor e copiado pelo aluno em seu caderno).

[60] Melhor Solução Escolar no Momento:[15] Explicar as regras da atividade de simulação "Jogo da Cadeia" (Revista CHC, nº 82); [30] Desenvolver a atividade no pátio e realizar a primeira problematização do

conceito de cadeia alimentar (priorizar na abordagem conceitual o conceito de ambiente); [15] Construir a seguinte tabela no quadro com os dados obtidos na atividade:

JOGO DA CADEIA ALIMENTAR

Rodada	Produtor (planta)	Consumidor Primário (herbívoro)	Consumidor Secundário (carnívoro)
1a			
2a			
3a			
4a			
Total			

Jogo da Cadeia

Pessoas de qualquer idade gostam de brincar. Então, por que não convencer seu professor a sair da sala de aula e ensiná-los brincando? Uma boa sugestão é o "jogo da cadeia alimentar". Através dele, vocês poderão aprender mais sobre as relações ecológicas entre os seres vivos e, de forma divertida, entender o que é uma cadeia alimentar.

O jogo começa com a divisão dos alunos em três grupos, que deverão representar os elos de uma cadeia alimentar. Vocês poderão se dividir em, por exemplo, plantas, preás e jaguatiricas. Cada grupo deverá amarrar um lenço colorido no braço ou na cabeça para saber quem é o quê. Por exemplo, as plantas que são o primeiro elo de nossa cadeia e os produtores de energia em nosso ecossistema poderão usar uma faixa verde, enquanto as

preás usarão faixa azul e as jaguatiricas, que são consumidores secundários, usarão faixa vermelha.

Aqueles que representam as plantas ficarão espalhadas pelo pátio e as preás deverão formar um círculo ficando distantes cerca de um metro das jaguatiricas, que também estarão dispostas em um círculo central. Quando o professor apitar uma vez, começa a "caçada": as preás deverão comer as plantas (que estarão paradas, porque plantas não se locomovem). Enquanto isso, as jaguatiricas deverão caçar as preás. As preás poderão se defender escondendo-se das jaguatiricas e, para isso, deverão se abaixar. Depois de contar até dez, o professor apita duas vezes encerrando a rodada. É hora de contar quantas plantas, preás e jaguatiricas sobraram e anotar num caderninho. Após várias rodadas, será possível analisar o quanto variam as

populações de plantas, preás e jaguatiricas em nosso ecossistema imaginário. Quais as populações que aumentaram ou diminuíram? Por que houve essa variação de número? Qual o grupo que foi mais eficiente na caçada?

Segunda rodada: As preás e as jaguatiricas que conseguirem alimento continuarão nas rodadas seguintes ocupando a mesma posição da rodada anterior. Isso porque foram bem sucedidas em sua caçada. Como na natureza, conseguiram alimentos, mantiveram-se saudáveis e se reproduziram, garantindo novos indivíduos para a geração seguinte. Já aqueles que foram capturados, deverão mudar de grupo, passando a fazer parte do grupo que o "passou". Você sabe: Quando um ser vivo morre e é comido, a matéria que forma seu corpo e a energia armazenada nele são aproveitados pelo que dele se alimenta. As plantas consumidas por um preá, por exemplo, fornecerão as substâncias que formarão seu corpo e permitirão sua sobrevivência e reprodução. Então, para que a nossa simulação ecológica seja mais próxima da realidade, as plantas apanhadas pelas preás deverão, na roda da seguinte, jogar como preás. Da mesma forma, as preás caçadas pelas jaguatiricas passarão a consumidores secundários e participarão da rodada seguinte como jaguatiricas. Dica: As preás e as jaguatiricas que não conseguirem alimento voltarão na rodada seguinte como plantas, porque ao morrerem seus corpos serão decompostos restando só os sais minerais e as plantas incorporarão. Apenas aqueles que conseguem alimento sobrevivem e se reproduzem. Daí a existência de diferentes estratégias que os seres vivos usam para conseguir seu alimento.

[15] Desafio Mais Amplo: Analisar a tabela

e explicar o que aconteceu na atividade "Jogo da cadeia". (Esta atividade também deverá ser escrita no quadro pelo professor, copiada e respondida pelo aluno em seu caderno)" (ABEGG, 2004).

Exercício de Compreensão: Quais os conceitos trabalhados nesta aula? (prioritário)



Atividade - A.6

- 1- Qual o tempo didático utilizado para a implementação desta aula?
- 2 - Qual o conceito de ambiente abordado no texto "Jogo de Cadeia"?

DA: O Jogo da Cadeia utilizado como mediação na aula descrita acima, favorece a problematização do conceito transversal ambiente no âmbito da temática cadeia alimentar?

AULA: Sequência Didática sobre Cadeia Alimentar II

DI: Descreva uma situação prática vivenciada por você nas SIEF que contemplou o ensino de CN&T

MSEM:

A relação entre um melhor desempenho no processo de compreensão textual e o desenvolvimento de conceitos e competências científicas é um aspecto referido na leitura, como justificativa para a necessidade de inserção de atividades práticas no ensino de CN&T. Esta é a ênfase da aula implementada nas SIEF e descrita abaixo.

[10]Desafio Inicial: Como os alimentos que comemos se transformam em energia para podermos andar, estudar, enfim, para vivermos?

[60] Melhor Solução Escolar no Momento:

[20] Implementar os passos 1, 2, 3 e 4 da Atividade Experimental "O que acontece no estômago ?" (conforme roteiro abaixo)

Roteiro da Atividade Experimental "O que acontece no estômago ?"

O que acontece no estômago?

1-Material utilizado _____

2 - O que você acha que vai acontecer?_

Como fazer:

1a Etapa: coloque um pouco de leite em um copo e uma clara de ovo em outra. Ponha uma colher de vinagre em cada xícara e mexa.

2a Etapa: adicione uma pitada de fermento em pó.

3 - Observe e escreva o que está acontecendo:

1a Etapa:_____

2a Etapa:_____

4 - Por que devemos ter uma alimentação variada?_____

[20] Ler os textos abaixo:

Explicação sobre a atividade

O ambiente do nosso estômago é ácido. Quando vomitamos, sentimos na boca um gosto azedo. Quando você coloca vinagre (um líquido ácido) nos dois alimentos, pode observar o que acontece no seu estômago. O leite talhou, mas continuou sendo leite. A clara de ovo era líquida, passou a ser sólida, mas continuou sendo clara de ovo. Isso é só o começo da digestão.

No estômago, esse dois alimentos, como muitos outros depois de sofrerem a ação do ácido, são atacados por certas substâncias, os fermentos. Os fermentos são produzidos pelas paredes do estômago e ficam dissolvidos no suco ácido. Agora sim, o leite e a clara se transformam. As substâncias presentes nesses alimentos foram decompostos pelos fermentos digestivos e se transformam em substâncias orgânicas mais simples. Em energia para vivermos. (Tosi, 2003).

[20] Ler o texto II abaixo e destacar os conceitos de trabalho, energia e transformação dos alimentos.

O trabalho e a energia

É a energia que faz um motor funcionar, uma planta florescer, um animal pular, uma lâmpada acender. Para tudo precisamos de energia: para enxergar, comer, pensar, correr, dormir, dar risada, ouvir uma música... Mesmo sem perceber, estamos sempre fazendo alguma coisa. Nosso corpo trabalha sem parar.

O trabalho está diretamente relacionado com a energia. Para a ciência, energia é a capacidade de realizar trabalho. O funcionamento do nosso coração, o de um aparelho de som ou o de uma turbina são exemplos de trabalho e todo trabalho precisa de energia para ser realizado.

A energia é obtida de várias fontes. O Sol envia luz e calor para a Terra. O calor, por exemplo, é uma forma de energia. Para conseguir a energia necessária à manutenção da vida, nós nos alimentamos. Os alimentos são transformados dentro do nosso corpo e assim obtemos a energia de que precisamos. Os alimentos servem como combustível para o funcionamento do corpo e também para a

realização de todas as nossas atividades.

Quando praticam exercícios físicos, os atletas gastam energia, que é repostada com uma boa alimentação (NIGRO, 2001).

[20] Desafio Mais Amplo: Complete o passo 6 do roteiro (Por que precisamos ter uma alimentação variada?).

Tarefa Extraclasse: Faça uma observação em sua casa e responda as seguintes questões: 1) Há algum alimento que os fungos e as bactérias estão decompondo? Quais? 2) Há algum alimento que os fungos e bactérias não estão decompondo? Quais? 3) Explique porque isso está ocorrendo (ABEGG, 2004).

Exercício de compreensão: Quais os conceitos de CN& T abordados nessa aula? (prioritário)



Atividade - A.7

- 1) Que bloco temático contempla essa aula?
- 2) Como o conceito de energia foi abordado na atividade prática desta aula?

DA: Você acredita que atividades experimentais nas aulas de CN&T melhorem a participação e interesse dos alunos?

AULA - Energia e sua transformação

DI: Descreva situações de aprendizagem vivenciadas por você no SIEF que proporcionaram uma aproximação entre a teoria e a prática nas aulas de CN&T.

MSEM:

Como poderemos ver na aula apresentada a seguir, trabalharemos conceitos como a produção de energia e suas transformações nos ambientes. Embora os conceitos transformação e conservação, associados aos de fluxo de energia e ciclo de materiais, contemplam os conteúdos estabelecidos nos PCN-CN, a abordagem energética requer mais rigor. Organizamos referida aula integrando os conhecimentos tecnológicos aos científicos, problematizando a realidade social, sempre através da manipulação dos objetos tecnológicos presentes no nosso dia-a-dia.

[20] Desafio Inicial: Escreva, em seu caderno, alguns motivos pelos quais não podemos ficar expostos ao sol por muito tempo.

[100] Melhor Solução Escolar do Momento:
[40] Ler o texto a seguir:



Vincius de Sá Menezes

Figura A.2

"Verão, época de cuidados"

Saiba porque seus pais se preocupam tanto em protegê-lo do Sol!

A estação mais esperada pela garotada já chegou: o verão, tempo de sol e férias escolares. Nesse período, muitas crianças gostam de ir à praia ou à piscina brincar com amigos. Resultado: a pele fica vermelha como um pimentão e dias depois começa a descascar.

Já aconteceu com você? A chegada do verão traz também a velha preocupação dos pais em proteger os filhos dos efeitos do Sol. Eles cismam, por exemplo, em limitar as brincadeiras à sombra dos guarda-sóis, em passar o protetor solar várias vezes e até em colocar uma camiseta. Pode parecer chato, mas você já parou para pensar nos motivos de toda essa preo-

cupação? Por que se fala tanto nisso no verão?

A exposição exagerada e sem cuidados ao Sol é prejudicial à saúde e pode causar sérios problemas ao organismo. Queimaduras, envelhecimento rápido da pele, lesão nos olhos, desidratação, sardas e mesmo doenças mais graves, como o câncer da pele, são alguns exemplos. Isso ocorre porque, com a redução da camada de ozônio, os raios ultravioleta irradiados pelo Sol, atingem a Terra com maior intensidade. Esses raios, chamados UVA e UVB, podem ser nocivos à saúde. O câncer da pele é provocado por eles, que penetram em diferentes camadas da pele e provocam alterações nas células, que passam a se multiplicar de forma acelerada e desordenada. Se não for descoberta a tempo, a doença pode oferecer risco de vida.

Mas você não precisa deixar de se expor ao Sol. A exposição excessiva faz mal, mas por outro lado, a dosagem certa é uma aliada da nossa saúde. O Sol tem, por exemplo, a importante função de fixar a vitamina D em nosso organismo ou o cálcio nos ossos, para deixá-los mais fortes. Os médicos recomendam que se evite pegar sol no período das 10h às 16h, quando os raios ultravioleta são mais intensos.

É importante usar regularmente o protetor solar, com fator de proteção (FPS) indicado para a sua pele. O protetor deve ser aplicado em casa 30 minutos antes da exposição ao Sol, sempre que sair da água e a cada duas horas de exposição contínua. Também é preciso ficar

na sombra, usar chapéus e óculos de sol. Mas atenção! Ficar sob um guarda-sol é importante, mas não suficiente para se proteger, pois a radiação solar é refletida pela água, areia e concreto. E saiba que esses cuidados devem ser tomados durante o ano todo, pois os raios UVA e UVB continuam intensos mesmo no inverno ou em dias nublados.

Proteger-se desde criança é fundamental para manter a saúde da pele. Estima-se que, até os 18 anos, a pessoa tem um tempo de exposição solar maior que no restante da vida. E os efeitos da radiação dos raios UVA e UVB são cumulativos, ou seja, os danos causados à pele podem aparecer só muitos anos depois. Portanto, bronzear-se aos poucos é mais saudável, natural, bonito - e duradouro. Curta o sol de forma inteligente e aproveite o verão!" (Cristina Souto, Ciências Hoje das Crianças, 25/01/01).

[20] Solicitar que os alunos respondam, baseados no texto, as questões (copiar e responder no caderno): 1 - Por que nossos pais não nos deixam brincar ao sol? 2 - O que isto pode nos causar? 3 - Quer dizer, então, que devemos nos esconder do sol? 4 - Como aproveitar o sol sem nos prejudicar?

[20] Fazer a tabela abaixo, indicando os tipos de pele e as indicações dos fatores de proteção.

Tipos de pele	Características	Fator de proteção
Pele clara, olhos azuis, sardentos	Sempre se queimam e nunca se bronzeiam	FPS 30
Pele clara, olhos azuis, verdes ou castanhos claros, cabelos louros ou ruivos	Sempre se queimam e às vezes se bronzeiam	FPS 30
A média das pessoas brancas	Queimam-se moderadamente e bronzeiam-se aos poucos	FPS 30
Pele clara ou morena clara cabelos castanhos escuros e olhos escuros	Queimam-se muito pouco e bronzeiam-se bastante	FPS 30
Pessoas morenas	Raramente se queimam e bronzeiam-se muito	FPS 15
Negros	Nunca se queimam e bronzeiam-se pouco	FPS 15

Figura A.3

Fonte: Sociedade Brasileira de Dermatologia.

[20] Analisar os diferentes fatores de proteção solar e identificar o ideal para cada tipo de pele (para essa atividade, foi solicitado anteriormente que os alunos usuários de bloqueadores solares os trouxessem para a referida aula).

[15] Desafio Mais Amplo: Qual o seu tipo de pele e qual o fator de proteção indicado para você? Isto significa que você pode ficar ao sol o dia inteiro? (ABEGG, 2004)

Exercício de compreensão: A aula trata o banho de Sol como benéfico? (prioritário)

Atividade - A.8

- 1) De que maneira foi estabelecida a aproximação entre a teoria e a prática nesta aula?
- 2) Quais os conceitos de CN&T que foram integrados nesta aula?

DA: As atividades propostas, integrando conceitos de CN&T, possibilitam mudança de atitudes nos sujeitos em relação aos hábitos de nossa vida cotidiana?

AULA - Conservação dos alimentos

DI: Descreva como os conteúdos de ciências que você aprendeu nas SIEF sobre alimentação, colaboraram para o desenvolvimento de atitudes críticas no dia a dia das suas refeições.

MSEM:

Ao lado do conhecimento sobre substâncias alimentares, abordamos na aula abaixo o problema da deteriorização dos alimentos e as tecnologias desenvolvidas para sua conservação. O que possibilita trabalhar conteúdos que relacionem os resultados da tecnologia para a vida do ser humano, seus benefícios e malefícios, abordando assim questões relativas a CTS e ampliando as noções acerca das temáticas que relacionam o ser humano com o seu meio.

[10] Desafio Inicial: Como é possível guardar alimentos por longo tempo sem que os fungos e bactérias os decomponham?

[25] Melhor Solução Escolar no Momento:
[10] Apresentar algumas embalagens de alimentos desidratados (banana passa, sopa, leite em pó), outros em conserva (ervilha, massa de tomate) e congelados (lasanha, carne...); identificar as diferenças destes em relação aos alimentos in-natura.

[15] Ler o texto a seguir:

Fatores que influem na conservação dos alimentos

Enlatados, frios, laticínios e outras guloseimas, são tratados antes de chegar às nossas casas pelas indústrias de alimentos. Diferentes processos são utilizados para evitar a ação de microrganismos decompositores, de enzimas e do ar nos alimentos. Mesmo em nossas casas, recorreremos a procedimentos artesanais para conservar carnes, frutas, legumes, leite...

Conservar alimentos implica usar técnicas capazes de dificultar o contato dos microrganismos, criar um meio desfavorável à reprodução e ao desenvolvimento desses microrganismos, reduzi-los ou eliminá-los totalmente.

Para produzir alimentos que duram por mais tempo, são usadas substâncias químicas que, por serem adicionadas aos alimentos, são chamadas de aditivos. Há diferentes tipos de substâncias químicas empregadas na modificação e conservação dos alimentos:

Acidulantes dão sabor azedo ao alimento;
antioxidantes (como a vitamina C) protegem contra a ação do oxigênio atmosférico;

aromatizantes ou flavorizantes dão sabores naturais ou artificiais;

conservantes dificultam a ação dos microorganismos;

corantes modificam a aparência do produto;
espessantes modificam a consistência do produto;

estabilizantes dificultam a modificação do produto;

edulcorantes dão sabor doce;

umectantes dão aspecto úmido ao produto.

Associado a tudo isso, estão também, as embalagens à vácuo, tetra pak, latas, vidros e plásticos especiais para cada tipo de produto. Ainda, processos de desidratação permitem fazer alimentos em pó. Sem falar na técnica mais antiga de conservação de alimentos: a defumação.

Embora seja melhor consumir alimentos frescos e sem aditivos, não há como negar que o uso de produtos químicos e processos tecnológicos são importantes, pois graças a esses avanços da ciência e da tecnologia, há mais alimentos disponíveis para o consumo. Afinal, as substâncias químicas diminuem a quantidade de alimentos que estragam e não podem ser consumidos. Também, tornam possível o transporte de comida até locais distantes, já que ela demora mais a estragar (ABEGG, 2003, adaptado de LIMA, 1999).

[10] Desafio Mais Amplo: Identifique nos rótulos os ingredientes ou processos que ajudam a conservar os alimentos (distribuir três rótulos de produtos diferentes para cada grupo de três alunos).

Tarefa Extraclasse

1) Verifique em sua casa quais alimentos estão sendo conservados pelas inovações científicas e tecnológicas (ABEGG, 2004).

Exercício de compreensão: Como é trabalhado no texto o uso dos processos tecnológicos na conservação dos alimentos? (prioritário)



Atividade Final

- 1) Que bloco temático dos PCN-CN contempla essa aula?
- 2) Como foram relacionados os conceitos de CN&T com o cotidiano dos alunos?

DA: A partir das atividades prático-pedagógicas abordadas nas aulas 6, 7, 8, 9 e 10 escolha uma temática dos PCN-CN (bloco temático) e desenvolva uma seqüência de planejamentos (mínimo 3 aulas).

UNIDADE

B

ABORDAGENS METODOLÓGICAS (ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL)

Objetivos da Unidade

- Analisar e discutir materiais didáticos.
- Elaborar, implementar, avaliar e redimensionar propostas didático-metodológicas de Ciências Naturais e suas Tecnologias nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental.

Introdução

Nesta segunda unidade, composta por cinco subunidades e treze aulas, apresentamos e analisamos Abordagens Metodológicas do Ensino de Ciências Naturais e suas Tecnologias (CN&T), desenvolvidas nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental (SIEF) da escolaridade

básica. Observe que sempre destacamos nas atividades curriculares as orientações das políticas públicas educacionais, a organização conceitual e os procedimentos didático-metodológicos implementados.

1 Indissociabilidade conteúdo-forma e ensino de ciências naturais

AULA- Investigação do processo ensino-aprendizagem CN&T

DI: Escreva o que você considera necessário para romper com a fragmentação do processo escolar em CN&T..

MSEM: A Investigação-Ação Escolar como fundamentação à prática de ensino-aprendizagem de CN&T

A Investigação-Ação Escolar (IAE) como fundamentação da prática de ensino-aprendizagem de CN&T, contribui para mudar as aulas, os conteúdos, as relações e as práticas escolares. Segundo alguns autores, a IAE é considerada uma perspectiva de investigação utilizada: na formação de professores e no desenvolvimento profissional destes, nas investigações sobre ensino-aprendizagem de CN&T e no desenvolvimento e implementação curricular desta área. Em todos os casos, o professor exerce o papel de investigador, estudando seus próprios métodos de ensino e avaliação, examinando os processos cognitivos da aprendizagem, ou participando no processo de investigação e desenvolvimento curricular.

Esta perspectiva de ensino-investigativo está presente em muitas áreas educacionais, além da ensino em CN&T. É definida como sendo uma forma de investigação colaborativa, em que o grupo pode ser constituído por

professores, estudantes, diretores de colégio, pais e outros membros da comunidade. Além disso, tem sido assumida como uma estratégia de resolução dos problemas concretos, pois a IAE sempre foca os problemas práticos que os professores encontram nas aulas e busca soluções para eles. Isso implica desenvolvimento curricular e profissional dos professores. Resumindo, a IAE nas escolas potencializa a investigação das ações humanas e situações sociais (aqui entendidas como as ações e relações que se dão no contexto escolar das aulas de CN&T), que são experienciadas pelos professores como sendo: a) inaceitáveis e em alguns aspectos problemáticas; b) suscetíveis de mudanças e c) que requerem uma resposta prática. Ou seja, resolução de problemas curriculares práticos e desenvolvimento profissional dos professores.

Dessa forma, a IAE guia didático-metodologicamente as práticas escolares em CN&T, como prática geradora de mudanças curriculares. Uma vez que esta é definida como sendo uma investigação sistemática realizada por profissionais para melhorar e transformar o ensino-aprendizagem. Uma prática de ensino-investigativa em CN&T, nesta perspectiva, é composta pelos passos de planejamento => ação => observação => reflexão => replanejamento, formando uma espiral cíclica que produz um movimento de ação-reflexão-

ação no processo escolar.

O Planejamento tem por função organizar e orientar (prospecção) a ação escolar e por definição precisa antecipá-la. Também, capacita os professores para atuar mais "adequadamente" numa dada situação escolar. (Na aula 19 item 2.5 apresentamos uma opção didático-metodológica para organização deste passo). A Ação necessita ser guiada e informada pelo planejamento. É essencial que se considere as limitações políticas e materiais reais, ou seja, a ação precisa também ser flexível e estar aberta a mudanças. Por ser uma ação intencional, antes de atuar, definimos o tipo de dado que pretendemos produzir com a ação escolar. A Observação tem a função de registrar (auto-reflexão) a produção da ação, proporcionando uma base documental para a posterior reflexão. Uma observação cuidadosa é necessária para que a ação esteja sempre recortada por limitações da realidade escolar. Tais observações precisam ser registradas num diário (que pode ser um caderno ou o eletrônico no ambiente virtual). Precisam ser observados o processo escolar, as produções e as circunstâncias desta produção, assim como as limitações que recortam ou ampliam a ação planejada.

A Reflexão é responsável pelo movimento de rememoração (retrospecção) dos aspectos problemáticos da ação implementada. Para tanto, é fundamental os registros feitos durante a observação. Os dados obtidos na observação serão validados ou não pelo diálogo-problematizador entre os sujeitos envolvidos (alunos, professores, orientador e colaboradores). A reflexão pode mostrar o sentido dos processos, dos problemas e das

restrições que têm se manifestado durante a aula. Através do intercâmbio de pontos de vista dos envolvidos, a reflexão em grupo conduz à reconstrução dos significados das situações escolares em CN&T e proporciona uma base para o replanejamento. O Replanejamento é o planejamento posterior (da aula seguinte) elaborado à luz da reflexão, ou seja, sempre considera as deliberações surgidas na reflexão conjunta.

A IAE tem também, uma etapa de diagnóstico, que denominamos de investigação-ação inicial na realidade escolar. Para elaborar e desenvolver um plano de ação, consideramos necessário e indispensável fazer uma investigação-ação inicial, ou seja, elaborar um diagnóstico inicial da realidade. Acreditamos que a investigação-ação inicial faz-se necessária na formação de um grupo ou comunidade de IAE em CN&T, porque o compartilhamento da preocupação temática (problemas viáveis e possíveis de resolver) pelos envolvidos é imprescindível. As mudanças previstas por um trabalho colaborativo têm poucas chances de consolidação se não: ocorrer o compartilhamento dos problemas; nos dispusermos a experimentar mudanças reais em nossas práticas escolares; e acreditarmos/aceitarmos o processo de desenvolvimento profissional através da problematização de conceitos científico-tecnológicos, assumindo-os como centrais. Assim, as possibilidades de mudanças nas práticas escolares e no desenvolvimento profissional em CN&T se ampliam (ABEGG e DE BASTOS, 2005; FELDMAN & CAPOBIANCO, 2000; MEMBIELA, 2002).

Exercício de compreensão: Descreva as etapas que compreendem a IAE. (prioritário)



Atividade - B.1

- 1) Por que a investigação-ação inicial é indispensável?
- 2) Qual(is) o(s) objetivo(s) de se desenvolver um processo escolar em CN&T como IAE?

DA: Faça uma investigação-ação inicial (em uma escola de SIEF) e trace um plano de ação para resolução do problema levantado.

AULA- Ensino de CN&T por Projetos

DI: Descreva as etapas de um projeto de CN&T que você participou nas SIEF.

MSEM: Projeto pedagógico é uma estratégia de trabalho em equipe que favorece a articulação entre os diferentes temas de CN&T e desses com os de outras áreas do conhecimento escolar, na solução de um dado problema. Conceitos, procedimentos e valores apreendidos durante o desenvolvimento das aulas das diferentes áreas podem ser implementados e conectados, ao mesmo tempo que novos conceitos, procedimentos e valores vão surgindo. Pode-se envolver uma série de atividades escolares com o propósito de produzir, com a participação dos sujeitos envolvidos, algo com função sócioeducativa real: experimento, jornal, livro, mural, etc.

Todo projeto precisa ser estruturado como

uma seqüência de etapas para produzir um produto desejado. Todas necessitam ser compartilhadas com os alunos desde seu planejamento. De modo geral precisamos definir: tema, problema principal que será alvo de investigação, conjunto de conhecimentos escolares necessários para que seja construída a solução, intenções educativas e objetivos que se pretende alcançar, seleção de atividades escolares, modos de avaliação dos trabalhos.

Pode-se considerar tema de um projeto pedagógico de CN&T, um fenômeno da natureza, tecnologia ou das relações entre ser humano e natureza, que seja do interesse investigar. Analisando os blocos de conteúdos propostos nos PCN-CN para os ciclos, apontam-se os temas prioritários, alguns internos à área, outros que articulam toda a escolaridade. Os temas precisam ser gerais e abrangentes, porém restritos a determinados fenômenos e situações, por exemplo, "A água na natureza" (primeiro ciclo) ou "Em que regiões da terra o homem pode viver?" (segundo ciclo), que possibilitam articular conhecimentos escolares de diferentes blocos. Podemos desafiar com questões como "Por que é preciso escovar os dentes?" (primeiro ciclo) e sobre a "Importância das vacinas"(segundo ciclo), articulando internamente um único bloco. Esses ainda podem ser tratados interdisciplinarmente as áreas de História, Geografia e, necessariamente, serão integrados de Língua Portuguesa e Matemática.

Uma situação-problema a ser investigada toma dimensão problematizadora quando suscita curiosidade, estimula a produção de soluções e cria a necessidade de buscar informações para que sejam aceitas. Implica,

ainda, confrontar soluções diferentes, analisá-las e concluir sobre a que melhor explicação o tema em estudo. Elaborar uma situação-problema é, portanto, problematizar um tema, transformando-o em possibilidades concretas de estudo investigativo.

Ao planejar o projeto, precisamos delimitar o campo de investigação sobre o tema, abrangendo conceitos centrais e secundários, procedimentos didático-metodológicos e atividades escolares em CN&T, pertinentes e possíveis, considerando as características do ciclo a que se destina. Os conceitos e atividades escolares necessárias ao tratamento da situação-problema, dizem respeito àqueles em desenvolvimento e a outros, novos, que representam acréscimo à compreensão do tema. É necessário que o professor elabore e apresente com os alunos um roteiro contendo os aspectos a serem investigados, os procedimentos necessários, as atividades escolares a serem realizadas e os materiais necessários. É fundamental, ainda, que se esclareçam as etapas da investigação e o modo de organização da produção escolar.

Estabelecidos pelo professor e alunos ao planejar o projeto, os objetivos precisam ser compartilhados e explicita das intenções educativas, para que norteie as investigações que se farão. Atividades de fechamento de um projeto precisam ter como intenção: reunir e organizar as produções escolares, interpretá-las e responder a situação-problema inicialmente proposta, articulando as soluções parciais encontradas no decorrer, organizar

apresentações ao público interno (sala de aula) e externo à classe (outras turmas da escola). Dependendo do tema e do ciclo onde foi realizado o projeto, as apresentações podem incluir elaboração de folhetos, jornal, cartazes, dramatizações, maquetes, exposições orais, seminários e exposição de experimentos (amostras de CN&T).

Existem várias modalidades de avaliações envolvidas nos projetos: acompanhamento aos grupos que o realizaram, que o professor faz observando as contribuições individuais e resultados parciais dos grupos; auto-avaliação sob a forma de registros escritos; sobre as apresentações feitas pelos grupos e dos processo e produtos, tendo em vista os aspectos que alcançaram as intenções pretendidas e as dificuldades, que num próximo projeto podem ser superadas. Essas avaliações podem ser registradas, para que não se percam os resultados (BRASIL, 1997b).

Acreditamos que o trabalho escolar em CN&T por projetos, pode ser uma proposta que venha a contemplar um ensino-investigativo conforme foi abordado na aula anterior. Isso porque envolve ativamente os sujeitos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem, transformando-os em investigadores ativos de seus quefazeres no cotidiano escolar.

Exercício de compreensão: Quais são as etapas que contemplam um projeto pedagógico em CN&T? Descreva-as. (prioritário)

**Atividade - B.2**

Atividades:

- 1) Como podemos definir uma situação-problema a ser abordada num projeto?
- 2) É possível a articulação entre os diferentes conhecimentos escolares da área de CN&t e desses com os de outras áreas?
De que forma?

DA: Elabore um projeto de CN&T segundo as etapas descritas acima (considere como situação-problema o diagnóstico realizado na aula anterior e não esqueça de contemplar um tema do PCN-CN do primeiro ciclo).

2 A experimentação no ensino de ciências naturais

AULA- Como trabalhar a experimentação no ensino de ciências naturais?

DI: Descreva as etapas de uma atividade experimental vivenciada por você nas SIEF onde foram abordados conceitos de CN.



Vincius de SA Menezes

Figura B.1

MSEM:

No ensino-aprendizagem de CN, as atividades experimentais precisam ser garantidas de maneira a evitar que a relação teoria-prática seja transformada numa dicotomia. As experiências despertam em geral um grande interesse nos alunos, além de proporcionar uma situação de investigação. Quando planejadas e implementadas levando em conta estes fatores, constituem momentos particularmente potencializadores de diálogo no processo de ensino-aprendizagem.

No entanto, não é suficiente "usar o laboratório" ou fazer experiências, podendo mesmo essa prática vir a reforçar o caráter autoritário e dogmático do ensino de CN e, também, descaracterizar a Ciência na sociedade. Atividades experimentais planejadas e

efetivadas somente para "provar" para os alunos, leis e teorias, são inibidoras dos objetivos de formação e apreensão de conhecimentos básicos em CN, em especial sua integração com objetos tecnológicos.

Considera-se mais indicado um trabalho experimental que dê margem ao diálogo gerador de interpretação de procedimentos implementados e resultados obtidos (mesmo que um pouco distante do esperado), com o professor atuando no sentido de problematizar conceitos, leis e teorias envolvidos na experimentação. Desta forma, o professor será um condutor crítico do ensino-aprendizagem, distanciando-se de uma postura autoritária e expositiva no ensino, possibilitando com isso que os alunos venham a ter uma visão mais

adequada do trabalho escolar em CN.

Se esta perspectiva de atividade experimental não for contemplada, será inevitável que se resuma à simples execução de "receitas" e à comprovação da "verdade" daquilo que consta nos livros didáticos de CN. Ou pior ainda, os alunos podem acreditar que CN&T se resume a realização de atividades práticas demonstrativas com material de baixo custo, quando não com lixo escolar.

As atividades experimentais, ao contrário, precisam explorar de forma articulada, tanto o bloco de conteúdos previsto nos PCN-CN, quanto a sua evolução histórica ao longo da história da humanidade. Ao propor uma experimentação, esta não pode ser vinculada a um local exclusivo ou seja, o laboratório de CN da escola. Pois, caso a unidade escolar não tenha esse espaço físico, desestimularemos a curiosidade e a investigação experimental no processo escolar.

Além disso, cabe destacar que a manipulação de objetos tecnológicos, reais e virtuais, da realidade vivida ou acessada remotamente através da telemática, precisa ser considerada como atividade experimental de CN&T. Afinal, a integração dos conceitos científicos e tecnológicos pode ser efetivada através de atividades desta natureza, é claro, desde que seja organizada e conduzida pelo professor em aula

Muitas pesquisas sobre o ensino experimental da CN no primeiro ciclo do ensino básico, primeiros anos de escolaridade, detecta que esses conceitos não tem feito parte das práticas escolares do dia a dia dos professores na sala de aula. Elas apontam para uma abordagem construtivista e investigativa do

ensino da CN, analisando o entendimento de alunos sobre alguns conceitos de ciência numa turma em que os alunos foram envolvidos em atividades experimentais construtivistas e investigativas. De acordo com muitos investigadores em ensino de CN&T, uma boa aprendizagem exige a participação ativa do aluno, de modo a construir e reconstruir o seu próprio conhecimento. O que requer que o professor assuma um papel de dinamizador e problematizador desta modalidade de ensino-aprendizagem em CN&T.

Além disso, uma boa aprendizagem exige também a criação de situações didáticas em que os alunos manipulam objetos e dialogam sobre idéias, compartilhando significados entre si e com os professores (ambiente construtivista de ensino-aprendizagem). As características dessas situações construtivistas de ensino-aprendizagem são: construção ativa e significativa do conhecimento; tarefas escolares em contextos significativos; situações do mundo real e do dia a dia; representações dos mesmos objetos e fenômenos; reflexão crítica constante dos alunos durante as suas atividades, análise do que dizem e fazem, bem como o que dizem e fazem os seus colegas; atividades dependentes do contexto e do conteúdo, levando em conta os ritmos de aprendizagem dos alunos; construção colaborativa do conhecimento através da interação; avaliação formadora valorizando a reflexão, auto-avaliação e auto-regulação da própria aprendizagem; condições agradáveis e propiciadores de boas relações interpessoais dentro e fora das aulas; motivar e responsabilizar os alunos pelas suas próprias aprendizagens.

Esta forma de organizar as atividades

escolares de CN tem subjacente concepções didático-metodológicas e práticas sócioconstrutivistas. Do ponto de vista epistemológico, o conhecimento escolar não é um fato consumado, mas um processo em construção, sempre inacabado, fruto da interação dos sujeitos com os objetos da realidade, do conhecimento e da partilha e colaboração pessoais. Aqui, tanto a experiência como a razão desempenham um papel decisivo, não se privilegiando nem uma nem outra, ou seja, nem as visões empiristas (práticas) nem as racionalistas da origem do conhecimento (teóricas) (ANGOTTI e DELIZOICOV, 1991).

Exercício de compreensão: A partir da leitura do texto, fazer atividades experimentais apenas no laboratório de CN é suficiente? Por quê? (prioritário)



Atividade - B.3

- 1) Qual(is) o(s) objetivo(s) de se realizar uma atividade experimental nas aulas de CN&T?
- 2) Qual(is) a(s) conduta(s) que o professor precisa assumir numa atividade experimental de CN&T?

DA: Analise se a atividade experimental, descrita por você no DI, cumpriu os critérios propostos no texto.

AULA - Exemplar de uma atividade experimental no ensino de CN&T nas SIEF

DI: Liste os conceitos estudados na aula sobre uma atividade de experimentação apresentada na Unidade 1 (item 1.2).

MSEM:

Existem conceitos que, ao trabalharmos em um texto precisam ser desvelados. Tais conceitos são denominados por Fourez (1994) de "Caixas Pretas (CP)" possíveis e indispensáveis de abrir. O autor entende por CP a relação de subsistemas materiais e/ou conceituais que se precisa estudar mais a fundo, tendo em vista a problematização de fenômenos científico-tecnológicos. Essas CP designam conceitos, cujo estudo é possível e fundamental (entre os quais se elegem os mais importantes e que chamam-se "abrir uma caixa preta").

Essa noção já está bastante difundida, porém não podemos confundir com as CP do avião, as quais têm outro significado, embora usem a mesma expressão. Em CN&T e epistemologia, chamamos de CP a um objeto, uma situação ou uma noção teórica que utilizamos sem saber necessariamente como funciona. Abrir uma CP significa investigar seu funcionamento. Para realizar esta abertura, buscamos geralmente a ajuda de um especialista ou de uma comunidade especializada (geralmente científica ou profissional).

Abrir uma CP implica implementar o ensino-aprendizagem de algum objeto tecnológico, que normalmente utilizamos sem compreensão conceitual. Por exemplo, CP

materiais: um computador pessoal, uma cafeteira elétrica, uma aspirina, etc; CP conceituais: o microprocessamento eletrônico, o efeito joule em resistores elétricos, a célula, etc. (FOUREZ, 1997).

Em resumo, a lista das CP numa atividade didática não pode ser infinita, tendo em vista o tempo a ela destinado. Para abrir uma CP utiliza-se como critérios, o contexto e o planejamento que define o objeto escolar de estudo. Assim, no caso de uma máquina de preparar a bebida café (cafeteira), a lista de CP pertinentes não será a mesma para as séries iniciais do ensino fundamental e para o ensino médio. Muito menos será a mesma para escolas de locais diferentes do Brasil.

Apresentamos abaixo uma aula contendo uma atividade experimental contendo uma lista das CP. Essa aula foi implementada nesta disciplina, numa turma do Curso de Pedagogia da UFSM (presencial) no diurno.

[30] DI: Descreva, passo a passo, como você prepara "café".

[90] MSEM: Preparação da bebida café em quatro processos diferentes e utilizando três artefatos tecnológicos que são: 1 - Coador de pano e bule; 2 - Filtro de papel e cafeteira elétrica; 3 - Cafeteira italiana - mokaCafé solúvel - que não utiliza artefato tecnológico. Identifique coisas semelhantes e diferenças nos processos (modo de fazer) e produtos (bebida café).

Texto contendo a lista das CP:

Ao longo do preparo da bebida café, ocorrem regularidades e transformações no

processo e produto. Fazer café só é possível devido às transformações de energia que ocorrem. Para apreciar o cafezinho é fundamental compreender conceitualmente temperatura, pressão, densidade, viscosidade, tensão superficial, sabor e aroma. Para preparar o cafezinho com base em CN&T é preciso diferenciar solução, obtida por filtração convencional usando-se da gravidade, filtração contra a gravidade, filtração sob pressão e infusão. Convém ressaltar que nos quatro processos apresentados o produto final é uma mistura homogênea entre sólido e líquido (café e água). No bule e na cafeteira elétrica, a água cai lentamente (entre 4 a 6 minutos) sobre o pó de café devido a força gravitacional. Na cafeteira italiana, o vapor da água sobe atravessando rapidamente (aproximadamente 30 segundos) o café. A meta principal é a transformação dos grãos de café (torrado e moído) em bebida expressa, extraindo seus componentes ativos através da água quente. A interação entre água quente e pó de café é, no entanto, sutilmente diferente em termos de aroma e paladar, quando se faz a bebida café em processos de infusão, filtração convencional, filtração contra a gravidade sob forte pressão ou apenas filtração sob forte pressão - expresso. (As palavras grifadas por negrito e sublinhado são as CP indispensáveis de serem abertas com os alunos).

Exercício de compreensão: O artefato tecnológico mostrado na figura abaixo foi utilizado para realizar a atividade experimental? (prioritário)

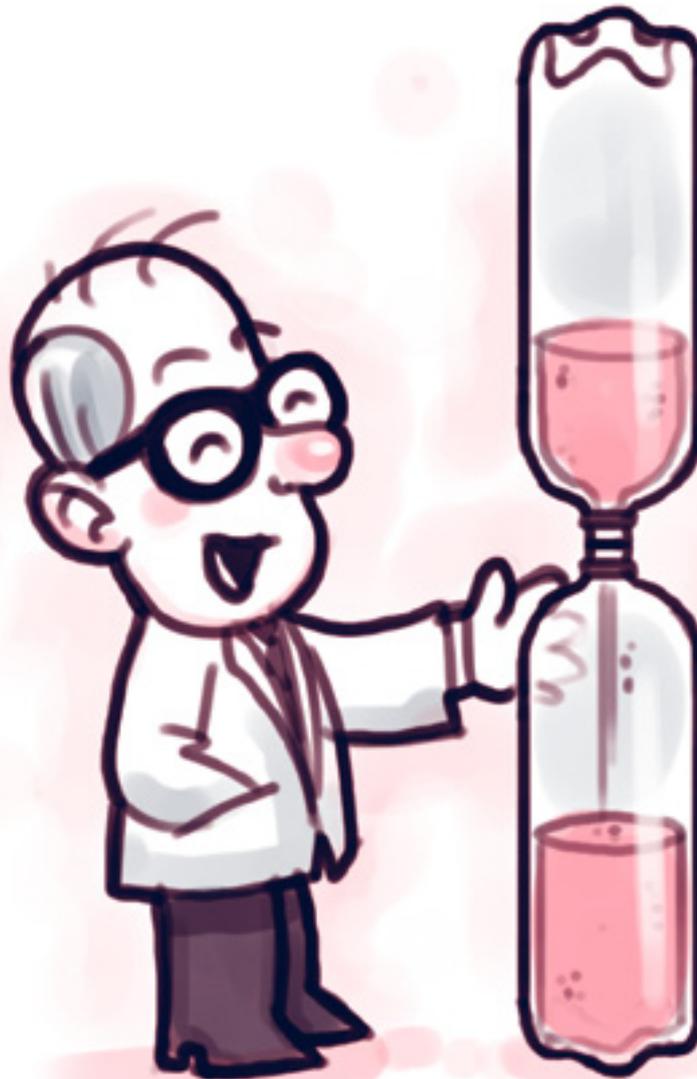


Figura B.2

Atividade - B.4

- 1) Qual(is) é (são) a(s) CP que devem ser estudadas com maior profundidade para entender o processo de preparo da bebida café?
- 2) Todas as CP apresentadas no texto acima precisam ser desveladas para os alunos? Justifique.

DA: Elabore um planejamento para uma atividade experimental de CN&T para as SIEF contemplando atitudes investigativas com os alunos.

3 Educação Científico-tecnológica

AULA- Ciência e Tecnologia nas SIEF: conceituações

DI: Descreva de que forma suas aulas de ciências colaboraram para sua inserção na sociedade como um ser participativo.



Vincius de Sá Menezes

Figura B.3

MSEM:

Ciência e Tecnologia nas SIEF

"Dia-a-dia vemos que o impacto da Ciência e Tecnologia (C&T) no desenvolvimento das sociedades humanas envolve tanto aspectos econômicos como sociais. Porém, o impacto mais importante se dá na área social, isto é, além da melhoria na qualidade de vida diretamente associada à geração de tecnologia, há uma ampliação da compreensão do ser humano sobre sua própria condição e sobre o seu meio. Como consequência, verifica-se um

aumento da sua flexibilidade na solução de problemas e na tomada de decisões. Ou seja, há uma maior participação nas decisões e no planejamento dos destinos da sociedade que, assim, torna-se mais plural, independente e senhora de seus próprios rumos (XAVIER e HELENE, 2003).

Por isso, acreditamos que hoje não é mais possível desenvolver um ensino, principalmente o de Ciências Naturais, dissociando os conceitos científicos e tecnológicos. Estão tão próximas e presentes que muitas pessoas acabam por naturalizar as tecnologias que resultam em talheres, pratos, panelas, fogões, geladeiras, alimentos industrializados e muitos outros produtos, equipamentos e processos que são planejados e construídos para podermos realizar a fundamental tarefa que garante nossa sobrevivência: a alimentação.

Na década de 60, o educador Paulo Freire discutia com seus educandos o processo tecnológico em situações existenciais para possibilitar a apreensão do conceito de cultura. Em um programa de alfabetização de adultos, comparou as técnicas manuais que os sujeitos usavam para resolver seus problemas com os avanços tecnológicos. No apêndice de sua obra, Freire (1996) relatou duas situações desenvolvidas com educandos adultos. Na primeira situação, mostra uma figura retratando um índio caçando com arco e flecha e, na segunda, um sujeito caçando com espingarda. A partir daí, discutiu-se o avanço tecnológico

representado na espingarda, em confronto com o arco e a flecha, evidenciando as diferentes culturas.

Atualmente, tem-se um forte movimento de inserção das novas tecnologias no meio educacional. Portanto, nós professores não podemos compreendê-las apenas como a tecnologia informática, mas sim, como um "conjunto de conhecimentos e princípios científicos que se aplicam ao planejamento, à construção e à utilização de um equipamento em determinado tipo de atividade" (KENSKI, 2003, p.18), pois, segundo Fourez e outros (1997, p.177):

A tecnologia não é simplesmente ciência aplicada. A tecnologia supõe a elaboração de saberes e de práticas específicas que se situam mais além do saber científico. Estes saberes e práticas específicas integram possibilidades e condições sociais, econômicas, científicas, ambientais, estéticas, legais, éticas, etc.

Por isso, o ensino CN deve considerar que os estudantes de hoje em dia necessitam de uma Educação Científica e Tecnológica (ECT) para terem êxito em suas vidas. Portanto, faz-se necessário estabelecer os objetivos da aprendizagem acerca do conceito de tecnologia, de forma a contemplar as questões que os estudantes precisariam saber. Muitas vezes, o ensino de tecnologia está associado mais ao uso de ferramentas de produtividade contemporâneas, como por exemplo os processadores de textos, do que à aprendizagem de novas tecnologias à medida que estas vão sendo construídas e disponibilizadas. Isso tem conseqüências não desejadas, pois enfatiza aos estudantes apenas uma habilidade técnica, limitando o desenvolvimento, a atualização e a

compreensão de temáticas de ciência e tecnologia.

Para mudar isso, é necessário que se tenha acesso a essas experiências desde o início da escolaridade de forma sistematizada, pois: "Quem tem menos recursos econômicosém, em geral, um menor acesso à tecnologia. Ainda, os indivíduos adultos, cujas experiências educativas incluem pouca ou nenhuma exposição à tecnologia, enfrentam maiores obstáculos para iniciar e têm menos acesso a ela" (LINN, 2002, p.348, tradução e grifos nossos).

Diante disso, assumimos que o ensino de CN nas SIEF não pode mais se dar dissociado do tecnológico. Portanto, concordamos com os PCN quanto à importância de se utilizar diferentes fontes de informação e recursos tecnológicos para a aquisição e construção do conhecimento. Acreditamos na potencialidade de um ensino de CN&T no sentido de possibilitar que o aluno identifique relações entre conhecimento científico e produção de tecnologia para, desse modo, desenvolver uma compreensão desta como meio para suprir necessidades humanas, favorecendo a participação mais cidadã na sociedade.

Entre os professores das SIEF, o assunto Tecnologia ainda é distante do cotidiano escolar. Eles ainda têm muitas dúvidas e angústias sobre como contemplar os componentes científico e tecnológico. Isso se deve a diversos motivos, como os destacados por Neto e Silva (2002): a) ausência de livros didáticos que abordam temas de tecnologia, pois os que o fazem apenas descrevem artefatos tecnológicos como produtos dos conhecimentos científicos, ou então têm pouca circulação entre os

professores das escolas, principalmente das escolas públicas; b) em momentos de discussão pedagógica, a aquisição de microcomputadores e software aparecem como sendo a solução para a introdução da tecnologia no ECN&T neste nível escolar. Assim, os autores afirmam que: "tais formas de tratar a tecnologia no aspecto educacional por si só não resolvem o problema [...] o conhecimento tecnológico não pode ser tratado como uma aplicação prática do conhecimento científico" (p.2)"(ABEGG, 2004, p.3).

Exercício de compreensão: Qual(is) definição(ões) de tecnologia que o texto apresenta? (prioritário)

Atividade - B.5

- 1) O que é necessário para o ensino de CN&T romper com a formação apenas de habilidades técnicas?
- 2) Por que, segundo o texto, os professores de SIEF ainda não abordam a integração dos componentes científicos e tecnológicos em suas aulas?

DA: Como implementar atividades de CN&T nas SIEF priorizando a organização e integração dos componentes científico e tecnológico?

AULA- Ensino de CN&T nas SIEF: Componentes necessários à Educação Científica e Tecnológica

DI: Descreva uma atividade experimental vivida por você nas SIEF em que o professor utilizou algum artefato tecnológico.



Figura B.4

MSEM:

"O termo Educação Científica e Tecnológica (ECT) ainda aparece pouco nas publicações da área de Ensino de Ciências. Normalmente, os trabalhos desenvolvidos e publicados são classificados como Alfabetização Científica e Técnica, Educação Científica ou Educação Tecnológica (ACEVEDO DÍAZ e outros, 2003; FOUREZ, 1997). Esta última, com grande trajetória no Brasil, foi concretizada em Centros de Educação Tecnológica como a renomada Escola Politécnica da USP, no Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza de São Paulo e, principalmente, nas escolas Politécnicas e Centros Federais de Educação Tecnológica.

Cada tendência teve e continua tendo uma trajetória de muito respeito pela sua importância dentro do ensino de ciências. Mas, com as novas políticas públicas educacionais e com a

velocidade das mudanças na produção da ciência e da tecnologia, vemos a necessidade de reorganizá-las. Respeitamos o momento histórico de cada uma, mas acreditamos que, atualmente, a mais aceitável seria a ECT. É claro que isso exige considerar as concepções e ideologias que cada uma carrega. Nós defendemos a ECT porque assumimos que o ensino de Ciências Naturais deve ser implementado integrando os conhecimentos científico e tecnológico.

Atualmente, as literaturas que discutem a Educação Tecnológica não estão deixando de lado os conhecimentos científicos (LINN, 2002; NETO e SILVA, 2002; ACEVEDO DÍAZ, 2003, entre outros). Mesmo assim, optamos pela expressão ECT por considerarmos que esta contempla de forma mais abrangente os resultados de pesquisas oriundas do ensino tipo CTS e dos PCN.

Esta concepção não é nova. Em 1993, o Projeto 2000+ da UNESCO fazia a distinção entre Ciência e Tecnologia e mostrava sua interdependência para o ensino:

A cultura tecnológica e a cultura científica têm características diferentes que revelam-se em disciplinas diferentes porém emparentadas. Existe entre elas uma relação de interdependência. [] Nenhuma das duas culturas é suficiente, nenhuma engloba a outra ou é a fonte. Devem ter o mesmo "status" (In: FOUREZ, 1994, P.55, tradução livre).

Dessa forma, consideramos a disciplina de CN nas SIEF o espaço mais propício para se ensinar também os conhecimentos da tecnologia. Além disso, os próprios PCN-CN para esse nível escolar apontam para um ensino de CN que contribua com os alunos no

"desenvolvimento de competências, permitindo-lhes compreender o mundo e atuar como indivíduo e como cidadão, utilizando conhecimentos de natureza científica e tecnológica" (BRASIL, 1997b, P.39, grifos nossos). Por isso, acreditamos que a ECT seja necessária para que o aluno aprenda a participar democraticamente, como cidadão responsável em um mundo cada vez mais impregnado de tecnologias.

A ECT pode propiciar também um entendimento das questões socioeconômicas e culturais, construir autonomia pessoal e ser útil para a prática da vida cotidiana. Para tanto, extraímos das bibliografias estudadas (BRASIL, 1997b; SANTOS, 1999; SANTOS e MORTIMER, 2000; LINN, 2002; NETO e SILVA, 2002; ACEVEDO DÍAZ, 2003, entre outros) alguns componentes que consideramos orientadores do ECN&T para desenvolver uma ECT nas SIEF. Estes componentes serviram como categorias para análise do trabalho desenvolvido nas SIEF, na forma de seqüência didática implementada nas aulas de ciências. Os componentes necessários para a implementação de uma ECT são: a) dimensão tecnológica integrada ao ensino de ciências; b) produtos tecnológicos como elementos potencializadores da conexão com o mundo real; c) relevância para a vida pessoal e social dos alunos, com o objetivo de contribuir com a problematização e tomada de decisões responsáveis na sociedade; d) momentos de problematização inicial dos conhecimentos trazidos pelos alunos acoplados aos de sistematização e avaliação dos conhecimentos científico e tecnológico, contextualizando suas dimensões sociais; e) familiarização com os procedimentos de acesso

às informações científicas e tecnológicas disponíveis, tendo em vista sua utilização para resolver problemas cotidianos.

A ECT operacionalizada no ECN&T, em sentido educacional amplo, pode abranger todos os níveis e modalidades do ensino escolar, pois acreditamos ser ela um requisito essencial para o desenvolvimento de atitudes democráticas e cidadãs. Contudo, neste trabalho, defendemos que o ECN&T precisa ser construído desde sua base, ou seja, desde as SIEF. Hoje, mais que nunca, é necessário fomentar e difundir a ECT para todas as pessoas e em todos os setores da sociedade. Assim, podemos melhorar a participação dos cidadãos na tomada de decisões relativas às aplicações dos novos conhecimentos científicos e

tecnológicos" (ABEGG, 2004, p. 43).

Exercício de compreensão: Quais são os componentes necessários para a implementação de uma ECT nas SIEF? (prioritário)



Atividade - B.6

- 1) Quais são as orientações dos PCN- CN para o ensino de CN&T nas SIEF?
- 2) Que outros entendimentos podem propiciar a ECT?

DA: Faça uma análise de um livro didático de CN das SIEF em uso, verificando se ele contempla os componentes da ECT.

4 A abordagem temática

AULA - Temas e Conceitos unificadores

DI: Explícite como eram feitas as relações entre os conceitos estudados nas aulas de CN nas SIEF.

MSEM:

A ênfase do ensino de CN com os conceitos se justifica pela necessidade de articulação entre saberes que, pela sua origem, abordagem, separação rígida em disciplinas curriculares, parecem distintos, embora mantenham traços em comum. Torna-se necessário fazer essas ligações entre os conceitos, independente da temática abordada, até mesmo para superar a fragmentação que temos no processo de ensino-aprendizagem. Isso conseqüentemente, estrutura as relações existentes, fazendo com que os alunos também possam investigá-las, relacionando com o que já sabem e com o que estão aprendendo.

Dessa forma, fenômenos e situações-problema podem ter sua compreensão e, conseqüentemente, programação e planejamento de ensino, estruturada por conceitos com potencial de unificar diferentes temas. Chamamos esses conceitos de Unificadores porque são complementares aos Temas e carregam para o processo de ensino-aprendizagem a "veia epistêmica" das CN&T. Isso acontece, à medida que identificam os aspectos mais partilhados, conforme cada época, pelas comunidades de CN&T, sem negligenciar os aspectos conflitivos.

A estruturação da programação curricular de CN&T, segundo a abordagem temática, pode ser um dos critérios que ajudará professores a selecionar aqueles conhecimentos científicos e tecnológicos necessários de serem abordados no processo escolar. Trata-se então, de articular, na programação, temas e conceitos científicos e tecnológicos. Contudo convém destacar que são os temas, e não os conceitos, o ponto de partida para a elaboração do programa. São eles que precisam garantir a inclusão da conceituação necessária e indispensável para a compreensão científica e tecnológica dos temas pelos alunos.

O recorte temático, ou o que se entende no âmbito da educação dialógico-problematizadora por redução temática, está configurado pelas políticas públicas educacionais brasileiras em temas transversais (Ética, Pluralidade Cultural, Meio Ambiente, Saúde e Orientação Sexual e Trabalho e Consumo) e eixos temáticos da área de CN&T (Terra e Universo, Ambiente, Ser Humano e Saúde e Recursos Tecnológicos). Isso já foi abordado nas aulas anteriores quando estudamos os PCN-CN.

Para compreender a abordagem temática e conceitual unificadora, através dos conceitos envolvidos, apresentamos um exemplo: fenômeno: água fervente (que pode contemplar as temáticas Terra e Universo, Ambiente ou até mesmo o transversal Meio Ambiente) e os conceitos unificadores: transformação e regularidade. Para cada conceito unificador temos conceituações que podem ser abordadas:

estados da matéria, mudanças de estado envolvidas (ebulição/evaporação), massa, temperatura, pressão, gases, vapor de água. Já em regularidade que categorizam e agrupam as transformações mediante regras, semelhanças, ciclos abertos ou fechados, repetições e/ou conservação no espaço e no tempo temos: conservação de massa e composição molecular da água (não se altera após a transformação).

Os outros dois conceitos unificadores (classificados como de segunda ordem) são energia e escalas. Nossa ênfase, tendo em vista o ensino de CN&T nas SIEF, será nos dois primeiros: transformação e regularidades (classificados como de primeira ordem). Isso porque energia é um conceito que incorpora os dois anteriores, com a vantagem de atingir maior abstração (nem sempre prioritário nas SIEF). Além disso, está acompanhado de linguagem matemática de grande generalização e condensação, para instrumentalizar transformações e conservações e ainda de estar associado à degradação. Não priorizá-lo nas SIEF, não significa limitar a análise fenomenológica.

Afinal, sabemos que é esta grandeza que pode, mais do que qualquer outra, balizar e garantir os laços para um tratamento unitário e estrutural nos tópicos temáticos, principalmente nas tendências de ensino de CN&T que priorizam as relações entre CTS (que é a orientação dos PCN-CN). O outro conceito é escala que enquadra os eventos estudados nas mais distintas dimensões abordando unidades, relações matemáticas entre as grandezas, calor, temperatura, massa, calor específico, por exemplo. Nas atividades experimentais de CN&T, mesmo nas SIEF, é sempre recomendável

avaliar quantitativa-mente as transformações e regularidades, medindo por exemplo, temperatura, volume, massa da água fervente, assim como calcular sua densidade que a caracteriza. Além disso, é desejável evidenciar a regularidade na temperatura da água quando muda de estado.

Os conceitos unificadores podem aproximar também as "diferentes ciências" dos cientistas, dos currículos, dos professores e dos alunos, preservando os níveis de formação e cognição. Assim poderemos estreitar vínculos entre "cientistas, professores e estudantes" no escopo escolar, para que se estabeleçam interações entre estudantes, professores e comunidade escolar (principalmente os pais de nossos estudantes).

Esse diálogo-problematizador, contextualizado por temas e estruturados por conceitos unificadores, tem o intuito de fazer com que os "conteúdos" sejam definidos por temáticas significativas. Tanto do ponto de vista da CN&T, como da sociedade da qual fazem parte estudantes, professores e comunidade escolar.

A meta maior desta estruturação curricular, temática e conceitual unificadora, é que as CN&T possam se tornar instrumento real de exercício para qualquer profissão ou atividade da cidadania, inclusive para que o nível de cultura científico-tecnológica seja mais partilhado. Em síntese, aposta-se nesta estruturação para enfrentar a problemática fragmentos e totalidades, em especial na educação em CN&T nas SIEF (GRABAUSKA, 1999, ANGOTTI 2001, DELIZOICOV 2002).

Exercício de compreensão: Por que se faz necessário um ensino de CN com ênfase em temas e conceitos unificadores? (prioritário)

**Atividade - B.7**

- 1) Quais os temas transversais, eixos temáticos e conceitos unificadores indicados para o trabalho em CN&T nas SIEF?
- 2) Em qual(is) tema(s) transversal(is) e eixo(s) temático(s) dos PCN-CN você abordaria o fenômeno da chuva?

DA: Defina um Tema Gerador e o(s) conceito(s) unificador(es) que pode(m) ser trabalhado(s) a partir do tema escolhido.

AULA- Redes Conceituais

DI: Descreva uma aula de CN&T vivida por você nas SIEF, explicitando os temas e conceitos científico-tecnológicos.

MSEM: Organização conceitual da melhor solução educacional do momento

Observando a escolaridade brasileira constatamos o quanto é carregada de conteúdos escolares. Na prática, nem sempre o programa escolar é sempre cumprido. Apesar disso, poderíamos dizer que as aulas de CN&T são bastante vazias de conteúdos culturais. A diferença entre um e outro está nos "saberes que importam saber". O que fica fora das temáticas ar, água e solo na área de CN&T? Realmente esse é um bom critério organizador das atividades escolares? São essas as três temáticas prioritárias desta área para as SIEF?

Conteúdos escolares se impõem de tal forma que se instalam e se mantêm como

"paradigmas de ensino", mesmo distantes dos paradigmas de pesquisa (CN&T é diferente de Ensino em CN&T). Referem-se, na maioria das vezes, a CN&T dos séculos passados, quando não à época anterior. Ficam limitados pelo ensino-aprendizagem e carregam marcas ideológicas, embora pouco reconhecidas pelos professores e alunos nas aulas de CN&T.

Devido a isso, torna-se necessário descentrar a discussão de conteúdos para conceitos. Inclusive, se forem universais, esses últimos potencializam transformações escolares. A questão é: como organizar "unidades estruturadas do saber", ordenando-as segundo a perspectiva das políticas públicas educacionais (PCN-CN) e do trabalho escolar implementado nas aulas de CN&T? Em outras palavras: como elaborar, no segundo momento dialógico-problematizador (tendo em vista a perspectiva didática-metodológica dos três momentos pedagógicos) os "conjuntos dos assuntos essenciais", priorizando o que é fundamental e secundarizando o que é suplementar? Convém lembrar, que os conteúdos escolares sagrados, fragmentados e encerrados em "garrafas do saber", limitam a prática escolar e impedem o desejado "trânsito cidadão" entre as instâncias das nossas vidas. Trânsito entre os mundos da vida e o da escola.

Um dos componentes do trabalho escolar é a organização conceitual das unidades estruturadas do saber. Na realização dessa tarefa, podemos construir diagramas conceituais, assumindo-os como recursos didáticos. Redes conceituais têm sido utilizadas como diagramas gráficos hierárquicos (explicitadores das organizações didático-metodológica, estrutural e conceitual) de uma

solução escolar momentaneamente esboçada, tendo em vista um desafio educacional inicialmente colocado para os alunos.

A melhor solução escolar, num determinado momento, pensada e escrita como uma rede conceitual, pode gerar e sustentar um diálogo-problematizador. Esta possibilidade transformará a prática docente num ensino-investigativo.

Uma boa rede conceitual precisa explicitar: conceito(s) fundamental(is) no centro ou na parte superior (para uma hierarquização radial ou vertical) e ligações conectando relações

conceituais diretas e indiretas (secundárias). Convém esclarecer que não existe na bibliografia educacional indicação de uma única maneira de esboçar uma rede conceitual. Contudo, um professor que se pretenda investigador ativo precisa saber organizar conceitualmente sua aula de CN&T (ANGOTTI, 1991; DE BASTOS, 2001).

Abaixo apresentamos um exemplar de rede conceitual da aula 6, cujo planejamento está disponível na Unidade 1.

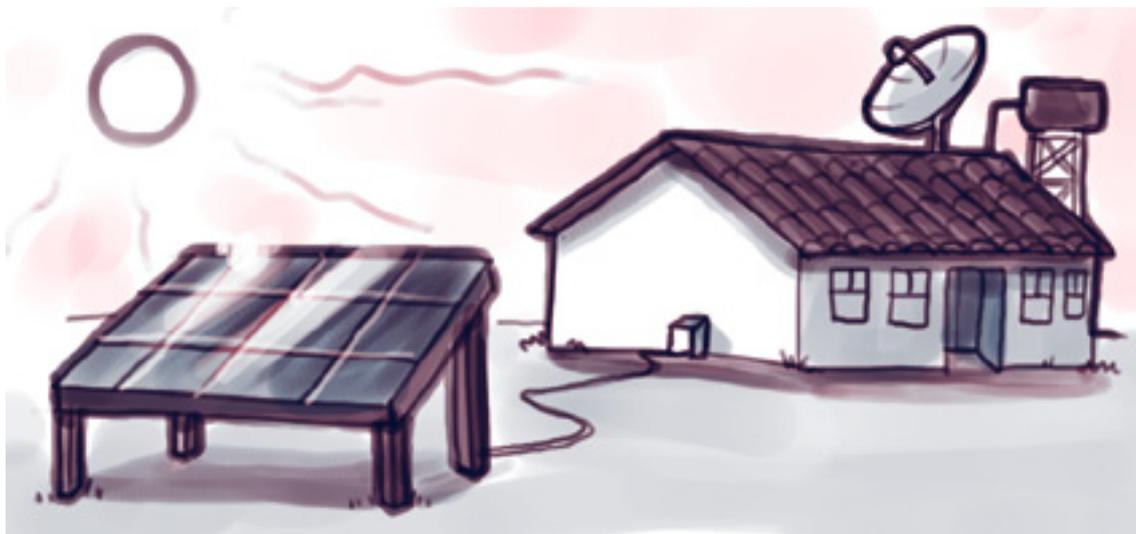


Figura B.5

Rede Conceitual do texto "Caixas de leite podem proteger telhados" de Ferreira, 2002.

Para saber mais sobre "Melhor Solução Escolar" consulte a aula 19 deste caderno didático.

Exercício de compreensão: O que uma boa rede conceitual precisa explicitar? (prioritário)

Atividade - B.7

- 1) De que forma têm sido utilizadas as redes conceituais?
- 2) Em que momento da aula de CN&T ela pode ser trabalhada?

DA: Elabore uma rede conceitual da aula 7 (trabalhada na Unidade 1, item 1.1) que aborda "cadeia alimentar".

5 Métodos e técnicas e ensino

AULA - Três Momentos Pedagógicos Dialógico-Problemáticos

DI: Descreva situações vividas nas SIEF, em suas aulas de CN, em que aconteceu, em alguns momentos, o diálogo entre seus colegas e professores.

MSEM:

"Momentos Pedagógicos Dialógico-Problemáticos: sendo desafiado nas aulas"

Implementar uma prática de ensino-investigativa requer uma organização do trabalho escolar que ocorre na sala de aula. Pode ser em uma, quatro, ou até mesmo de um quarto de hora (quinze minutos). Sempre temos organizado a prática escolar por desafios dialógico-problemáticos com nossos alunos. Com isso, privilegiamos o diálogo-problemático em detrimento da exposição, transmissão e repasse de informações, mesmo que sejam conceituais e recortadas por temáticas. Consolidamos, assim, nos espaço e tempo escolares o diálogo com quem colabora conosco na prática escolar. A meta é sempre ir desafiando, sendo desafiado e problematizando situações, tendo como objeto mediador o conhecimento científico-tecnológico, em especial o escolar (algumas vezes materializado em artefatos tecnológicos conhecidos), previamente tematizado pelo professor.

Iniciamos sempre nossos encontros presenciais (que já carrega consigo, na maioria das vezes, um recorte temático da área das

CN&T) com um Desafio Inicial (DI) na forma de problema a resolver (por exemplo, como o escrito no início desta aula). Nesta etapa não fornecemos respostas às dúvidas que possam surgir, nesse fazer inicial dos estudantes. O importante para nós professores, inclusive em termos de formação investigativa, é investigar as visões de mundo de nossos alunos, buscando saber o que e como pensam durante a tarefa de resolução do desafio colocado.

Para sustentar esse diálogo inicial, muitas vezes temos usado a estratégia didático-metodológica de explicitar o significado que tem para nós professores o desafio proposto (visto que foi elaborado por nós, antes mesmo do encontro). Problematicamos, assim, os entornos da situação desafiadora, com o intuito de envolver, da melhor forma possível, os estudantes na busca da solução para o desafio colocado. Além disso, investigamos o espectro dos interesses explicitados pelos estudantes, direcionando as temáticas de CN&T para o "foco que interessa" e seus "saberes que importam saber" (com potencial de guiar e transformar a prática escolar). É fundamental, nesta etapa, envolver ativamente os estudantes na resolução do desafio inicial, pois, caso fiquem passivos, perde-se o caráter desafiador da aula. E o que é pior: perde-se o caráter gerador do tema abordado.

No momento seguinte, problematicamos nossa organização didático-metodológica, sob a forma de conhecimentos escolares ou "conteúdos conceituais". É o que denominamos de Melhor Solução Escolar no Momento (MSEM) para o desafio esboçado inicialmente.

Priorizamos aqui, os centros das contradições explicitadas pelas visões de mundo dos estudantes (diagnosticadas por nós no momento anterior), tensionando as soluções apresentadas com os conhecimentos científico-tecnológico produzido e disponível. Organizamos este tensionamento com heurísticas problematizadoras, sempre tendo em vista a resolução da situação-problema colocada inicialmente.

Tensionar as visões científico-tecnológicas e cotidianas é fundamental para viver rupturas cognitivas e superar, no escopo da conscientização, as situações-limite vividas. Entendemos a escolaridade como uma aproximação com o conhecimento. Do ponto de vista dialógico-problematizador, mudanças impostas pouco influenciarão nos modos de vida. É preciso viver a potencialidade científica-tecnológica para optar. Problematizar as unidades estruturadas do saber e organizar uma boa rede conceitual do tema, estruturada com conceitos unificadores e conceitos das áreas de CN&T é tarefa do professor na escola, que auxilia nas opções a favor do conhecimento.

Para finalizar o encontro presencial, propomos um Desafio mais Amplo (DA), não necessariamente solúvel, com o intuito de avaliar processualmente na aula a universalidade, validade e limitação do conhecimento científico-tecnológico abordado. Para além disso, potencializa a avaliação do empreendimento científico-tecnológico como produto histórico de determinada época da humanidade. Colocamos, assim, os estudantes diante de desafios, cuja solução, se mediadas pelo conhecimento científico-tecnológico produzirá transformações, balizando seus modos de vida e suas visões de mundo. Do ponto de vista didático-

metodológico, isso pode auxiliar o professor no replanejamento das próximas aulas.

Nos cursos de modalidade presencial (que não é o caso desse) propomos, ainda, ao final do encontro uma Tarefa Extraclasse (TE), além desses três momentos pedagógicos. Ou seja, propomos um tema de casa, ao final de alguns encontros presenciais. Ao fazermos isso, estamos assumindo que as horas do tempo escolar (didático) são muito escassas. Essas tarefas escolares podem propiciar um movimento retrospectivo no processo escolar, fazendo com que os alunos retomem os conceitos abordados no encontro presencial (DEEUA, 2002 In: MALLMANN, 2004).

O processo de escolarização não se faz somente no período escolar (presencialmente). Assumimos que são necessárias para o desenvolvimento dos alunos, tarefas escolares envolvendo os conceitos científicos e tecnológicos apreendidos na escola e que devem ser realizadas também no período em que se encontram fora dela. Ao fazê-las em suas casas, os alunos envolverão seus pais ou responsáveis, explicando o que e porque estão fazendo determinada tarefa. Assim, estarão estendendo e problematizando os conhecimentos apreendidos na escola para suas vidas cotidianas.

Conforme já dissemos acima, uma das razões para se propor TE consiste no fato de que estas podem ajudar os estudantes a recuperar e praticar o que aprenderam na aula (MALLMANN, 2004). Nesse sentido, parece sustentável organizar as TE como atividades escolares que permitam a retomada dos conceitos abordados nos encontros presenciais. Isso aumenta o potencial reflexivo dos alunos em relação ao implementado presencialmente.

Assim, os resultados do último momento (DA) mais a TE, são considerados estratégias avaliativas do processo escolar.(ABEGG, DE BASTOS e MALLMANN, 2001 e ABEGG, 2004)

Exercício de compreensão: Conforme o texto apresentado, o que é: DI, MSEM e o DA? (prioritário)



Atividade - B.8

- 1) O que significa pautar a prática escolar por desafios dialógicos-problematizadores?
- 2) O DA necessariamente é solúvel?

DA: Faça um planejamento para uma aula de CN&T nas SIEF, segundo os três momentos pedagógicos, contemplando o eixo temático Recursos Tecnológicos dos PCN-CN.

AULA -- Estratégia didático-metodológica: resolução de problemas

DI: Descreva um problema resolvido por você nas aulas de CN nas SIEF.

MSEM:

Resolução de Problemas

Considerando que a maior parte de nossa escolarização aconteceu através de métodos em que predominavam a transmissão de conhecimentos, torna-se importante discutir essa questão com futuros professores e trabalhar com estes estratégias didático-metodológicas que superem esse modelo de ensino. Sendo assim, acreditamos que é possível sair de um

modelo de repasse de conhecimentos e chegar a situações de aprendizagem tendo como procedimento didático-metodológico a Resolução de Problemas (RP).

Para Bachelard (1996), todo o conhecimento se origina de um problema, mas é preciso saber formulá-lo, pois não se formula um problema de forma espontânea. Para o espírito científico, todo o conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. O ser humano movido pelo espírito científico precisa saber para responder melhor.

Portanto, os procedimentos didático-metodológicos, no processo de ensino-aprendizagem, procuram instigar a pergunta, aguçar a curiosidade epistemológica, a formulação de problemas e a resolução destes. Afinal, sem curiosidade, que nos torna seres de "pergunta bem feita", não haveria atividade gnosiológica, que nos movimentasse para o ato de conhecer (FREIRE, 1995).

Podemos definir problema como uma situação, quantitativa ou qualitativa, que requer uma solução. Nesse sentido, assumimos que nem sempre conhecemos os meios ou caminhos necessários para obtê-la. Conseqüentemente, resolver um problema, sempre consiste em encontrar um caminho (heurística) que não conhecemos. Ou seja, encontrar uma saída para uma situação difícil, para um obstáculo, para um objetivo desejado que não foi ainda alcançado pelos meios que temos (POLYA apud GIL et al 1992).

No entanto, resolver problemas escolares de maneira mecânica (não reflexiva), seguindo um roteiro pré-determinado ou fórmulas (algoritmo), pouco contribui para o ensino-

aprendizagem de forma significativa. Entende-se a aprendizagem significativa como um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento. Ou seja, essa nova informação ancora-se em conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva de quem aprende. (AUSUBEL apud MOREIRA, 1982).

Portanto, a atividade escolar implementada de forma mecânica proporciona pouco envolvimento para uma ação investigativa. Além disso, pouco considera o contexto vivido, não priorizando a análise de resultados, nem a relevância do tema trabalhado para a compreensão e transformação da realidade local.

A alternativa didática para a RP é a busca de respostas através de estratégias investigativas e tratamento científico para encontrar as soluções. Isso requer contemplar ações práticas e coerentes, resultando em aprendizagem significativa. As estratégias sugeridas nos trabalhos dos pesquisadores em ensino de CN&T, contemplam procedimentos como: compreensão da situação-problema, formulações de hipóteses, comparações, descrições, fundamentação conceitual, análise, argumentação, organização de possíveis soluções e representações que auxiliarão na busca da(s) resposta(s). Tais procedimentos constituem-se em situações de ensino-investigação-aprendizagem (SOUZA, 2004).

A RP pode se tornar um procedimento didático-metodológico que envolva o aluno e o professor em uma investigação com estratégias que demandam saberes e habilidades diversos para encontrar as respostas e/ou soluções. O que, em termos escolares, é de grande valor formativo.

O fundamental é termos clareza que o diálogo-problematizador, elaborado conceitualmente por Freire em sua pedagogia libertadora, precisa ter como objeto problemas a resolver. Logo, contrariamente o que vivemos em nossa escolaridade tradicional, o que importa é ensinar e aprender, com nossos alunos, a problematizar (elaborar problemas com os códigos das CN&T) fenômenos, situações e sistemas tecnológicos e, não apenas, solucionar problemas previamente elaborados e dispostos nos materiais didáticos presentes nas escolas (MAZZARDO, 2005).

Dessa forma, problematizar situações-problema como a falta de chuva na macro-região sul em alguns anos passados, implica em contemplar explicitamente temáticas definidas pelos PCN-CN e estruturar a atividade de RP pelos conceitos unificadores. Acredita-se que assim, os alunos aprendam os caminhos didáticos-metodológicos, dialogando sobre a rede conceitual priorizada.

Exercício de compreensão: Resolver problemas de maneira mecânica contribui na aprendizagem? (prioritário)

Atividade - B.9

- 3) Conforme o texto, como é definido "problema"?
- 4) Qual(is) a(s) orientação (ões) didático-metodológica(s), segundo os PCN-CN para a RP em CN&T?

DA: A dificuldade dos alunos em atividades de RP, em especial em CN&T, pode estar ligada apenas a aspectos didático-metodológicos?

AULA - Abordagem Problematizadora no Ensino de CN&T

DI: Descreva como eram resolvidos por você os exercícios das aulas de CN&T nas SIEF.

MSEM:

A abordagem problematizadora no ensino de CN&T

Os conteúdos de C&T a serem trabalhados, mesmo no nível escolar das SIEF, precisam ser apresentados como um problema a ser resolvido. Assim o professor estará promovendo a desestabilização dos conhecimentos prévios, criando situações em que se estabeleçam os conflitos necessários para a aprendizagem. Poderá fazer isso, colocando para os alunos um problema relacionado com as CN&T e vinculado à realidade concreta, cuja resolução passe por coletar novas informações, retomar seu modelo de pensamento e verificar o limite dele (BRASIL, 1997b).

Para isso, o professor deve aprender a distinguir quais questões: são problemas para si próprio, tem sentido em seu processo de aprendizagem das CN&T e terão sentido para os alunos; ou seja, precisa aprender a distinguir entre as questões que de fato mobilizam a aprendizagem -- um problema com potencial gerador -- daquelas que produzem, mesmo sem intenção, a passividade.

Uma questão só é um problema quando os alunos participam da conscientização de que seu modelo não é suficiente para explicá-lo. A partir de então, elaboram novos modelos mediante investigações e confrontações de idéias orientadas pelo professor (BRASIL,

1997b). Portanto, a abordagem problematizadora no Ensino de CN&T busca promover não apenas uma mudança conceitual, mas também, um envolvimento produtivo nas aulas. Ao elaborar e solucionar problemas, os alunos compreendem quais são as idéias científico-tecnológicas envolvidas e praticam vários procedimentos. Podem utilizar diferentes domínios de idéias em diferentes situações, desenvolvendo-se desde o início da escolaridade no âmbito das CN&T.

Entendemos problema escolar como algo - um fato, uma situação, uma colocação -- que não se pode resolver automaticamente com os mecanismos usuais, mas sim com a mobilização de diversos recursos intelectuais. Portanto, trata-se de investigar, no escopo teórico-prático, como os conhecimentos de CN&T podem se tornar estruturantes numa abordagem problematizadora.

Tendo o entendimento de que situações-problema são aquelas que apresentam dificuldades e para as quais não se tem respostas prontas, torna-se necessário assumir uma conduta de investigação no escopo da escolaridade inicial. Portanto, podemos dizer que a abordagem problematizadora no Ensino de CN&T é um processo potencializador de elaboração e resolução de problemas por meio da investigação.

Para desencadear um processo escolar investigativo em CN&T, faz-se necessário que os sujeitos escolares tomem para si suas atividades, de maneira que estas se tornem seu problema, para então estimulá-los à elaboração de hipóteses e ao desenvolvimento de estratégias de problematização. No processo de levantamento de hipóteses e desenvolvimento

de estratégias problematizadoras, cabe ao professor conduzir o processo, o que implica na sua participação ativa.

Para isso, apresentamos uma estratégia de ensino em CN&T como investigação dirigida pelo professor em quatro etapas. A meta é orientar o ensino-aprendizagem para a construção de conhecimentos científico-tecnológicos, tratando de situações-problema abertas (sujeitas a mais de uma resposta). Inicialmente propor situações-problema relacionadas com CN&T que -- leve em conta idéias, visões de mundo, habilidades e atitudes dos alunos -- gerando interesse e proporcionando uma compreensão preliminar da tarefa escolar a realizar. A seguir, propor a eles um estudo qualitativo das situações-problema apresentadas, destacando as decisões para limitar problemas precisos (ocasião que se começa a explicitar funcionalmente suas idéias) e a conceber um plano de trabalho escolar em CN&T para seu tratamento. Daí para frente, é preciso orientar o tratamento científico e tecnológico dos problemas elaborados, o que implica: emissão de hipóteses, incluindo invenção e aprendizagem de conceitos científico-tecnológicos e elaboração de modelos, elaboração de estratégias didático-metodológicas (incluindo, em alguns casos, atividades experimentais, atividades de resolução de problemas com meios tecnológicos informáticos, atividades de pesquisa bibliográfica orientada na Internet, entrevista individual e coletiva, etc...) para a constatação das hipóteses à luz dos conhecimentos que se dispõe, realização das estratégias e a análise dos resultados, considerando as predições das hipóteses

estudando sua coerência com o corpo dos conhecimentos científico-tecnológicos (isso pode resultar em ocasiões de conflito cognitivo entre distintas concepções). Finalmente, propor o uso reiterado dos novos conhecimentos científico-tecnológicos em várias situações, para tornar possível o aprofundamento e a fundamentação deles, pondo ênfase especial nas relações CTS que marcam o desenvolvimento social. Isso favorece, em particular, as atividades de síntese (esquemas, memoriais escritos, resumos, redes conceituais...), elaboração de produtos e a concepção de novos problemas.

Assim, o aprendizado em CN&T é concebido não como uma simples mudança conceitual, mas sim escolar. Afinal envolve mudanças nos planos metodológicos e atitudinais, resultando em integração entre teorias, práticas e problemas, num processo único de construção de conhecimentos de CN&T (CARVALHO e LIMA, 2002; GARCIA & GARCIA, 1989 GIL PERÉZ e outros, 1999; ABEGG, 2005).

Exercício de compreensão: Qual a estratégia de ensino em CN&T para uma aprendizagem como investigação dirigida, apresentada no



Atividade - B.10

Atividades:

- 1) Segundo o texto, quais as diferenças entre uma questão e um problema?
- 2) O que é necessário para desencadear um processo investigativo nas aulas de CN&T?

texto? (prioritário)

DA: Associe esta estratégia de ensino de CN&T à organização didático-metodológica dos Momentos Pedagógicos Dialógico-Problematizadores.

AULA - Heurística de Resolução de Problemas

DI: Descreva passo a passo como seus professores de CN&T e Matemática nas SIEF resolviam os problemas em aula.

MSEM:

Construindo uma Heurística Problematizadora

Trabalhar a elaboração e a resolução de problemas (problematização) como estratégia integradora do ensino de CN&T permite priorizar em aula uma visão integrada dos fenômenos científico-tecnológicos, superando a visão fragmentada e isolada. Desenvolver a capacidade de aprender para que haja condições de adaptar-se a mudanças tanto culturais, tecnológicas como sociais, são alguns dos objetivos das políticas públicas educacionais (PCN-CN). Trabalhar a elaboração e resolução de problemas como uma atividade didático-metodológica de ensino-aprendizagem em CN&T pode constituir-se em conteúdos escolares, como também num modo de conceber as atividades.), O ensino de CN&T baseado na problematização supõe fomentar o domínio de procedimentos para responder a situações distintas e mutáveis. Ensinar e aprender com situações-problema consiste, não apenas em ensinar-aprender estratégias eficazes, mas também em criar o hábito e a atitude de

encarar o ensino-aprendizagem como um problema para o qual se tem que construir respostas.

Assim, torna-se necessário explorar adequadamente as situações-problema e não elaborar um grande número de problemas escolares, que na maioria das vezes representam variações de um mesmo caso. A eficiência escolar pode estar no ensinar-aprender problemas e soluções paradigmáticas e a lógica das suas possíveis variações. Ou seja, contribuir para que se integrem aspectos e procedimentos gerais em suas estruturas cognitivas. É preciso ensinar-aprender a elaborar e resolver problemas, escolhendo os melhores exemplares didáticos.

As experiências de sala de aula, tanto nos mostram que não podemos nos ater à idéia de transmissão unilateral, como nos encaminham a desenvolver estratégias didático-metodológicas que ultrapassem esta concepção tradicional. Ou seja, a resolução tradicional de problemas apenas reforça a aprendizagem superficial, não estimulando a compreensão e pouco contribuindo para que os alunos desenvolvam habilidades escolares úteis.

Desta forma, consideramos que uma heurística problematizadora precisa potencializar maior reflexão e compreensão da situação-problema, promovendo um plano para a ação e uma análise sobre o feito. Diante do que expomos, é fundamental que os sujeitos escolares: explicitem seus modelos na resolução, trabalhem em pequenos grupos, manuseiem problemas que exijam uma análise para sua resolução e utilizem representações diferentes, expliquem seus procedimentos na resolução de um problema, se resolvam o

mesmo problema com uma abordagem diferenciada, questionem para explorar os limites de conhecimento dos alunos, comparem e resolvam problemas não numéricos, evitem simplificar o problema, explorando-o nas possibilidades para não favorecer confusões e generalizações errôneas, utilizem situações familiares, reflitam sobre o processo de resolução e que dialoguem sobre o processo de ensino-aprendizagem problematizador.

Passamos a apresentar os passos da heurística problematizadora que desenvolvemos para sistematizar e guiar, didático-metodologicamente, o trabalho de ensino-aprendizagem em CN&T: 1º Passo: Transformação do Enunciado -- Esta etapa deve ser cuidadosa, procurando destacar o que se tem e o que se quer. É por meio do enunciado que tomamos contato com as 'condições de partida' do problema e temos conhecimento das metas a serem atingidas, 2º Passo: Hipóteses -- São geradas a partir da relação entre a situação-problema e a estrutura cognitiva, 3º Passo: Dados - São apresentados em forma de sistemas de unidades. Algumas vezes, pode ser interessante efetuar, de imediato, as transformações necessárias para se ter uma idéia mais clara das intensidades relativas das grandezas envolvidas, ou para evitar possíveis esquecimentos, 4º Passo: Variáveis -- Representam o que pretendemos determinar, a incógnita, o que se deseja atingir com as informações disponíveis, 5º Passo: Figuras/ esquemas -- É para visualização e delineamento da situação-problema (desenho ou diagrama). O objetivo é de evitar abstrações desnecessárias que podem ser prejudiciais ao desenvolvimento, 6º Passo: Rede Conceitual - Estrutura-se uma

rede definindo por ordem de prioridade os conceitos científico-tecnológicos envolvidos e que são fundamentais para a resolução do problema, 7º Passo: Resolução - É o momento de desenvolver o problema literalmente, fazendo os cálculos e as substituições numéricas, ou seja, a resolução propriamente dita, 8º Passo: Conferência - Serve para certificar-se de que os passos executados sejam válidos e que a solução apresentada tenha sentido. É o exame da solução encontrada, um retrospecto da resolução completa, 9º Passo: Registro -- Precisa ser realizado por escrito, destacando os 'pontos-chave' do processo de resolução realizado. Cabe, portanto, explicitar a compreensão da(s) teoria(s) científica(s)-tecnológica(s) que foi(ram) fundamental(is) e 10º Passo: Interpretação -- É o momento em que reexaminamos o resultado final, analisando criticamente o resultado encontrado à luz das hipóteses elaboradas.

Um ensino de CN&T, priorizando a elaboração e resolução de problemas, torna possível incrementar o processo de ensino-investigação-aprendizagem, enfatizando as relações CTS atuais. Isso potencializa, não apenas a familiarização com os procedimentos de acesso às informações científico-tecnológicas disponíveis, mas também o desenvolvimento cognitivo para problematizar o cotidiano e o universal (ABEGG e DE BASTOS, 2005; COSTA e MOREIRA, 1997; SOUZA, 2004 e VÁSQUEZ, 2004).

Exercício de compreensão: O que o ensino de CN&T problematizador precisa fomentar nos alunos? (prioritário)

 **Atividade - B.11**

- 1) Como uma heurística problematizadora pode potencializar a reflexão e a compreensão no processo de ensino-aprendizagem em CN&T?
- 2) De que maneira esta perspectiva de ensino pode auxiliar os estudantes a elaborarem e resolverem problemas práticos cotidianos?

DA: Analise os passos da heurística e classifique-os segundo os Momentos Pedagógicos Dialógico- Problematizadores.

AULA - Jogos didáticos no Ensino de CN&T

DI: Descreva uma aula de CN&T nas SIEF que você aprendeu jogando.



Vincius da SA Memezas

Figura B.6

MSEM:

Jogos Didáticos nas aulas de CN&T

Aprender não é um processo mecânico, repetitivo, de fazer sem saber o que e porque faz. O processo de ensino-aprendizagem em CN&T precisa propiciar ao aluno competências para raciocinar, compreender, reelaborar o saber historicamente produzido, para, assim, superar sua visão ingênua, fragmentada e parcial da realidade.

As dificuldades encontradas por alunos e professores no processo de ensino-aprendizagem em CN&T são bastante conhecidas. Por um lado, muitas vezes o aluno não consegue entender os conceitos científico-tecnológicos que estão sendo ensinados, enquanto o professor, por outro lado, consciente de que não consegue alcançar resultados satisfatórios, procura inovações que possam melhorar e transformar este quadro.

As pesquisas no ensino de CN&T têm buscado alternativas para a superação de tais obstáculos presentes no processo de ensino-aprendizagem. Uma alternativa apontada pela área é a inserção de jogos didáticos nas aulas. Este recurso tem sido avaliado com potencialidades para auxiliar no ensino-aprendizagem de conceitos de CN&T.

A mediação dos jogos nas aulas de CN&T nas SIEF tem como objetivo, fazer com que os alunos gostem de aprender os conteúdos em questão. Afinal tem potencial para mudar a rotina do processo escolar e despertar o interesse dos envolvidos. Segundo os PCN, além de ser um objeto sócio-cultural em que os conteúdos escolares estão presentes, o jogo é uma atividade que contribui para o desenvolvimento dos processos psicológicos

básicos. Por meio dos jogos, as crianças não apenas vivenciam situações que se repetem (regularidades), mas aprendem a lidar com símbolos (códigos) e a pensar por analogias. Ao criarem essas analogias, tornam-se produtoras de linguagens, criadoras de convenções, capacitando-se para submeterem-se às regras e dar explicações (lógica das CN&T).

De acordo com os PCN, um aspecto relevante nos jogos é o desafio, que eles podem provocar no aluno, gerador de interesse e prazer. Por isso, é essencial que os jogos façam parte da cultura escolar em CN&T, cabendo ao professor analisar e avaliar a potencialidade educativa dos diferentes jogos e o aspecto curricular que se deseja desenvolver.

Alguns autores afirmam que a inserção de jogos nas aulas de CN&T pode diminuir os bloqueios (obstáculos) apresentados por muitos alunos que temem e sentem-se incapacitados para aprender. Afirmam ainda que, dentro da situação de jogo é impossível uma atitude passiva, mobilizando os alunos a apresentarem um melhor desempenho frente aos processos de ensino-aprendizagem, inclusive em CN&T.

As situações de jogo são consideradas parte das atividades pedagógicas, justamente por serem estimuladores do desenvolvimento sócio-educativo. A mediação dos jogos nas aulas de CN&T não só possibilitam à criança construir relações qualitativas, lógicas, aprendendo a raciocinar e questionar, como também, priorizam a interação dialógico-problematizadora entre as crianças e professores.

A utilização dos jogos didáticos favorece uma participação ativa e cidadã na construção e aquisição dos conhecimentos científico-tecnológicos nas aulas. Para isso, os jogos

precisam priorizar situações-problema e conflitos sócioeducativos, além de serem organizados e implementados segundo uma pedagogia dialógico-problematizadora. Dessa maneira, podem romper com a abordagem didático-metodológica que fragmenta os objetos escolares.

Assim, poderão auxiliar no rompimento das práticas da memorização e transmissão de informação, ainda muito presente nas aulas de CN&T nas SIEF. Trata-se, pois, de propor o jogo como recurso didático-metodológico mediador do processo ensino-aprendizagem, dando-lhe um caráter dialógico-problematizador e estimulando condutas reflexivas para os professores e alunos. Nesta perspectiva, trazendo o jogo para as aulas de CN&T, estaremos contribuindo para que o processo escolar seja relevante para o desenvolvimento dos sujeitos cognoscentes envolvidos ativamente. (ABEGG, DE BASTOS e SAITO, 2005; KRAETZIG e AMORIN, 2001).

Exercício de compreensão: Segundo o texto, quais as potencialidades dos jogos didáticos no ensino de CN&T nas SIEF? (prioritário)



Atividade Final

- 1) O que os jogos didáticos precisam contemplar para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem em CN&T?
- 2) Os jogos didáticos garantem, por si só, o rompimento das atitudes passivas dos alunos? Por quê?

DA: Escolha ou crie um jogo didático que contemple temas de CN&T nas SIEF (elabore a rede conceitual correspondente para explicitar os conceitos priorizados).

UNIDADE

C

CORRENTES EPISTEMOLÓGICAS

Objetivos da Unidade

- Analisar e discutir materiais didáticos.
- Elaborar, implementar, avaliar e redimensionar propostas didático-metodológicas de Ciências Naturais e suas Tecnologias nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental.

Introdução

Nesta terceira unidade, composta por duas subunidades e dez aulas, apresentamos e analisamos as Correntes Epistemológicas do Ensino de Ciências Naturais e suas Tecnologias (CN&T), desenvolvidas nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental (SIEF) da escolaridade

básica. Observe que sempre destacamos nas atividades curriculares as orientações das políticas públicas educacionais, a organização conceitual e os procedimentos didático-metodológicos implementados.

1 Principais correntes epistemológicas

AULA - Concepções de Ciências Naturais

DI: Descreva o conduta do aluno no processo escolar em CN&T.



Figura C.1

MSEM:

Concepção empirista/indutivista

Os PCN enfatizam que a prática de todo professor, mesmo de forma inconsciente, sempre pressupõe uma concepção de ensino-aprendizagem que determina sua compreensão dos papéis dos sujeitos escolares, da metodologia, da função sócioeducativa da escola e dos conteúdos a serem trabalhados. Dizer que toda prática docente carrega consigo, concepções de mundo, de ser humano, enfim, de ciência na qual o professor acredita e conseqüentemente defende, seja esta defesa consciente ou não, é dizer o que todos já sabemos (BRASIL, 1997a).

Resultados de pesquisa realizada com professores que atuam nas SIEF mostram que as concepções de ciências desses professores se dividem em: empirista/positivista, uma visão mais atual que seria a apresentada pelos PCN e aqueles que misturam estas duas concepções (DE ALMEIDA, BASTOS e MAYER, 2001). Outros trabalhos (HARRES, 1998; MONTEIRO e TEIXEIRA, 2001) também mostram que a concepção predominante entre os professores deste nível escolar é a empirista/indutivista. Mas o que é a concepção empirista/indutivista?

A corrente empirista tem sua fundamentação em Francis Bacon, no início do século XVII. O principal objetivo consistia em estabelecer um

método rigoroso de elaboração de conhecimento. A validade do conhecimento construído deveria estar apoiada, necessariamente, em dados empíricos obtidos pela experiência sensível. Assim as teorias derivadas dessa observação se tornavam inquestionáveis.

Para os empiristas, o conhecimento precisaria ser acumulativo, sistemático, ativo e fecundo em resultados práticos. No livro "Novum Organum" está explicitado um sistema de regras de pesquisa. Ou seja, "um método" de sistematização e padronização da observação e da experimentação capaz de proporcionar uma modalidade de conhecimento provedora do controle instrumental sobre as realidades pesquisadas. O registro dos fatos naturais observados é a matéria prima indispensável para o método indutivo (BACON, 1979).

Para se chegar ao conhecimento correto da natureza e descobrir os meios de torná-lo eficaz, seria necessário ao pesquisador libertar-se daquilo que Bacon chama "ídolos". Ou seja, dos equívocos que levam a noções falsas. Portanto, o sujeito precisa despir-se de toda e qualquer concepção prévia. Os conhecimentos do senso comum tornavam-se um empecilho para uma observação, pois os sentidos podem ser facilmente enganados. Conseqüentemente, o processo de observação precisa estar atento para as limitações dos sentidos ou hábito de acreditar cegamente. Para isso, Bacon (1979), propõe que se manipule corretamente as regras do método garantindo a geração de conhecimento. Isso eliminaria as diferenças individuais de habilidades e capacidades.

Podemos ver isso afirmado no aforismo

122: "nosso método de descoberta das ciências simplesmente iguala a capacidade de imaginação criativa exibida pelos diferentes indivíduos, não havendo como estabelecer superioridades, uma vez que tudo alcança pelo emprego das regras mais indefectíveis e das mais certas demonstrações"(BACON, 1979, p.82).

Segundo Harres (1998), o método empírico/indutivista tem dois lados: considera-se o único válido para se obter conhecimento e coloca, inicialmente, nos fatos observacionais -- especialmente na extensão de sua coleção - - o critério para avaliar a veracidade de uma teoria. Convém destacar que, as observações e experiências merecedoras de crédito são apenas aquelas que podem ser repetidas (coleccionadas).

Para sistematizar a concepção empirista/indutivista reportamos ao que Pinho Alves (2000, p.179) coloca: "Bacon tem, na natureza, a fonte para a realização de observações que permitem a coleta e registro de dados sobre os fenômenos físicos a serem estudados. A ela o investigador deveria se dirigir "puro", sem preconceitos (entenda-se hoje, sem uma pré-teoria), para fazer suas observações. Destas observações seriam produzidas tabelas a partir dos dados coletados, procurando pontos comuns ou coincidentes que, através da indução, finalmente levassem ao enunciado de teorias ou leis mais gerais. Este procedimento proposto por Bacon nada mais é que um método experimental que ficou conhecido por empirismo/indutivismo"(grifos nossos).

Este método experimental era caracterizado por um processo único de produção do conhecimento e independente do contexto,

que pode ser resumido na seguinte seqüência de passos: a) observação; b) generalização indutiva; c) elaboração de hipóteses; d) experimentação e e) conclusões, comprovação ou não. Ao final, teríamos como resultado o conhecimento objetivo.

Exercício de compreensão: Caracterize a concepção empirista, segundo o texto. (prioritário)

DA: Podemos dizer que o aforismo 122 é uma proposta de inclusão educacional? Por quê?

Atividade - C.1

- 1) Segundo Bacon o que é um "ídolo"?
- 2) Como é caracterizado o processo de produção de conhecimento a partir do método experimental de Bacon?

AULA -Contribuições de Gaston Bachelard ao Ensino de CN&T

DI: Descreva um obstáculo que possa ter interferido na sua aprendizagem nas SIEF.

A **dislexia** é uma incapacidade para ler normalmente, como resultado de uma disfunção no cérebro. É uma desordem que se manifesta pela dificuldade de aprender a ler, apesar de a instrução ser a convencional, a inteligência normal e das oportunidades socioculturais serem as mesmas.



Otávio Fonseca Júnior

Figura C.2

MSEM:

As contribuições de Bachelard ao ECNT

Bachelard (1996), quando trata de formação do espírito científico, vai estudar cientistas do século XVII e XVIII, fazendo uma lista das categorias dos obstáculos epistemológicos ao desenvolvimento da ciência. Ele define o espírito científico como sendo essencialmente uma retificação e alargamento dos quadros do conhecimento. Um conjunto de hábitos de pensamentos, atitudes, valores e interesses constitui a matriz que fundamenta, psicologicamente, a construção do conhecimento científico.

Sua preocupação pedagógica diante dos problemas científicos em vários momentos se faz presente, fruto inclusive de sua própria vivência escolar como docente de CN&T, revelando-se explícita quando afirma se considerar mais professor que filósofo. Para Bachelard (BACHELARD, 1975, In: LOPES, 1993), viver o ato de ensinar é a melhor maneira de aprender e, também, de conseguir avaliar a estrutura conceitual de nossas convicções.

Assim, o trabalho escolar consiste, essencialmente, em interação dialógico-problematizadora entre os sujeitos (professor e alunos). Aí não se dá apenas um intercâmbio de idéias, mas sua construção no âmbito do ensino-aprendizagem. Esta perspectiva está de acordo com a concepção educacional freireana (FREIRE, 1987), em especial de sua dinâmica codificadora-descodificadora, em que professores e alunos se transformam em sujeitos cognoscentes nas aulas.

Em se tratando do aprendizado de CN&T, é preciso haver uma mudança de cultura e de

racionalidade, mudança essa que, por sua vez, é consequência inerente ao aprendizado científico-tecnológico. É preciso romper com a cultura primeira ou do senso comum.

Quando esse rompimento não acontece, segundo Bachelard, é devido aos obstáculos epistemológicos que impedem a construção do novo conhecimento. Sendo que, a racionalidade do conhecimento científico-tecnológico não é um refinamento da racionalidade do sendo comum.

Os obstáculos epistemológicos impedem o aluno de exercer sua atividade racional, ou seja de aprender. Destes, destaca, por exemplo: o empirismo, o uso do pitoresco, extensão abusiva das imagens familiares, experiência primeira, os conhecimentos gerais (que são vagos e terminam por imobilizar o pensamento, fornecem respostas seguras, fixas e gerais), conhecimento pragmático (prático), conhecimento quantitativo e verbal (SOUZA, 2004).

Para Pinho Alves (2001), no contexto do ensino-aprendizagem, o conceito de obstáculo epistemológico foi amplamente utilizado como forma de se entender as dificuldades que os estudantes enfrentam, de posse de seus próprios conhecimentos (representações intuitivas) ao incorporar o escolar, em especial o científico-tecnológico. O obstáculo separa aquilo que os estudantes sabem daquilo que eles precisam saber em termos científico-tecnológicos.

A aprendizagem é determinada pelo rompimento de tais obstáculos vindos do cotidiano, cabendo ao professor perceber a aprendizagem nunca termina, sempre continua. Sendo que, para isso é necessário fazer o aluno

viver tensionamentos com o seu conhecimento do senso comum para, assim, problematizar o potencial do científico-tecnológico.

Nesse sentido, faz-se necessário a identificação dos obstáculos epistemológicos, pois esses são elementos capazes de embasar as atividades didático-metodológicas de ensino-aprendizagem. Essa necessidade pode vir da possibilidade de se detectar as concepções históricas, que tiveram de ser ultrapassadas na evolução do conhecimento científico-tecnológico. Portanto, é fundamental problematizá-las aos alunos, com o objetivo de expor a necessidade de mudanças nas concepções utilizadas nas construções de sistemas representativos da realidade (conhecimento).

Exercício de compreensão: Como é definido no texto "espírito científico"? (prioritário)



Atividade - C.2

- 1) Porque é necessário identificar os obstáculos epistemológicos no ensino-aprendizagem de CN&T?
- 2) Segundo Bachelard, qual a melhor maneira de ensinar e aprender CN&T?

DA: Quais idéias de Bachelard se aproximam dos pressupostos educacionais de Freire?

AULA - Thomas Kuhn e os paradigmas nas CN&T

DI: Descreva em quais aspectos podem ser utilizados os conhecimentos prévios dos alunos nas aulas de CN&T.

MSEM:

PCN e paradigmas científicos

A idéia de que a educação é resultado de um processo interativo no qual a participação do aluno na construção do conhecimento é central está diretamente associado a função da epistemologia nesta produção. Dentre os epistemólogos modernos, destacamos Kuhn na década de 60. O modelo proposto por Kuhn esboça a evolução da ciência moderna como uma seqüência de períodos de "ciência normal", interrompidos por "revoluções científicas".

O período da "ciência normal" é caracterizado pela adesão de uma comunidade científica a um "paradigma" sendo também considerados períodos de continuidade. Para Kuhn, os paradigmas se constituem em realizações científicas, universalmente reconhecidas durante algum tempo, fornecendo problemas e soluções modelares (exemplares) para uma comunidade científica. Já as "revoluções científicas" são episódios extraordinários marcados por uma ruptura com o paradigma dominante e caracterizadas pelas discontinuidades (modelo heliocêntrico, por exemplo).

Podemos dizer então que a ciência, para Kuhn (1975), ao contrário da concepção empirista, não é cumulativa e contínua da natureza, principalmente em períodos de "Revoluções Científicas". Portanto, podemos

dizer que o conhecimento científico (e aqui incluímos o tecnológico) não começa com a observação neutra. Nem se dá por indução, não sendo cumulativo, muito menos é linear e definitivo. Estas características da epistemologia de Kuhn são encontradas claramente nos PCN:

o conhecimento da natureza não se faz por mera acumulação de informações e interpretações, embora o processo de acumulação, de herança, teve e sempre terá grande significado. (...) Mas o percurso das Ciências tem rupturas e depende delas. Quando novas teorias são aceitas, convicções antigas são abandonadas em favor de novas, os mesmos fatos são descritos em novos termos criando-se novos conceitos, um mesmo aspecto da natureza passa a ser explicado segundo uma nova compreensão geral, um novo paradigma (BRASIL, 1997a, p.26, grifos nossos).

Zylbersztajn (1986) fez um ensaio contribuindo no sentido de apontar as analogias entre o desenvolvimento conceitual em situações de aprendizagem e as idéias de Kuhn sobre o desenvolvimento do conhecimento científico. Apresenta dois tipos de alunos como cientista kuhniano, pois acredita que "os alunos de disciplinas científicas devem ser encarados, em momentos instrucionais distintos, tanto como cientistas trabalhando em condições de ciência normal quanto como cientistas envolvidos em uma revolução científica(p.57)".

1- O aluno como cientista em uma revolução ou "estágio de revolução científica" é caracterizado pelo momento de introdução de um novo tópico de ensino. Nessa situação, a maior parte dos alunos pode apresentar algumas concepções alternativas. Nesse processo, se o aluno estiver consciente de suas concepções, cabe ao professor introduzir anomalias. Anomalias são situações em que um

paradigma não dá conta de resolver o problema, gerando assim uma crise, com o objetivo de criar sensações de desconforto e insatisfação com as concepções existentes. Para isso Zylbersztajn (1986) diz que: "a situação ideal será aquela na qual possam ser executadas experiências e/ou demonstrações para as quais os alunos tenham sido solicitados a fazerem predições"(p.58).

Esta é mais uma distinção entre as concepções empirista/indutivista e a kuhniana apresentada pelos PCN. Na primeira, as atividades experimentais serviam para fazer observações desprovidas dos conhecimentos prévios e constatações das teorias já estabelecidas. Esse processo não é espontâneo, mas sim, construído pelo professor em sala de aula.

2- O aluno como um cientista normal ou "estágio de articulação conceitual", neste estágio os esforços devem ser dirigidos para a "interpretação de situações e a resolução de problemas, de acordo com as novas idéias introduzidas" (ZYLBERSZTAJN, 1986, p.59). Esse processo pode ser realizado a partir de uma atividade experimental que possibilita ao aluno, além do desenvolvimento de habilidades, aprender a usar equipamentos, fazer análise de dados, e elaborar relatórios.

O pano de fundo de toda esta atividade escolar é o referencial teórico bem demarcado ou "quebra-cabeças" puramente teóricos, que exige do aluno uma articulação cognitiva com a nova teoria. Um "quebra-cabeça" para Kuhn, é um problema cuja solução precisa ser obtida, segundo um conjunto pré-estabelecido de regras, que não podem ser violadas Zylbersztajn (1986).

Para obtermos um ensino-aprendizagem em CN&T nesta perspectiva epistemológica, teremos que investir na formação inicial e continuada de professores, inclusive das SIEF, para que tenham uma ação pedagógica mais coerente e informada com a epistemologia khuniana. Dessa forma, será possível romper com a ação indutivista/empirista, que ainda guia a ação da maioria dos professores de CN&T nas aulas.

Exercício de compreensão: Quais são os fundamentos epistemológicos dos PCN? (prioritário)



Atividade - C.2

- 1) Em que situações, a teoria epistemológica de Kuhn se opõem ao empirismo?
- 2) Como o texto define os momentos de Ciência Normal e Revoluções Científicas?

DA: Em quais aspectos um "quebra-cabeça" na perspectiva kuhniana se relaciona com a perspectiva de Resolução de Problemas, abordado na aula 19 da unidade 2?

AULA- Implicações das concepções epistemológicas de ciências no ensino-aprendizagem

DI: Cite um exemplo em que sua aula de CN&T nas SIEF foi pautada pela epistemologia empirista/indutivista.

MSEM:

Concepção de produção do conhecimento apresentada nos PCN

Qual a concepção de CN&T orientadora da prática educativa que são apresentadas nos PCN? Uma das maiores implicações da concepção empirista/indutivista para o ensino de CN&T é o fato de o conhecimento ser tomado como neutro e verdadeiro. O objetivo fundamental deste ensino-aprendizagem era dar condições para o aluno identificar problemas a partir de observações sobre um fato, levantar hipóteses, testá-las, refutá-las e abandoná-las quando o caso. Ou seja, seguir os passos "do método científico", quinta-essência do empirismo/indutivismo.

Influenciada pela Escola Nova e tentando romper com o ensino tradicional da época, foi promulgada a Lei de Diretrizes e Bases 4.024/61 para valorizar a participação ativa do aluno no processo de aprendizagem. Surgem nessa época, representando importante elemento para a compreensão ativa de conceitos, as atividades práticas (experimentais). *A preocupação em desenvolver atividade experimental começou a ter presença marcante nos projetos de ensino e nos cursos de formação de professores. As atividades práticas chegaram a ser proclamadas como a grande solução para o ensino de Ciências, as grandes facilitadoras do processo de transmissão do saber científico (PCN-CN, 1997b, p.20, grifos nossos).*

Essa perspectiva está sendo, desde a década de 80 até os dias atuais, alvo das pesquisas sobre as concepções dos professores de CN&T. Conforme Ramos (2002) e Almeida, Bastos e Mayer (2001), a maioria (quantificada em mais

de 70%) dos professores que atuam nas SIEF utilizam o laboratório para desenvolver nos alunos atitudes e habilidades relativas a observar, medir, comparar, anotar e tirar conclusões, afirmando e comprovando teorias científicas já pronunciadas pelos grandes cientistas.

Dessa forma, o ensino-aprendizagem de CN&T caracteriza-se como uma prática empirista/indutivista, pois a ciência passa ter a função de *"juntar experimento com experimento e registrar os resultados"* (OLIVA, 1990, p.16). Assim, não há criação, tem apenas constatações e os resultados obtidos são conseqüências inevitáveis da aplicação adequada das regras estipuladas.

Mas hoje, já existem algumas iniciativas escolares em CN&T rompendo com este paradigma. Podemos ver isso na leitura da legislação (PCN) que rege o ensino de CN&T:

De um lado, os estudantes possuem um repertório de representações, conhecimentos intuitivos, adquiridos pela vivência, pela cultura e senso comum, acerca dos conceitos que serão ensinados na escola.(...) De outro lado, tem-se a estrutura do conhecimento científico e seu processo histórico de produção, que envolve relações com várias atividades humanas, especialmente a Tecnologia, com valores humanos e concepções de Ciências (PCN, 1997b, p.31).

Por volta da década de 80, como resultado da grande crise econômica mundial que teve início ainda na década de 70, o ensino de ciências naturais começa a passar por um período de mudanças. Neste período, surgiu a tendência conhecida como CTS e que, ainda hoje, tem papel importante no processo de ensino-aprendizagem em CN&T (BRASIL, 1997b).

Em paralelo a essa tendência, surgem a Educação Libertadora (FREIRE, 1987) e a Pedagogia Crítico-Social dos Conteúdos (LIBÂNEO, 1986). Nesta década (80), segundo aponta os PCN-CN:

a análise do processo educacional passou a ter como tônica o processo de construção do conhecimento científico pelo aluno. Correntes da psicologia demonstraram a existência de conceitos intuitivos, espontâneos, alternativos ou pré-concepções acerca dos fenômenos naturais. Noções que não eram consideradas no processo de ensino e aprendizagem e são centrais nas tendências construtivistas (BRASIL, 1997b, p.22).

Desde então a produção de pesquisas em CN&T está muito voltada para investigar as pré-concepções de crianças e adolescentes sobre os fenômenos naturais e suas relações com os conceitos científicos. Os PCN apontam que em termos de orientações didático-metodológicas, neste período, a contrapartida é dada pelas diferentes correntes construtivistas que têm dois pressupostos básicos comuns: 1) a aprendizagem provém do envolvimento ativo do aluno com a construção do conhecimento e 2) as idéias prévias dos alunos têm papel fundamental no processo de aprendizagem.

Assim, cabe ao professor "apresentar uma nova teoria", estimulando os alunos a elaborarem situações-problema e proporem suas próprias soluções, discutindo-as com o grupo. Ou seja, esta é uma perspectiva de ensino-investigativo, também de acordo com os PCN:

Os **alunos têm idéias** acerca de seu corpo, dos fenômenos naturais. (...) Convidados a **expor suas idéias para explicar** determinado fenômeno e a confrontá-las com outras explicações (e aqui se lê, também, as explicações científicas), eles podem **perceber os limites** de seus modelos e a necessidade de novas informações; estarão em movimento de resignificação (BRASIL, 1997b. p.33, grifos nossos).

Assim, o professor poderá promover a desestabilização dos conhecimentos prévios, criando situações em que se estabeleçam conflitos necessários para o ensino-aprendizagem dialógico-problematizador em CN&T. Isso poderá ser feito através da problematização com os alunos, cuja solução passa por coletar novas informações, retomar seus modelos e verificar o limite destes.

Exercício de compreensão: Para romper com a hegemonia da prática escolar empirista nas aulas de CN&T, quais são as alternativas viáveis-possíveis apresentadas no texto? (prioritário)



Atividade - C.3

- 1) Em que as novas concepções contribuem para o ensino de CN&T?
- 2) Amparado no texto responda: como precisam ser trabalhadas as atividades experimentais no ensino-aprendizagem de CN&T?

DA: Na sua opinião, o empirismo precisa ser abandonado completamente? Em que ele continua contribuindo em nossa vida cotidiana?

2 Epistemologia e didática

AULA - Didática das Ciências Naturais e reflexões epistemológicas

DI: Descreva alguma situação escolar, em que você tenha percebido a influência da perspectiva epistemológica, no procedimento metodológico utilizado pelo seu professor de CN&T nas SIEF.

MSEM:

As contribuições de epistemologia em didática

A reflexão epistemológica propõe-se a um exame da estrutura do saber ensinado: quais são os principais conceitos que funcionam na disciplina, quais relações unem esses conceitos, qual é então o status numa disciplina dada a noção de lei, de teoria, quais retificações sucessivas de sentido se produzem numa história desses conceitos e quais obstáculos foram levantados em sua estrutura.

A reflexão epistemológica, que se interessa pelos métodos, princípios e conclusões de uma ciência, coloca quatro perguntas fundamentais nos planos filosófico e didático: o que é um conceito científico? Qual é o lugar dos fatos na descoberta? Qual pode ser a função didática da noção de obstáculo epistemológico? Como pensar as leis e as teorias?

Antes de voltar a essas quatro questões, precisamos justificar o interesse da reflexão epistemológica em relação à didática. A função do ensino-aprendizagem em CN&T é dupla:

problematizar com os alunos conceitos-chave essenciais (permitindo-lhes responder questões científico-tecnológicas em sua vida cotidiana) e ao mesmo tempo desenvolver neles atitudes e métodos de pensamento que se aproximem das ciências e seus respectivos procedimentos.

Alguns conceitos epistemológicos que podem fundamentar uma didática das ciências são:

- a noção de fato (enquanto os matemáticos ou a lógica se desenvolvem sem se preocupar em propor uma representação do real, as CN&T elaboram conceitos organizados em sistemas conceituais para explicar realidades existentes). Afinal, o objetivo das CN&T é uma descrição e reprodução tão exata quanto possível dos fatos (observados ou produzidos experimentalmente);

- noção de obstáculo epistemológico (no contexto do ensino-aprendizagem de CN&T, o conceito de obstáculo epistemológico pode ser utilizado para entender as dificuldades enfrentadas pelos estudantes, ao confrontar seus conhecimentos, conceitos intuitivos ao conhecimento científico escolar). Ou seja, o aluno precisa pensar as CN&T, mais em termos de ruptura, do que em termos de continuidade;

- conceitos científicos, leis e teorias (os conceitos, sempre presente nas leis e teorias - os científicos: força, respiração, átomo, ecossistema, etc.) não são da mesma natureza que os conceitos lingüísticos (mesa, banheira, liberdade, felicidade, etc.), ou mesmo os conceitos matemáticos (número, tangente, diferencial, etc.).

O conceito nas CN&T não designa um fato bruto, mas uma relação que pode reaparecer em situações diversas. Os conceitos de força ou de respiração por exemplo, explicam inúmeras situações. A consequência disso, é que os conceitos das CN&T apresentam duas características inseparáveis: permitem explicar e prever. Esse conceito pode ser expresso por uma frase, código gráfico ou matemático.

Um conceito das CN&T dado pode ser definido de diversas maneiras, muitas vezes essas definições podem ser hierarquizadas, isto é, a extensão do campo de legitimidade desse conceito é acompanhada de uma diminuição do número de caracteres que permite defini-lo. Fala-se agora de nível ou de registro de formulação do conceito. O conceito de respiração, por exemplo, pode ser definido como uma troca gasosa no nível pulmonar, como um mecanismo de oxidação celular, como um fenômeno de óxido-redução no nível das ultra-estruturas.

O conceito de luz, outro exemplo, pode ser definido sucessivamente como aquilo que é emitido por uma fonte material e se propaga em linha reta num meio homogêneo, podendo ser decomposto num espectro, transportando energia ondulatória e constituído de radiações eletromagnéticas. Os conceitos das CN&T só são realmente operacionais, se soubermos medir o nível de formulações que respondem ao problema colocado.

Esses conceitos não são ordenados num seguimento linear. Porém, cada um deles se encontra no nó de uma rede estruturante que envolve em geral várias áreas do conhecimento. A esse respeito pode-se falar em rede

conceitual. Pois os significados são obtidos, não pelos conceitos em si, mas pela função que eles ocupam dentro da estrutura ou rede conceitual. (Conforme já foi colocado na aula 18 da Unidade 2 desse caderno didático).

As leis científico-tecnológicas organizam os fatos em conjuntos coerentes. Se as leis de física ou da informática são, muitas vezes, expressas por equações matemáticas, em biologia traduzem, na maioria dos casos, relações causais, com no mais das relações levantando estatísticas, logo, tendo um caráter probabilista.

É interessante se perguntar sobre o status da causa na lei. Percebe-se, então, freqüentemente que se estabelecem leis causais quando é possível, numa escala dada, desprezar a interação dos diferentes fatores do real. E é um julgamento de valor, que nos permite decidir sobre o insignificante do ponto de vista do observador.

Quanto às teorias, elas unem as leis e os fatos em uma unidade coerente, na maioria das vezes traduzida por um modelo. A questão amplamente debatida pela epistemologia contemporânea é a anterioridade dos fatos em relação à teoria, ou o inverso. Tudo leva atualmente a pensar, que a teoria precede os fatos. Para que um objeto seja acessível à análise, não basta percebê-lo (FRANÇOIS JACOB, 1970 In: ASTOLFI, 2001), é preciso ainda que uma teoria esteja pronta para acolhê-lo (ASTOLFI, 2001).

Exercício de compreensão: Quais são os conceitos epistemológicos que podem fundamentar uma didática das CN&T? (prioritário)

**Atividade - C.4**

- 1) Quais são as funções do ensino em CN&T, segundo o texto?
- 2) Qual a função didática de obstáculo epistemológico em CN&T?

DA: Qual a relação entre conceito e rede conceitual em CN&T?

AULA- Os saberes e o saber-fazer do professor de CN&T

DI: Liste os saberes que você considera essencial à prática escolar em CN&T.

MSEM:

Interesses Constitutivos de Saberes, o Saber e o Saber Fazer do Professor

Como ser professor de CN&T num tempo em que os conhecimentos aumentam intensivamente e as inovações são constantes? O contexto atual exige professores de CN&T capacitados em suas disciplinas, procedimentos didáticos adequados às novas concepções de ensino-aprendizagem e aos novos recursos (meios tecnológico-comunicativos, principalmente os informáticos disponíveis na Internet). O saber do professor é caracterizado numa formação teórico-prática (CARVALHO e PEREZ, 2002). Planejar, implementar e conduzir atividades escolares inovadoras em CN&T, visando a evolução do aluno na aquisição de conceitos, habilidades e atitudes fazem parte do saber fazer do Professor.

A produção e/ou escolha do material didático para estas aulas também exige saberes

conceituais e metodológicos como os citados por Carvalho e Perez (2002): a) conhecer os problemas que originaram a construção de tais conhecimentos e como chegaram a articular-se. Trata-se de conhecer a história das CN&T, não só como suporte básico da cultura científico-tecnológica, mas principalmente como uma forma de associar os conhecimentos com os problemas que originaram sua construção; b) conhecer as orientações metodológicas empregadas na construção dos conhecimentos, isto é, conhecer a forma como os cientistas colocam e tratam dos problemas de seu campo de saber, as características mais notáveis de sua atividade, os critérios de validação e aceitação de suas teorias; c) conhecer as interações CTS associadas a construção de conhecimentos; d) ter algum conhecimento dos desenvolvimentos científico-tecnológicos recentes e suas perspectivas, para poder problematizar uma visão dinâmica do conteúdo a ser ensinado-aprendido e e) adquirir conhecimentos de outras disciplinas relacionadas com as CN&T, de tal forma que possa abordar problemas transdisciplinares, potencializando a aproximação entre distintos campos e também os processos de unificação.

Para Habermas (apud CARR e KEMMIS, 1988), o saber é resultado da atividade humana motivada por necessidades naturais e interesses, chamado por ele de Interesses Constitutivos de Saberes, que são o Saber Tecnológico, Prático e Emancipatório. Esses saberes podem determinar nossas ações escolares em CN&T, inclusive nas SIEF.

O Saber Tecnológico é laboral (próprio da "lida"), instrumental e visa a criação de tudo que for necessário para viver, desde uma simples

mesa até o objeto com a mais alta tecnologia. Cria-se em decorrência de necessidades humanas. Está voltado à resolução de problemas, ao controle da natureza, produção e consumo. É mediado pelo trabalho.

O Saber Prático considera os meios, fins e os critérios. É saber como atuar de modo correto e apropriado em determinada situação. Define a maneira "sábia" e correta de agir. Depende de uma boa comunicação e é dirigido à ação e ao entendimento. O conhecimento gerado se encontra nas interpretações da vida social, sendo assim, mediado pela linguagem.

O Saber Emancipatório busca a emancipação da irracionalidade, da injustiça e fragmentação social. Visa libertar as pessoas das suposições, do domínio e da coação. Reconhece que o conteúdo e a forma de nossos pensamentos são construídos socialmente. Mas que, somos capazes de empregar nossas capacidades críticas para reconstruir o que a história e nosso desenvolvimento têm construído para nós. Edifica novos pensamentos e ações sociais, buscando idéias mais racionais, instituições mais justas e formas de ações satisfatórias. Tal conhecimento é mediado pelo fortalecimento (empowerment) dos sujeitos envolvidos nos processos, inclusive o escolar.

Habermas (1975) destaca também as três categorias do saber: a informação que amplia nosso poder de manipulação tecnológica, a interpretação que possibilita uma forma de orientação da ação e a análise que liberta a consciência de poderes estabelecidos autoritariamente na realidade.

Se objetivamos uma educação emancipadora e uma sociedade desenvolvida democraticamente, os professores de CN&T

necessitam dialogar mediados pelos saberes tecnológicos, práticos e emancipadores. Não basta nos limitarmos apenas a um desses saberes, precisamos implementar uma formação escolar transite por suas interfaces (DE BASTOS, 2000b).

Na educação escolar dialógico-problematizadora em CN&T, por trabalharmos com formação e não simplesmente com treinamento ou educação bancária (FREIRE, 1987) (onde os conteúdos são depositados nos alunos), os saberes precisam ser problematizados e trabalhados colaborativamente. O professor de CN&T necessita, tanto dos saberes práticos e emancipatórios, quanto do saber tecnológico, pois esse está presente no nosso dia-a-dia. "O domínio tecnológico é tão importante para o profissional quanto a compreensão política o é para o cidadão" (FREIRE, 1995, p. 27, grifos do autor).

Para mediar tecnologicamente a escolaridade em CN&T nas SIEF, é necessário que o professor tenha os conhecimentos: tecnológico (para melhor explorar as potencialidades de cada equipamento que manipula), prático (para determinar critérios e buscar opções mais apropriadas de ação e entendimento) e o emancipatório (para refletir e analisar de maneira crítica as questões econômicas, sociais e de emancipação envolvidas e os reflexos dessas questões na educação, construindo alternativas viáveis-possível com seus alunos nas aulas).

Nesse sentido, a inclusão de atividades escolares de CN&T que envolvam os saberes tecnológico, prático e emancipatório nas situações de formação decorre da necessidade de: a) preparar os envolvidos para atuar em uma

sociedade mediada pelos equipamentos tecnológicos, na qual uma minoria da população tem acesso aos conhecimentos científico-tecnológicos; b) sair da condição de apenas usuário e passar a produzir conhecimentos e c) superar os problemas que surgem nesse contexto e não simplesmente relacioná-los (MAZZARDO, 2005).

Exercício de compreensão: Defina os saberes abordados no texto. (prioritário)



Atividade - C.5

- 1) Destaque e comente as categorias do saber apresentadas por Habermas.
- 2) Porque, segundo o texto, o professor precisa transitar pelos três tipos de conhecimentos?

DA: Como precisamos ser professor de CN&T nas SIEF, num tempo em que os conhecimentos aumentam intensivamente e as inovações são constantes?

AULA - Transposição Didática dos saberes escolares em CN&T

DI: Descreva como eram os materiais didáticos utilizados nas aulas de CN&T nas SIEF.

MSEM:

Transposição Didática dos saberes escolares

A principal função da escola é proporcionar situações de ensino-aprendizagem nas quais o saber produzido pela humanidade (saber científico ou sábio) seja apreendido pelos

alunos. Porém, o saber sábio não pode ser apresentado em seu estado original. Faz-se necessário a adequação desses conhecimentos para cada nível escolar.

A transformação do saber sábio em saber-a-ensinar chama-se Transposição Didática (TD). Conforme elaboração de Chevallard (1991, p.45) "Um conteúdo do saber que foi designado como saber a ensinar sofre a partir daí, um conjunto de transformações adaptativas, que vão torná-lo apto para ocupar um lugar entre os objetos de ensino. O trabalho que transforma um objeto do saber a ensinar em um objeto de ensino é denominado de Transposição Didática".

O saber a ensinar é o que chamamos de conteúdo escolar, previsto nos programas escolares e presente nos livros didáticos. Não é uma simplificação do saber sábio, porque observa determinados critérios como: adequação da linguagem, procedimentos didáticos e contextualização. O saber a ensinar é definido por interesses de grupos sociais, estando especificados nas políticas públicas educacionais (como os PCN-CN), que determinam as orientações do que precisa ser ensinado.

Martinand (1986, apud PINHO ALVES, 2001) procurou determinar quais as origens dos elementos que interferem e conferem legitimidade ao saber escolar, denominando de "práticas sociais de referência". Tais práticas evitam a utilização de exemplos que não fazem parte da cultura do estudante e por isso sem significado para ele. Por exemplo, a inconveniência de se utilizar o lançamento de projéteis em uma sociedade que cultua a paz.

O saber ensinado é resultado do processo de ensino-aprendizagem escolar, em que ocorre uma nova transposição didática. Agora do saber-a-ensinar para o saber ensinado, chamada de Transposição Didática Interna. Os resultados estão relacionados com: atuação do professor, suas concepções, material com o qual trabalha e aos interesses da administração escolar e da comunidade. Como os saberes são consequência das necessidades ligadas às

preocupações cotidianas das pessoas, o ensino-aprendizagem também depende dos interesses, necessidades e motivação dos aprendizes (HABERMAS apud CARR e KEMMIS, 1988).

O saber ensinado é o resultado do planejamento, conteúdo e metodologias implementadas nas aulas. A TD em todos esses níveis pode ser representada pelo seguinte esquema:

Saber Sábio → Saber a Ensinar → Saber Ensinado
ou
Objeto do Saber → Objeto a Ensinar → Objeto Ensinado

Na aula de CN&T, o professor, autoridade constituída do conteúdo de sua disciplina, problematiza didaticamente o material preparado por ele. Ao iniciar o ano letivo, o professor elabora a programação com a distribuição das unidades temáticas (saber a ensinar) que desenvolverá. Essa programação considera o número de aulas (carga horária) o qual é chamado de **tempo didático ou legal** (CHEVALLARD, 1991). O gerenciamento do tempo didático é de responsabilidade do professor no cumprimento do planejamento.

Temos também o **tempo de aprendizagem**, que pertence aos estudantes, cuja função é, através do saber ensinado, aprender num determinado tempo o conhecimento produzido através dos séculos. Porém, como afirma Chevallard, não existe relação entre tempo didático ou legal e tempo de aprendizagem, pois esta ocorre pela reorganização interna do saber pelo aluno. A aprendizagem não ocorre

por acumulação e sim pela reorganização interna do saber, num processo de reinterpretação de aquisições anteriores e modificação dos significados.

Assim, cabe ao professor: a) criar condições para diminuir a diferença entre os tempos didático e de aprendizagem; b) conscientizar-se que a TD e as práticas sociais de referência são fundamentais para desenvolver um ensino-aprendizagem contextualizado com conteúdos menos fragmentados; c) fazer o aluno perceber a potencialidade do saber para resolver os problemas reais e d) perceber que a TD é indispensável, pois torna “ensinável” e “aprendível” os saberes sábios.

Para isso, o professor de CN&T necessita conhecimentos tecnológicos, práticos e emancipatórios, assim como, saberes escolares de sua área de atuação (disciplinares), pedagógicos, integradores e ainda práticas de investigador ativo. Isso proporcionará melhores

condições para responder às exigências e necessidades da escola e da sociedade. Nesse processo os procedimentos didático-metodológicos, a contextualização e a retomada dos temas (sempre que for necessário), são

fatores que potencializam o ensino-aprendizagem. O Quadro a seguir ilustra a correlação entre os Saberes e a Transposição Didática.

Correlação entre os Saberes e a Transposição Didática

Saber Tecnológico	Saber da Área de Conhecimento	Saber Sábio
Saber Prático	Saberes Pedagógicos	Saber-a-Ensinar
Saber Emancipatório	Saberes Integradores	Saber Ensinado/Aprendido

Exercício de compreensão: Defina saber sábio, saber a ensinar e saber ensinado. (prioritário)

Atividade - C.6

- 1) Segundo o texto, porque o tempo de aprendizagem é diferente do tempo didático e o que isso interfere no processo de ensino-aprendizagem?
- 2) Qual a definição de TD apresentada no texto?

DA: Faça a TD de um saber a ensinar (em CN&T) tendo a Internet como repositório de saber (consulte sites de referência ou institucionais, por exemplo: Periódicos CAPES, Revista Ciência Hoje das Crianças, Telecurso 2000, etc.)

AULA- Modelização no ensino de CN&T

DI: Descreva um aula de CN&T nas SIEF em que foi usada alguma maquete, explicitando os conceitos científico-tecnológicos trabalhados?

MSEM:

Modelos e modelagem no Ensino de CN&T

De maneira geral, podemos dizer que um modelo é resultado de uma reflexão sobre uma parte da realidade e da tentativa de entender e/ou agir sobre ela (BASSANEZI, 1994). Na Didática das CN&T, modelos e a modelização vêm sendo abordados atualmente por permitirem a apreensão da realidade em virtude de facilitar a representação do “escondido”, pois “substituindo as primeiras representações por variáveis, parâmetros e relações entre variáveis, fazem com que se passe a representações mais relacionais e hipotéticas” (MARTINAND In ASTOLFI, 2001, p.103).

Para Astolfi (2001), a modelização apresenta sua utilidade na aula de CN&T quando o estabelecimento de uma relação causal não é suficiente para a compreensão de uma determinada explicação. O autor alega ainda que, de maneira geral, os modelos científicos são apresentados para os alunos **“como a realidade diretamente interpretada, muito mais do que representações construtivas, conscientemente reduzidas e calculáveis”** (ASTOLFI, 2001, p. 105, grifos nossos).

Os modelos são a essência das teorias, podendo ser classificados em três categorias: *modelo representacional*, conhecido como maquete, sendo que é uma representação física tridimensional (ex. terrário, aquário, estufa, etc.); *modelo imaginário*, é um conjunto de pressupostos apresentados para descrever como um objeto ou sistema seria (ex. DNA, ligações químicas, etc.) e o *modelo teórico*, que é um conjunto de pressupostos explicitador de um objeto ou sistema (ex. sistema solar, ciclos da chuva, do carbono, etc.). Alguns modelos teóricos são expressos matematicamente.

O trabalho didático em CN&T sobre a

modelização pode ser complementar ao trabalho experimental. Ou seja, o professor de CN&T pode fazer uso de maquetes, esquemas, gráficos, etc. para fortalecer problematizações sobre determinado conceito, proporcionando assim, um diálogo-problematizador com os alunos sobre sua realidade.

O professor precisa buscar ao trabalhar com, modelos e modelização com seus alunos, a melhoria da qualidade do ensino-aprendizagem de CN&T. Ou seja, melhorar a *qualidade do conhecimento científico-tecnológico escolar* ensinado-aprendido, assegurando, assim, uma melhor interação com o mundo em que vivemos.

Um exemplo de modelo muito comum utilizado no ensino de CN&T, inclusive nas SIEF é a representação da cadeia alimentar. Nos temas abordados em Ecologia, a *Cadeia Alimentar* representa *uma seqüência de organismos onde um serve de alimento para o outro, a partir do produtor*. Uma forma de representar as cadeias alimentares é ligar os nomes ou figuras dos organismos com setas ou colocar cada ser vivo num nível da pirâmide de energia (figura C.3).



Figura C.3: Duas possíveis representações de uma cadeia alimentar (figuras sem proporção de tamanho entre si)

Ao abordar o assunto cadeia alimentar, normalmente o professor de CN&T inicia a aula partir de um modelo, tendo implícito a "organização" de uma seqüência de seres vivos, que se relacionam de forma natural em busca de alimento à sua sobrevivência. Segundo Bunge (1974, p.16), cada modelo teórico, se constitui num sistema hipotético-dedutivo que corresponde a um objeto-modelo. O objeto-modelo representa os objetos-reais e o modelo teórico o comportamento deles. Temos deste modo uma interpretação de parte da realidade, comum na natureza, visto que os animais buscam alimentar-se de acordo com seus hábitos alimentares e sistema digestório para metabolizar seus alimentos.

Os PCN-CN apontam que os conceitos da Ecologia, por exemplo, são construções teóricas e não fenômenos observáveis ou passíveis de experimentação direta. Esse é o caso das cadeias alimentares, do fluxo de energia, da fotossíntese, da adaptação dos seres vivos ao ambiente, etc. Afirmam que "não são aspectos que possam ser vistos diretamente, só podem ser interpretados, são idéias construídas com o auxílio de outras mais simples, de menor grau

de abstração, que podem, ao menos parcialmente, ser objeto de investigação por meio da observação e da experimentação diretas" (BRASIL, 1997b, p.49). Portanto, faz-se necessário o processo de modelização destas teorias, através de construção teórica substitutiva em relação aos dados empíricos e figurações visuais, como maquetes ou simulações (ABEGG e outros, 2003).

Exercício de compreensão: Quais são os tipos de modelos abordados no texto? Cite novos exemplos para cada um dos modelos. (prioritário)



Atividade Final

- 1) Quais as utilidades da modelização para as aulas de CN&T?
- 2) Segundo o texto, porque os conceitos de Ecologia são passíveis de modelizações?

DA: Faça um planejamento de uma aula de CN&T, na qual o professor precise fazer uso de um modelo e implementar uma atividade experimental.

UNIDADE

D

CORRENTES ATUAIS NA PESQUISA SOBRE O ENSINO DAS CIÊNCIAS NATURAIS E SUAS TECNOLOGIAS

Objetivos da Unidade

- Analisar e discutir materiais didáticos.
- Elaborar, implementar, avaliar e redimensionar propostas didático-metodológicas de Ciências Naturais e suas Tecnologias nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental.

Introdução

Nesta quarta unidade, composta por uma subunidade e dez aulas, apresentamos e analisamos as Correntes Atuais na Pesquisa sobre o Ensino de Ciências Naturais e suas Tecnologias (CN&T), desenvolvidas nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental (SIEF) da escolaridade

básica. Observe que sempre destacamos nas atividades curriculares as orientações das políticas públicas educacionais, a organização conceitual e os procedimentos didático-metodológicos implementados.

1 Discussão dos resultados recentes da pesquisa em ensino de ciências naturais e suas tecnologias

AULA - Pesquisas sobre o Ensino de Ciências Naturais e suas tecnologias nas SIEF

DI: Descreva situações de aprendizagem nas SIEF em que você teve que desenvolver atividades de pesquisa sobre as ciências naturais (mesmo aquelas em que você apenas copiou algo de um livro).

MSEM:

"Pesquisas sobre o Ensino de Ciências Naturais e suas Tecnologias (?) nas Séries Iniciais

O leitor deve estar estranhando o ponto de interrogação presente no meio do título, mas sua presença representa a ausência do componente tecnológico no ensino de ciências nas séries iniciais. Veremos a seguir como as pesquisas realizadas neste nível escolar ainda não contemplam as questões tecnológicas no ECN. As pesquisas acadêmicas sobre Ensino de Ciências e Educação Científica no Brasil sempre estiveram mais voltadas para o ensino superior e médio (MEGID NETO, 1999).

Frente às atuais políticas públicas educacionais para todos os níveis da escolaridade, consideramos necessário investir

mais em pesquisas sobre o ECN&T, voltado para o nível fundamental da escolaridade, em particular para as séries iniciais. Em estudos publicados sobre teses e dissertações direcionadas ao EF, Megid Neto (1999) buscou descrever, analisar e avaliar as principais características e tendências dessas produções. Mostrou que apenas 7,8% do total da produção que auxilie na construção do conhecimento por meio de interfaces e de fácil uso para o contexto educacional das pesquisas em ECN lidam com questões ou situações exclusivas ou preferenciais das SIEF, afirmando que segundo nosso ponto de vista, há necessidade de ser ampliado os estudos voltados para as SIEF pelas razões: a) o elevado percentual de população estudantil nas SIEF (cerca de 60% das matrículas no ensino fundamental), associado ao fato de pouco mais de 70% da população estudantil brasileira estar cursando o ensino fundamental; b) a importância do EF para a formação/desenvolvimento intelectual, emocional e moral dos indivíduos, juntamente com o período escolar da educação infantil; c) os mecanismos de exclusão social no país, que conduzem somente uma pequena parcela da população estudantil ingressante na 1ª série do ensino fundamental à conclusão do ensino médio, ou até mesmo do ensino fundamental

por completo.

Este estudo mostra uma realidade muito cruel se pensarmos em termos de formação de professores pois, entre outras coisas, pode significar que os profissionais atuantes neste nível escolar não estão participando das instâncias da pesquisa acadêmica ligadas à formação continuada, em especial os programas de pós-graduação em educação. Conseqüentemente, não estão contribuindo para o levantamento dos problemas envolvendo o ensino fundamental e suas possíveis soluções.

A realidade educacional brasileira é mais cruel ainda, se pensarmos que, por mecanismos de exclusão social, somente uma pequena parcela da população estudantil ingressante na 1ª série do ensino fundamental chega à conclusão do ensino médio, ou até mesmo do ensino fundamental (MEGID NETO, 1999). Estes dados foram confirmados recentemente pelo Censo Demográfico de 2000, divulgados em dezembro de 2003. Apesar da melhoria da situação educacional ao longo dos anos, principalmente na faixa etária de 10 a 14 anos, as informações sobre o acesso à escola mostram que apenas 1/3 da população brasileira estuda (BRASIL, 2003). Esses dados mostram como a situação relatada nos estudos de Megid Neto (1999), mesmo sendo referente às pesquisas realizadas até o período de 1995, ainda não mudou, pois apenas 31,4% da população brasileira freqüenta a escola.

Além disso, quanto menor o rendimento mensal familiar, menores são as possibilidades de freqüência a um estabelecimento de ensino, ou seja, a exclusão escolar e, conseqüentemente, social continua para os desprovidos de renda. Megid Neto (1999) nos

mostra, ainda, a necessidade de se investir em experiências de intervenção na realidade escolar, buscando verificar os possíveis modos de concretizar, no espaço escolar, projetos que tenham uma perspectiva multi ou interdisciplinar. Isso porque ainda há poucos trabalhos que contribuem para a tão difícil tarefa de desfragmentar, de descompartimentar o currículo e a prática escolar em CN, como também no conjunto das disciplinas curriculares. O autor aponta que em geral, os trabalhos focalizados mais diretamente no processo escolar de ensino-aprendizagem, apresentam ou discutem programas de ensino, desenvolvem atividades pedagógicas, analisam e/ou propõem recursos didáticos, investigam a prática docente, refletindo sobre métodos de ensino. Enfim, focalizam o processo ensino-aprendizagem em CN e a prática pedagógica escolar, quase sempre lidando com conteúdos curriculares e conhecimentos tão somente de uma área específica dos domínios da educação em CN (MEGID NETO, 1999).

Dessa forma, concluímos que o ECN&T não levam em consideração a necessária integração dos conteúdos ou conhecimentos dos vários campos do saber, principalmente de ciência e tecnologia, para um estudo mais completo e contextualizado dos fenômenos. Precisamos então trabalhar numa perspectiva que problematize situações cotidianas reais mediadas pelos conhecimentos científico e tecnológico formalizados" (ABEGG,2004, p.14).

Exercício de compreensão: Segundo o texto, quais os comentários sobre as pesquisas acadêmicas em ECN&T no Brasil? (prioritário)



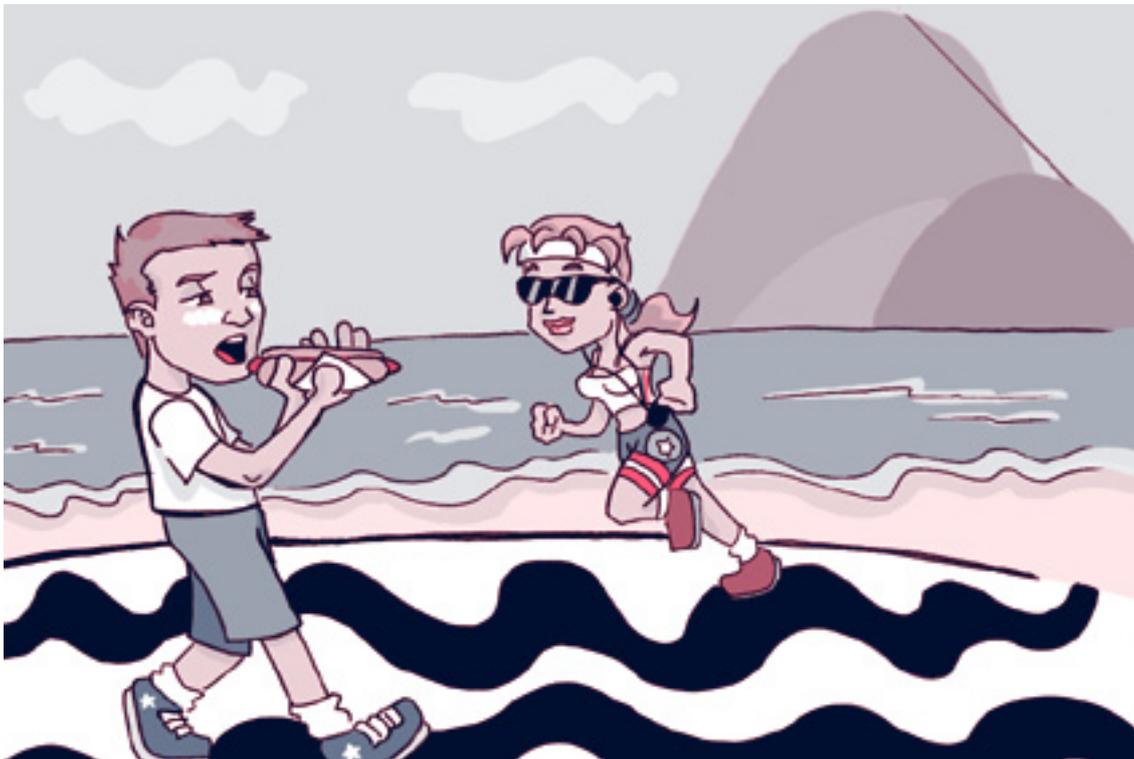
Atividade - D.1

- 1) Quais os problemas que as políticas públicas educacionais colocam para o ECN&T nas SIEF?
- 2) Quais são as implicações da ausência do componente tecnológico no ensino que auxilie na construção do conhecimento por meio de interfaces e de fácil uso para o contexto educacional das CN?

DA: Quais as possibilidades para que sejam realizadas mais pesquisas acadêmicas sobre o ECN&T voltado para o nível fundamental da escolaridade?

Aula - A Pesquisa no Ensino de CN&T

DI: Descreva uma aula de CN & T em que você vivenciou o vínculo entre o conteúdo ensinado com a sua realidade concreta.



Tigo da Silva Krenning

Figura D.1

MSEM: A investigação em ensino de CN&T, embora seja recente se comparado com outras áreas da educação, quer internacional ou nacionalmente, vem sendo incrementada nas últimas décadas. Em encontros de pesquisa da área de ensino de CN, têm ocorrido discussões

sobre o teor e a qualidade destas, bem como a relação entre elas, a prática escolar e as políticas públicas educacionais, em especial os PCN-CN.

As exigências atuais em torno do ensino de CN&T têm desencadeado muitas propostas que defendem a iniciação de crianças nos estudos

de conceitos científicos e tecnológicos. Isso tem implicado uma preocupação com a formação escolar em CN&T dos professores das SIEF, a fim de que possam estar preparados, conceitual, metodológica e epistemologicamente Isto para que, além de conhecerem o conteúdo programático que irão ensinar, sejam capazes de preparar e dirigir atividades escolares em CN&T significativas para seus alunos.

Muitos trabalhos têm chamado a atenção para a necessidade de levarmos em conta o que se tem chamado atualmente de saberes da docência. Para esses a prática pedagógica do professor está relacionada com suas crenças acerca da natureza da Ciência e do fazer científico, bem como com suas concepções sobre o ensino e a aprendizagem. As quais, por sua vez, estão diretamente ligadas às suas experiências como aluno e como professor.

Destacam ainda que, a posse de concepções positivistas e tradicionais relativas à Ciência, Tecnologia e ao ensino de CN&T tem sido apontada como a causa pela qual a prática desses professores é centrada em um conteúdo pretensamente verdadeiro e desvinculado da realidade dos alunos. Essa conduta docente, segundo as pesquisas, vai se "calcificando" com o tempo e, conseqüentemente, se tornando resistente a mudanças, pouco contribuindo para a formação do cidadão crítico e consciente que a atualidade exige.

Visões empírico-positivistas sobre a Ciência e tecnologia levam os professores a praticar um ensino com características de "transmissão cultural" em contradição com as estratégias inovadoras baseadas nas idéias construtivistas de aprendizagem. Isso se deve ao ensino de CN que esses professores tiveram durante os

anos de sua escolarização, ou seja, eles tendem a reproduzir o ensino que receberam de seus professores.

Criticando a fragmentação de saberes na formação em CN dos professores, destacam a importância de se construir conhecimentos que atendam às reais necessidades deles em sua prática escolar. Isso nos remete ao fato de que o professor só conseguirá saber atuar se puder fazer uma reflexão crítica sobre a sua prática. Muitos acreditam que se faz necessário uma reformulação emergente no conhecimento profissional dos professores. Esse precisa ser baseado na investigação crítica e rigorosa, explicando e suportando planos de ação, visões menos reducionistas e estereotipadas dos processos de ensino-aprendizagem e a experimentação fundamentada em teorias que promovam mudanças progressivas e graduais.

As instâncias curriculares dos cursos de formação escolar em CN&T de professores constituem locus privilegiado para que essa disseminação se intensifique, à medida que, sistemática e criticamente, o conhecimento produzido pela área de ensino de CN&T passe a permear as ações docentes e se torne objeto de investigação e ação no currículos dos cursos de graduação e pós-graduação. Entretanto, para isso ocorrer, é necessário que seja disponibilizado, além de instrumentos precisos para observar a realidade e as especificidades de sua prática pedagógica, mecanismos de apoio para superar suas dúvidas e inseguranças diante das constatações de suas reflexões.

Dessa forma, essas perspectivas não podem ficar restritas a um componente específico da escolaridade do professor, como uma prerrogativa muitas vezes atribuída a formação

continuada. Mas ao contrário, precisam permear todas as suas dimensões curriculares: inicial e continuada, presencial e a distância, específica das áreas escolares, CN&T por exemplo e de cunho mais geral (didático-metodológico) (MONTEIRO & TEIXEIRA,2004a).

Exercício de compreensão: O que faz com que os professores pratiquem um ensino com características de transmissão cultural? (prioritário)



Atividade - D.2

- 1)Quais as características de um ensino em CN&T que contemple o conteúdo ensinado com atividades significativas para os alunos?
- 2)Quais os argumentos favoráveis para a implementação de uma aula nas perspectivas investigativa e crítica em CN&T?

DA: Quais os principais problemas (situações-limite) encontrados pelos professores no ensino de CN&T ?

AULA - Pesquisas sobre atividades educativas no Ensino de CN&T

DI: Descreva como você acha que as pesquisas sobre espaços educativos (não escolares) podem contribuir para as atividades escolares de CN&T nas SIEF.

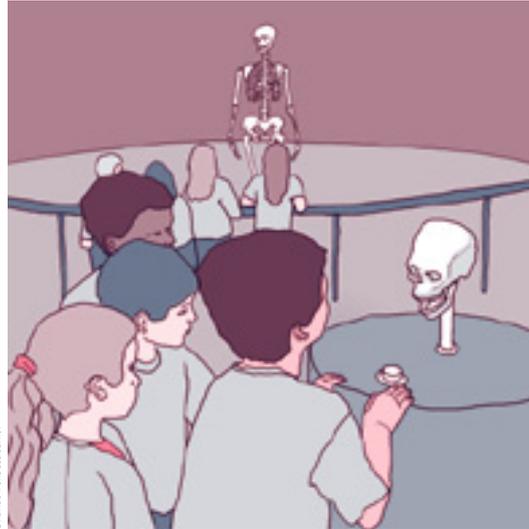


Figura D.2

MSEM: Os museus interativos são exemplos de espaço educativos (não escolares), podendo ser classificados como construtivistas por oportunizarem o envolvimento cognitivo. Destaca-se pela ação do sujeito no seu processo de aprendizagem, onde amplia a compreensão sobre os fenômenos naturais e tecnológicos. Estão relacionados também a concepção sobre a natureza e o desenvolvimento das CN&T. Pesquisas realizadas com professores têm constatado o predomínio de uma concepção empirista e indutivista entre eles, conforme abordado nas aulas anteriores, mesmo entre os que estão envolvidos em propostas interacionistas no ensino de CN&T.

O Museu de Ciência e Tecnologia da PUC-RS (MCT) é um exemplar de espaço educativo dinâmico e interativo. Funciona na cidade de Porto Alegre, RS, desde sua inauguração em 14 de dezembro de 1998. Disponibiliza para interatividade cerca de 700 experimentos, multimeios, interações vivas (vegetais e animais), jogos virtuais e exposições diversas,

envolvendo conhecimentos de Biologia, Física, Matemática, Astronomia, Geologia, Paleontologia, Arqueologia, Tecnologia (com destaque para a Informática) e outras áreas escolares organizadas por módulos interativos. O museu (que na prática é efetivamente um espaço com "coisas" de CN&T para mexer) destaca-se pela ênfase atual na interatividade dos experimentos.

Também se configura como um espaço de "alfabetização científica e tecnológica" daqueles que se dispõem a viver algumas horas mexendo, de forma orientada ou não, no módulos experimentais disponíveis. É acessível a crianças e adultos de diversos níveis de escolaridade, prestando-se também a educação continuada dos professores. Pode propiciar, ainda, uma reflexão direcionada ao aperfeiçoamento dos modelos didáticos utilizados pelos professores de CN&T nas SIEF. Entre os trabalhos realizados por este MTC para a educação continuada de professores, destaca-se as oficinas pedagógicas oferecidas a professores em exercícios nas escolas básicas, visitas orientadas, pesquisas em ensino de CN&T.

No trabalho nas escolas, oferece seminários especiais sobre o referido museu interativo aos mestrandos em educação em ciências e matemática, professores de química, física, matemática, biologia e ciências que atuam em diversos municípios nos diferentes níveis da escolaridade. Os mestrandos têm oportunidade de debater fundamentos pedagógicos e epistemológicos da educação em outras disciplinas, em especial sobre o museu, envolvendo-se em planejamentos, fundamentação e realização de projetos de atividade ligados a sua realidade escolar, de forma flexível (não escolar) para permitir a

aplicação dos mesmos em outros contextos. A interatividade dos experimentos do referido museu permite propor questões relativas a natureza do conhecimento científico, tecnológico e escolar em CN&T, para serem debatidas e refletidas, conectando teoria e prática educacional.

O trabalho vem tendo continuidade na disciplina sobre museu interativo, no mestrado em educação em ciências e matemática encontrando muita receptividade. Além disso foi criado e registrado como produção científica da área "ensino de ciências" no Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq). Esses resultados aumentam o potencial dos professores e educadores que são desafiados no processo de ensino-aprendizagem de CN&T em suas escolas.

O processo de construção do conhecimento escolar em CN&T pelos alunos não se desvincula do desenvolvimento profissional de professores e educadores, que pode ser permanentemente, voltado para a reflexão e avaliação contínua da própria prática docente. Nesse contexto, quase todos os integrantes envolvem-se em formação continuada. Pois é necessário fazer um auto-reflexão para reconhecer a existência e persistência de idéias enraizadas, as vezes superadas no escopo da teoria, mas bastante presente na prática escolar.

Dessa forma, temos avaliado as possíveis mudanças que estes espaços educativos e interativos de CN&T, podem proporcionar aos alunos e professores que atuam nas escolas. Embora esses são poucos, concentrados (a maioria nas capitais do Brasil) e muito recentes suas contribuições têm produzido impactos, pelo menos, nas pesquisas e projetos de

formação de professores em CN&T (BORGES,2004).

Exercício de Compreensão: Quais os resultados, segundo o texto, da interatividade dos experimentos dos museus de CN&T? (prioritário)

DA: Quais ações são necessárias para os professores de CN&T produzirem melhorias nas suas práticas escolares?

Atividade - D.3

- 1) Quais as potencialidades de um museu interativo de CN&T para a construção de conhecimentos científicos e tecnológicos?
- 2) Qual a contribuição de atividades interativas em espaços não escolares no ensino de CN&T?

AULA - Pesquisas sobre resultados recentes sobre o Ensino de CN&T

DI: Descreva atividades de CN&T vivenciadas por você nas SIEF que propiciaram o desenvolvimento de atividades práticas (na escola e/ou em casa).

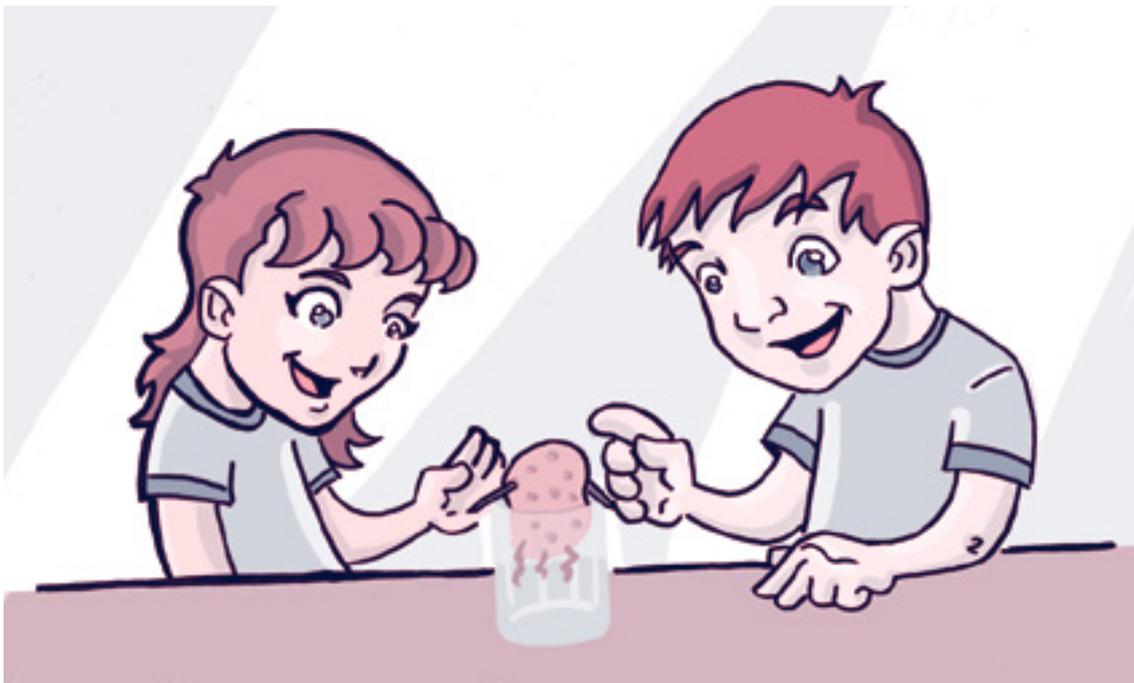


Figura D.3

MSEM: As aulas de CN&T normalmente não são iniciadas com atividades práticas ou experimentos. Convém lembrar que este componente curricular trata do estudo dos seres vivos em geral (o que inclui os humanos), do meio ambiente e também das interações entre esses elementos. Chama muito a atenção o fato de que muitos alunos acham esses conteúdos difíceis de aprender ou simplesmente afirmam não gostarem dos mesmos.

Isso leva a formulação de algumas questões, como por exemplo: se CN&T trata de assuntos tão interessantes e fundamentais para a formação cidadã, por que os alunos tem dificuldades de aprendizagem? Por que muitos alunos não gostam destas temáticas? Afinal, as pesquisas afirmam que os alunos perdem o interesse diante de componentes curriculares que nada têm a ver com a sua vida, com as suas preocupações.

O que tem ocorrido na prática escolar é que muitas vezes decoram, de forma forçada, aquilo que precisam saber para prestar exames e, passadas as provas, o aluno esquece tudo. Isso se tornar difícil quando os alunos não entendem determinadas afirmações, mesmo que essas apareçam bem sistematizadas em livros didáticos, constituindo-se em sínteses de várias explicações e conceitos que não podem fazer sentidos sozinhos, como afirmações isoladas.

Sabemos da realidade escolar brasileira que o ensino de CN&T, das SIEF ao de graduação (esse mesmo nível que você está cursando agora), tem se mostrado pouco eficaz, tanto do ponto de vista conceitual, quanto das expectativas da sociedade. Talvez por isso tem sido criticada pela baixa qualidade de ensino-

aprendizagem, por sua incapacidade de preparar os estudantes para ingressar no mercado de trabalho ou para seguir na escolaridade (ingressar na universidade, por exemplo).

Além disso, o saber escolar em CN&T revela em alguns temas a sua ligação cultural com algumas camadas da sociedade, não considerando que os alunos possuem uma cultura geral resultantes de práticas sociais, políticas e econômicas de seu cotidiano. Conseqüentemente, abre pouca possibilidade de integração e/ou aproximação entre as culturas geral e científico-tecnológica, possibilitando que o conhecimento que se ensina nas escolas para ser decifrado e ampliado.

Muitos autores acreditam que a educação em CN&T precisaria ocorrer mais, pelo menos inicialmente, através dos trabalhos práticos e experimentais, oportunizando a aquisição de conhecimentos e sua compreensão. Logo, se os estudos sobre o meio ambiente tem um lugar significativo no currículo de CN&T (segundo os PCN-CN que você já estudou), esses precisariam ser mais explorados em trabalho de campo, por exemplo.

Dentre os muitos aspectos relevantes a favor desta perspectiva curricular do ensino de CN&T com atividades práticas destacamos: ajudam os alunos a compreenderem fenômenos naturais e tecnológicos através de novas experiências (além daquelas trazidas de sua vida cotidiana), facilitam as primeiras experiências em contato com a natureza e fenômenos associados ao ambiente, desenvolvem algumas habilidades práticas essenciais para a atividade científico-tecnológica como observar e manipular, oportunizando a exploração, a generalização, a

previsão e o limite de determinados modelos e teorias, além de permitir experimentar idéias alternativas. É interessante observar nas aulas de CN&T, que a criança com prática manipulativa, constrói configurações verificáveis através das medidas, esboçando esquemas abstrativos sustentado em conceitos científicos-tecnológicos.

Muito do que se faz nas aulas de CN&T de nossas escolas evidencia a preocupação com a aprendizagem de conceitos e leis científicas e tecnológicas. Contudo, a dimensão conceitual (teórica) e empírica (experimental) do empreendimento científico-tecnológico não se dá separado na história. Não se trata, pois de contrapor os ensinamentos experimental e teórico de CN&T. Ao contrário disso, encontrar formas de aproximá-los, tornando o ensino-aprendizagem teórico-prático, além de mais interessante, motivador, acessível aos alunos e conectados nas práticas sociais cotidianas.

Para isso, a prática escolar em CN&T conduzida pelo professor é fundamental. Pois é ele que pode captar as necessidades de aprendizagem e direcionar as atividades escolares, proporcionando ao estudante os benefícios cognitivos necessários para sua educação. A conduta do professor pode envolver e modificar o aluno (é claro se ele permitir) através das atividades propostas na aula.

Nessa perspectiva escolar, o professor precisa colaborar para que o aluno construa suas aprendizagens através do diálogo-problematizador (de situações assumidamente

significativas para ambos, professor e aluno), conhecendo sempre a sua opinião sobre a aula implementada. As pesquisas sugerem trabalhos interdisciplinares entre os diferentes componentes curriculares (não só da área das CN&T) a partir dos temas transversais dos PCN (como por exemplo, Ambiente). Assim, além de implementar as atividades práticas (não necessariamente com o rigor experimental), possibilita o estabelecimento de relações entre os temas e conteúdos escolares (BARBOSA, 2001; BIZZO, 1998; BORGES, 1997; MIGUENS e GARRET, 1991; HOERNING, e PEREIRA, 2004).

Exercício de compreensão: Segundo o texto, quais os argumentos favoráveis ao ensino de CN&T através de atividades práticas? (prioritário)



Atividade - D.4

- 1) Por que, segundo as pesquisas, muitos alunos apenas decoram conteúdos de CN&T?
- 2) Quais os aspectos relevantes gerados, segundo as pesquisas, pelo ensino de CN&T que contempla atividades práticas?

DA: O ensino de CN&T pautado por atividades práticas, potencializa os professores investigarem aspectos culturais dos alunos e integrá-los aos conhecimentos escolares?

AULA 3- Pesquisas sobre Conduta Docente dos Professores no Ensino de CN&T

DI: Descreva características das aulas de CN&T vividas por você nas SIEF, em que ocorria diálogo entre professores e alunos.

MSEM- Analisando as interações dialógicas no Ensino de CN&T nas SIEF, perceberemos o crescente número de trabalhos que entendem o conhecimento científico-tecnológico como

uma construção elaborada pela humanidade. Logo, a aprendizagem escolar exige atividades que potencializem interações entre os sujeitos que ensinam e aprendem, conectando-os ao contexto social em que ocorre.

Essas interações nas aulas de CN&T, segundo pesquisas, podem ser classificadas no escopo da argumentação do professor em: retórica, sócrática e dialógica. O quadro abaixo as mesmas estão organizadas, segundo suas características principais.

TIPOS DE ARGUMENTAÇÃO	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS
RETÓRICA	<ul style="list-style-type: none"> •baseia-se nos processos de transmissão de conhecimentos. •utiliza ferramentas retóricas tradicionais. •os alunos ficam passivos e os conflitos internos são escondidos. •professor apenas transmissor o conteúdo.
SOCRÁTICA	<ul style="list-style-type: none"> •baseia-se na idéia de condução dos alunos à descoberta. •utiliza os recursos do discurso, com constantes reformulações de questões, até que os alunos apresentem a resposta desejada pelo professor. •os alunos são conduzidos exclusivamente pelas perguntas do professor e os conflitos internos são escondidos. • professor ocupa o papel de condutor dos alunos às idéias que ele considera cientificamente aceitas.
DIALÓGICA	<ul style="list-style-type: none"> •baseia-se no compartilhamento de idéias entre todos os alunos da classe e o professor. •utiliza a estratégia de confrontação de idéias para resolução de problemas, a partir da adoção de regras explícitas. •os alunos participam intensamente do processo de discussão, explicitando suas idéias, conclusões e conflitos internos. o papel do professor é problematizar as concepções dos alunos e orientá-los na avaliação do potencial científico-tecnológico.

Dessa maneira, conduzir a aula, preparar as atividades escolares, tendo em vista o que, como e porque será ensinado-aprendido, são decisões que o professor precisa tomar, baseado nas interações com os alunos. Estimular a observação, organizar as idéias que começam a ser construídas pelos alunos, conduzir as atividades escolares, estimular a participação de todos, garantir a livre manifestação de pensamentos, evitando polarizações de opiniões, são algumas das habilidades e competências que o professor de CN&T precisa assegurar para que todos os sujeitos escolares participem ativamente da construção argumentativa.

O fundamental, em termos de conduta docente, é garantir a construção no espaço escolar de uma cultura científico-tecnológica. Em outras palavras, o ensino-aprendizagem precisa transitar entre as culturas cotidiana e escolar em CN&T, tensionando-as através do diálogo-problematizador nas situações significativas para alunos e professores (BOULTER e GILBERT, 1995; MONTEIRO e TEIXEIRA, 2004 b).

Exercícios de Compreensão: Segundo o texto, quais as argumentações propostas para o desenvolvimento de interações entre alunos e professores nas aulas de CN&T? (prioritário)

Atividade - D.5

- 1) Quais as características de uma aula de CN&T onde o professor é transmissor de conteúdos?
- 2) Quais as potencialidades de uma aula dialógica para a construção do conhecimentos científico e tecnológico?

DA: Qual a argumentação que você utilizaria para interagir com os alunos numa aula de CN&T? Por quê?

AULA - Pesquisas sobre a Natureza da Ciência e sua implicação para o Ensino de CN&T

DA: Descreva os entendimentos que você tinha, quando estudante nas SIEF, sobre conhecimento científico-tecnológico .

MSEM: Embora o objetivo de promover um entendimento sobre a Ciência já tenha sido explicitada no ensino desde o início do século, pesquisas sobre as concepções sobre a natureza da mesma, do ponto de vista dos estudantes, dos currículos escolares e dos professores de CN&T são bem mais recente. Provavelmente, hoje essa temática seja uma das mais importantes na área Ensino de CN&T.

Historicamente, identificamos quatro focos que concentram estas pesquisas sobre concepções de: estudantes, currículos escolares, professores e implicações entre as dos professores, suas práticas docentes e as dos estudantes. É claro que estamos nos referindo

a professores, currículos e aulas de CN&T nos mais diferentes níveis escolares.

Data da metade da década de cinquenta, a identificação deste tipo de concepções nos estudantes. Parece ser o mais antigo trabalho referenciado nesta área de pesquisa, a partir deste, muitos outros se seguiram. Diferente do que ocorre hoje, as primeiras pesquisas não diferenciavam claramente as concepções dos alunos sobre Ciência e Natureza dessa.

Inicialmente, a maioria das pesquisas adotavam metodologias quantitativas (estatísticas). Atualmente, a ênfase é mais qualitativa. Apesar da validade e fidedignidade de vários trabalhos, conduzidos com ambas metodologias e abordando diferentes aspectos da questão serem questionados, é significativo que todos são consensuais no fato de que: estudantes apresentam concepções sobre a Natureza da Ciência geralmente inadequadas.

Reconhecer que os estudantes percebem o conhecimento sobre o conhecimento, isto é, um meta-conhecimento razoavelmente estruturado, significa um grande avanço. Um avanço, ainda maior, representa a possibilidade de situar este conhecimento dentro das correntes filosóficas e epistemológicas de que dispomos hoje. As concepções "inadequadas" mais comuns dos estudantes sobre a Natureza da Ciência, incluem, entre outros aspectos: consideração do conhecimento científico-tecnológico como absoluto, idéia de que o principal objetivo dos cientistas é descobrir leis naturais e verdades, lacunas para entender o papel da criatividade na produção do conhecimento, lacunas para entender o papel das teorias e sua relação com a pesquisa, e incompreensão da relação entre experiências,

modelos e teorias.

A segunda linha dessas pesquisas em Ensino de CN&T decorre da primeira. Tendo sido constatado que estudantes, mesmo após as aulas de CN&T, ainda apresentam concepções "inadequadas", considerou-se plausível atribuir a não modificação dessa à ineficiência dos currículos escolares. Porém, os diagnósticos das pesquisas não ajudaram muito a orientar o processo de ensino-aprendizagem. Algumas pesquisas mostram influência do tipo de currículo implementado com os estudantes e outras não evidenciam ganhos significativos em termos de mudanças.

Além disso, algumas pesquisas, cujos resultados mostram ganhos em termos de mudança destas concepções contém sérias limitações metodológicas. Por exemplo, aplicar instrumentos diretamente relacionados com as atividades escolares propostas para grupos experimentais específicos. Outras pesquisas mostram-se problemáticas porque comparam, de forma inadequada, propostas escolares em CN&T centradas em atividades práticas, porém centradas em leituras e apenas demonstrações docentes.

Assim, um novo avanço ocorre quando os pesquisadores passaram a considerar que, também, os professores apresentam resistência à mudança das suas concepções. Ou que, talvez, possuam concepções (conscientes ou não) que estão de acordo com as aceitas pela Ciência e Tecnologia, mas que seguem as presentes nos currículos, que ainda não incorporaram as mais avançadas e atuais.

Na busca da construção de um conhecimento escolar adequado às necessidades de hoje, consideramos

imprescindível considerar as concepções científicas, tecnológicas e pedagógicas dos professores de CN&T, uma vez que essas constituem um autêntica epistemologia sobre o mesmo, visto que influi em suas práticas escolares. É necessário caracterizá-las, conhecê-las melhor, identificar os seus padrões de evolução, para que os processos formativos-escolares permitam o desenvolvimento crítico e autônomo de professores e alunos.

Por isso, é fundamental explorar como os professores vêem a Ciência e a Tecnologia, desde uma perspectiva filosófica e epistemológica, sem defender uma concepção como sendo a "verdadeira", a "definitiva" ou a "acabada". Uma vez que, isso seria a posição que criticamos, isto é, no absolutismo epistemológico. Porém, mesmo sem argumentar em profundidade a favor de uma posição sobre a Natureza da Ciência e Tecnologia e do conhecimento de modo geral, defendemos que a concepção evolutiva pode fornecer subsídios pedagógicos para uma compreensão dos debates atuais entre racionalidade e historicidade no âmbito epistemológico (AIKENHEAD, 1973; HARRES, 1999; LEDERMANN, 1992; PORLÁN, 1989; TOULMIN, 1977 e WILSON, 1954).

Exercício de Compreensão: Quais as principais concepções dos estudantes sobre o conhecimento científico-tecnológico? (prioritário)

Atividade - D.6

- 1)Quais as resistências dos professores a mudanças de concepções no ensino de CN&T?
- 2)Quais as mudanças no Ensino de CN&T que promovem um entendimento mais abrangente sobre o conhecimento científico-tecnológico?

DA: As pesquisas em Ensino de CN&T podem contribuir para mudar as concepções dos professores, alunos e currículos escolares desta área?

AULA - Pesquisas em Ensino de CN&T na perspectiva Emancipatória

DI: Descreva atividades escolares de CN&T realizadas em grupo por você nas SIEF.



Figura D.4

MSEM: Enfocamos a tensão entre momentos pedagógicos, em que a prática é desenvolvida de forma individual, ou melhor, em que predomina a auto-reflexão, e outros, em que o caráter colaborativo é mais aparente, nos quais, predomina a reflexão. Momentos que sempre estão mediados pela ação colaborativa e pela investigação sistemática no processo escolar. É claro que isso depende muito da opção ideológica, questão de classe social e interesses envolvidos entre professores e alunos.

Ao analisar, retrospectivamente, as ações desenvolvidas ao longo do trabalho escolar em CN&T, fica evidente para muitas pesquisas que, ao assumir como intenção prioritária a emancipação dos seres humanos, seria difícil justificar a opção por outra concepção investigativa que não a investigação -ação educacional emancipatória. Por quê? Justamente, pela intencionalidade que está na sua base.

Portanto, coloca-se como meta desta concepção a necessidade de adotar uma conduta problematizadora do mundo. O que implica em priorizar a problematização das relações sociais e as interações entre educação e sociedade. Neste sentido, adquire potencial para desvelar o quanto a escolarização, dentro dos limites de uma sociedade de classes, contribui para manter ou transformar a atual estrutura sócioeducacional.

Estrutura que, para produzir e reproduzir-se, necessita excluir uma parcela de seres humanos do acesso aos produtos do trabalho social, dentro a cultura científico-tecnológica produzida pela humanidade ao longo da história. Esta exclusão, de acordo com ideologia

hegêmica atual, explica-se pela incapacidade de competição, pouca produtividade e falta de mérito para prosperar. Afinal o que é difundido é que as oportunidades são as mesmas para todos.

Em nome dessa eficácia locada na interface indivíduo-sociedade, que torna asséptica as relações humanas, em especial no âmbito escolar, aceita-se que não há lugar para todos. Ou seja, uma parcela da população terá, fatalisticamente, de ser privada de seus direitos: saúde, trabalho produtivo, lazer, educação escolar. Uma parcela da população não terá acesso a essas "mercadorias".

A ideologia neoliberal serve-se desse fatalismo, que, muitas vezes, é corroborado por um discurso cientificista, o qual legitima a produção da miséria e da exclusão, inclusive a escolar em CN&T. Tal discurso e as práticas dele decorrentes, não podem deixar de ser problematizados nas aulas. Mas como fazê-lo dentro desta concepção cientificista? Difícil, para não dizer impossível.

As práticas que vivenciamos como profissionais da educação, não poderia dar-se dentro do marco da racionalidade técnica. A qual coloca um véu que protege do questionamento, da possibilidade de transformação. Racionalidade que naturaliza as relações sociais, como se elas fossem imutáveis, em nome de um progresso e de uma eficácia que julgam infinitos, porque científicos. Além disso, pouco permite questionar quais interesses e valores têm contribuído para criar e sustentar e a exclusão, em especial a escolar em CN&T.

Para a perspectiva cientificista e tecnicista o ensino de CN&T consiste, fundamentalmente,

em aplicar infalivelmente seus métodos, sem refletir sobre os interesses que guia a produção desse conhecimento. Porém, na medida em que os sujeitos escolares não sabem, metodologicamente, o que fazem, tanto mais são vistas como certas e únicas as construções das CN&T. Conseqüentemente, vale sempre dizer, que até mesmo no progresso metódico, visto as práticas escolares ocorrerem dentro de um marco não problematizado, muitos professores e alunos acreditam. No fundo, a falsa consciência serve como função protetora desta concepção hegemônica de CN&T no âmbito escolar.

Na realidade escolar, ainda assistimos, então, a um discurso ideológico que glorifica os avanços científico-tecnológicos. Mas serão mesmo avanços? Favelas, desemprego, violência, marginalidade, concentração de renda, milhares de crianças e adolescentes fora da escola...muitos sem nunca terem participado de uma aula de CN&T, ainda que cientificista. É este o preço a pagar pelo progresso?

Nossa aposta é que a opção pela emancipação das condições sócioeducativas, que contribuem para manter-se este estado de coisas, não é feita de forma não ativa-reflexiva, em especial no âmbito escolar. Localizar-se antes na problematização dessas condições precisa ser a meta de uma educação científico-tecnológica. Portanto, as aulas de CN&T precisam estar ligadas a valores como colaboração, justiça, compromisso ético, os quais potencializam o projeto humano na perspectiva da conscientização. Essa concepção é fundamental para o ensino-aprendizagem em CN&T problematizar o fazer pedagógico e buscar a transformação de práticas enraizadas nos

cientificismo e tecnicismo e difundida acriticamente pelos profissionais da educação. (GRABAUSKA,1999; HABERMAS,1984)

Exercício de compreensão: Qual a opção de ensino-aprendizagem em CN&T explicitada no texto? (prioritário)



Atividade - D.7

- 1) Quais os problemas das práticas pedagógicas de CN&T dos professores que não priorizam ações colaborativas entre os alunos?
- 2) Quais as contribuições da problematização para o ensino de CN&T nas SIEF?

DA: De que forma o professor de CN&T poderá romper com a reprodução de ações que mantenham a atual estrutura sócioeducacional?

AULA - Produção de conhecimentos Escolares em CN&T

DI: Descreva situações de ensino-aprendizagem em CN&T nas SIEF que você produziu conhecimentos escolares.

MSEM: Embora seja essencial a produção de auto-compreensões para a transformação das práticas, elas não podem restringir-se a mudanças individuais. Assim, mesmo essenciais para a aprendizagem, as mudanças individuais necessitam abranger a maior parte ou todo o grupo. Uma comunidade de aprendizagem, no escopo do processo investigativo-ativo, amplia

o alcance das transformações pela extensão destes grupos.

Portanto, sempre que possível, precisa haver a comunicação dos "achados" sobre a investigação na prática. Comunicados que não podem ser encarados como tentativas de generalização, nos moldes das CN&T. Mas sim, como elementos que podem auxiliar outros sujeitos na resolução de problemas específicos de suas práticas escolares.

A produção auto-reflexão, além de não bastar é secundária no ensino-aprendizagem de CN&T. Ela é apenas um indicador de cientificidade no âmbito da produção. Ressalta-se contudo que esta cientificidade é entendida dentro de uma marco epistemológico diferente daqueles das CN&T. Cientificidade, como entendemos no âmbito de um ensino-aprendizagem investigativo, não se confunde com cientificismo, com factualidade, com não problematização da realidade vivida.

Portanto, para a produção de conhecimento escolar em CN&T, de matriz emancipatória e crítica (por que promove a melhoria e transformação das práticas, superando situações de opressão, injustiça ou ingenuidade), é necessário por em relevo as concepções que os e entendimentos que os sujeitos têm de suas práticas escolares. Dessa forma, a investigação da/na prática, que gera a sua auto-compreensão pela auto-reflexão, é fundamento da produção de conhecimento escolar em CN&T.

Uma questão de pesquisa que colocamos é: como validar, entretanto, o conhecimento escolar em CN&T produzido? Não será, como dissemos, com os critérios das CN&T. Se é a prática escolar em CN&T, tomando-a como

prática informada e ação colaborativa que queremos melhorar, nela podemos construir critérios da validação.

Neste sentido, a colaboração escolar é indispensável, pois as auto-reflexões não podem ficar restritas ao indivíduo. Assim, o diálogo-problematizador entre os sujeitos participantes (professores e alunos) é um critério essencial de validade para o conhecimento escolar em CN&T.

Desta maneira este trabalho cognoscente, adquire validade científica porque não se caracteriza com algo individual apenas. Ao contrário, consolida-se como colaborativo, onde o diálogo-problematizador entre estudantes e professores que atuam na SIEF validam o conhecimento escolar em CN&T que media todo o processo de ensino-aprendizagem.

Uma outra questão essencial, no âmbito da formação de professores de CN&T para as SIEF, pode ser formulado da seguinte maneira: a formação de professores no curso de educação especial é vivenciada de acordo com uma concepção de ensino-aprendizagem, que não separa a investigação educacional desse quefazer escolar em CN&T? O ensino-aprendizagem em CN&T no curso de educação especial, tem sido implementado como potencializador da produção de conhecimentos escolares para os sujeitos que estão se profissionalizando?

Pesquisa ativamente o ensino-aprendizagem em CN&T requer estudar este componente curricular em profundidade. Isso permite verificar tendências, conhecer, criticar e contribuir para implementar políticas públicas educacionais "reais", onde estamos vivendo a escolaridade.

Além disso, a experiência como investigador ativo, que é o cerne desta perspectiva de ensino-aprendizagem em CN&T, permite ter uma percepção de como os aspectos "macro-educacionais" vão sendo incorporados, rechaçados ou parcialmente adotados no cotidiano escolar. Diante dessas experiências, pode-se dizer que a resposta ao problema ainda está se construindo cotidianamente. Ensino e investigação em CN&T nas aulas permanecem, em muitos casos dissociados. O currículo do referido curso universitário UFSM, tanto presencial como a distância, do qual fazem parte as práticas dos profissionais da educação que o desenvolvem, continua a reproduzir, uma polarização marcante entre teoria e prática escolares.

Contudo, vários profissionais do referido curso têm assumido uma conduta profissional que aproxima teoria e prática, sem que nenhum desses pólos se dissolva no outro. Mas que faz com que um seja "informado" pelo outro. Isto é, não se trata de um voluntarismo, explícito na super-valorização da prática escolar em CN&T (ao que caberia a qualificação de ativismo), nem de cair na repetição de conhecimentos produzidos numa determinada época, de uma teoria-teórica, que não fala à realidade educacional vivida.

Assim, esta conduta escolar preconiza a ação informada, a comunicação entre a prática e o pensar a, na e para prática. É claro, sem desprezar as teorias educacionais clássicas, em especial aquelas cujos fundamentos nos guiam profissionalmente. Para isso, é preciso saber localizá-las historicamente para, aprendendo com elas, construir uma outra história da educação em CN&T, em que somos sujeitos

educativos críticos" (GRABAUSKA, 1999)

Exercício de Compreensão: Quais os critérios validadores de uma produção científica, segundo o texto? (prioritário)



Atividade - D.8

- 1) Pode ser elaborado um currículo, para a profissionalização de professores, que tenha a investigação educacional como fundamento?
- 2) O que gera a separação das teoria e prática educacionais, em termos de currículo escolar?

DA: A investigação-ação pode se tornar um instrumento para investigar, no decorrer de um processo histórico, a formação inicial e continuada de professores, no sentido de fornecer elementos para a reelaboração curricular, profissionalização e construção de conhecimento escolar em CN&T?

AULA - Formação de professores de CN&T: um desafio sem limites

DI: Descreva sobre como foi a sua formação inicial em seu curso de graduação

MSME: A formação escolar-universitária dos professores de CN&T, geralmente, tem sido elaborada como uma produção de um profissional que incorpore, da melhor forma possível, traços ideais selecionados a partir de uma reflexão teórica sobre o tema. Tem-se

como perspectiva a construção de novas estratégias para esta formação de recursos humanos para a educação básica, de forma a incorporar mudanças nos sistemas produtivos.

Nosso foco é o sistema escolar, o qual exige um novo perfil profissional, capaz de localizar os desafios mais urgentes de uma sociedade multimídia e globalizada. Isso porque, o rápido desenvolvimento científico-tecnológico impõe uma dinâmica de permanente reconstrução de conhecimento, saberes, valores e atitudes.

Neste escopo, se quisermos ser um pouco mais críticos, podemos também nos perguntar quais são as alienações fundamentais de tal sociedade. Isso se tivermos interesse em enfrentar desafios dessa ordem, a fim de que a formação de professores de CN&T contribua para mudanças culturais e sociais viáveis-possível.

Para começar a enfrentar esses desafios, aparentemente sem limites, procuramos na literatura geral sobre formação de professores, e específica sobre professores de CN&T, subsídios que permitam estabelecer interfaces consensuais, capazes de balizar projetos formativos no âmbito da universidade. O ponto hegemônico na literatura atual aponta para uma crescente reflexão sobre qual seria o papel do professor na sociedade moderna.

Para tanto, dispomos de uma produção de quadros teóricos que definem um novo modelo para a formação de professores, no qual o saber sobre o ensino de CN&T deixa de ser visto pela lógica da racionalidade técnica, incorporando a dimensão do conhecimento construído e assumindo responsabilmente a partir de uma prática crítico-reflexiva. Tal prática parece articulada em dois eixos efetivamente

complementares. De um lado, a confiança de que na ação docente do professor é sempre possível encontrar um conhecimento que vai além da teoria. De outro, a convicção de que essa mesma prática pode ser organizada teoricamente e orientada para produzir aprendizagens mais marcantes e mais atuais e dinâmicas.

Parece que essa reflexão modifica substancialmente o enfoque vigente, que reserva um grande destaque cientificista à formação inicial e considera a formação continuada como uma maneira de remediar falhas do passado (curso de graduação). O privilégio para a formação inicial é justificado por sua função de estruturar conceitualmente as gerações futuras de professores e de poder ser realizada sobre uma matriz curricular mais estabelecida. Ao contrário, a formação continuada recuperaria, mesmo que parcialmente, lacunas fundamentais deixadas inicialmente, atualizando científico-tecnologicamente os professores, mesmo aqueles já em exercício nas escolas básicas.

A proposta formativa, explicitada nos PCN-CN e nas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores na Educação Básica, focaliza a formação inicial como o local essencial para inserir os professores nos problemas e dificuldades efetivas enfrentadas na prática escolar. Para além desse diagnóstico, a problemática e as soluções apontadas pelas pesquisas em ensino de CN&T, precisam ser discutidas e analisadas durante o período de formação inicial. Além disso, sugere-se a mediação escolar com recursos originais e criativos, os quais podem ser manuseados pelos professores em formação para resolver os

problemas encontrados, complementando e estimulando a reflexão e, conseqüentemente, fornecendo novos impulsos para a formação inicial.

No esforço de tecer considerações inovadoras e transformadoras sobre a formação inicial de Professores de CN&T, sugerimos a estratégia de fazermos uma leitura de experiências didáticas bem sucedidas nas escolas, a partir dos referenciais fornecidos pela literatura. A meta é detectar e registrar avanços e dificuldades, bem como as soluções viáveis-possível, à luz da atividade profissional docente.

Para tanto, concebemos a formação de professores em CN&T como um processo contínuo, que se inicia com a formação escolar universitária e prolonga-se para além dela, constituindo um processo de atualização ao longo de toda a vida profissional. Em outras palavras, os saberes sobre a profissionalização docente ganham significados efetivos, na medida em que se articulam ao seu fazer. Sendo que, na formação inicial, ocorre o primeiro contato com esse quefazer educacional, na instância curricular dos estágios supervisionados de ensino e práticas de ensino (totalizando 600h ao longo do curso de graduação, do terceiro ao último semestre letivo). Para nos tornarmos professor, precisamos ir atuando como aluno-professor (o que Freire chama de educando-educador), o que na prática, é um processo logo e educativo ao longo de nossa vida profissional (FREITAS & VILLANE, 2002).

Exercícios de compreensão: Segundo o texto, qual é o papel do professor de CN&T na sociedade atual? (prioritário)

Atividade - D.9

- 1) Pode ser elaborado um currículo, para a profissionalização de professores, que tenha a investigação educacional como fundamento?
- 2) O que gera a separação das teoria e prática educacionais, em termos de currículo escolar?

DA: Qual o problema essencial, em termos de formação profissional em CN&T, se assumimos a graduação como terminalidade?

Aula - Pesquisas sobre a atuação profissional em CN&T

DI: Descreva atividades nas suas aulas de CN&T nas SIEF em que o professor não conduziu o processo de aprendizagem.

MSEM: Iniciamos com a seguinte problematização: quem é responsável pela passividade dos alunos nas aulas de CN&T? Os alunos ou o professor que a conduz e a elaborou previamente? Para contextualizar a problematização, descrevemos e analisamos abaixo um caso vivido numa aula de metodologia do ensino de CN&T.

O ciclo da investigação-ação começou com uma atividade sobre energia elétrica. Apenas uma aluna trouxe os equipamentos elétricos solicitados na aula anterior. A aula aconteceu porque assumimos esse compromisso e os levamos até o espaço escolar. O planejamento foi exposto no quadro e, a seguir, desenvolvida a atividade teórica-prática em torno dos

equipamentos elétricos.

Basicamente era composto por: Desafio Inicial - os aparelhos elétricos trazidos foram postos em funcionamento; tínhamos levado um mat inset (vaporizador para espantar insetos), ebulidor (aquecedor de água), lâmpada, secador de cabelos e barbeador elétrico. Solicitamos como desafio que as alunas escrevessem os cuidados que deveriam ser tomados no manuseio de aparelhos elétricos. As respostas foram anotadas no quadro. Na etapa onde organização o conhecimento escolar em CN&T, discutimos o que seria fundamental conhecer a respeito dos aparelhos. Foram destacados os códigos da eletricidade, as informações contidas nos aparelhos, as transformações energéticas e as "visões de mundo" sobre cuidados com energia elétrica.

Ao final, como terceiro momento pedagógico, elaboramos questões sob a forma de desafio mais amplo, avaliando a aprendizagem e a atividade escolar. Conjuntamente, destacamos a equação eletromagnética para o cálculo da corrente elétrica, o reconhecimento dos códigos elétricos, os processos de transformação de energia, a estabilidade (regularidade) da energia elétrica disponível e os cuidados necessários quanto aos materiais isolantes e condutores.

Ainda dentro desse ciclo investigativo, realizamos uma reflexão orientada ao replanejamento da próxima aula. Pedimos que as alunas escrevessem sobre: o que está bom e o que precisa melhorar em nossas aulas, considerando os momentos pedagógicos e a investigação-ação implementada na aula. Enquanto elaboravam suas respostas, as alunas levantaram a questão sobre a sua insegurança

na sala de aula, dizendo que não dominavam o conteúdo escolar de CN&T e, conseqüentemente, não conseguiam argumentar mediados por esses.

Tentando fazer um contraponto, argumentamos na ocasião que isso não é de responsabilidade do professor de CN&T na referida disciplina. Apenas a formação básica das alunas era fundamental pois, se isto fosse verdade, estaríamos abraçando a causa da educação bancária. Ao contrário, enfatizamos a necessidade de que as estudantes se tornassem sujeitos de sua profissionalização, exercendo sua argumentação, escrevendo sobre as atividades (como forma de concretizar a auto-reflexão), mesmo que isso se caracterizasse como uma avaliação, participando ativamente da definição das temáticas a serem estudadas nas próximas aulas.

Enfim, procuramos enfatizar a necessidade que, desde já, as estudantes procurassem praticar aquelas "qualidades" necessárias a uma boa atuação como professoras de CN&T: a argumentação, a construção de textos escolares de CN&T, a elaboração curricular, a comunicação como essencial ao ensino-aprendizagem e prática escolar investigativa.

Interessante mencionar que, algumas das alunas protestaram, por se sentir prejudicada na elaboração da sua avaliação, visto que esse debate ocorreu paralelamente a elaboração da mesma. Mencionamos a necessidade que as pessoas não se apartem das regras estabelecidas, por exemplo, na vida profissional temos de responder editais, cumprir prazos de projetos, tempo para provas de seleção entre outros aspectos.

Finalmente, chegamos ao consenso de que

existiam regras propostas, explícitas nos planejamentos postos no quadro (inclusive com distribuição de tempo para cada atividade), no início de cada aula e que estas propostas não eram imutáveis. Mas, para mudá-las, seria necessário que as alunas abandonassem sua posição passiva e tomassem mais sob sua responsabilidade, tanto a orientação e condução de nossas aulas, como sua formação num sentido mais colaborativo e emancipatório.

Após esse diálogo-problematizador, propusemos que as alunas se dividissem em grupos que, alternadamente, iriam se responsabilizar, juntamente conosco, pelo planejamento e colaboração em cada ciclo. A proposta foi aceita e definimos como primeira temática "telecomunicações" sorteando o grupo responsável (GRABAUSKA, 1999).

Exercício de compreensão: Quais as qualidades para se ter uma boa atuação como professor de CN&T? (prioritário)



Atividade Final

- 1)Quais os principais conceitos, abordados no texto, referente a proposta de formação docente em CN&T?
- 2)Quais os problemas referentes a passividade dos alunos na formação de professores em CN&T?

DA: Qual a sua opinião sobre a condução diretiva do professor de CN&T no processo de ensino-aprendizagem?

UNIDADE

E

HISTÓRIA DO ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E SUAS TECNOLOGIAS

Objetivos da Unidade

- Analisar e discutir materiais didáticos.
- Elaborar, implementar, avaliar e redimensionar propostas didático-metodológicas de Ciências Naturais e suas Tecnologias nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental.

Introdução

Nesta quinta unidade, composta por uma subunidade e nove aulas, apresentamos e analisamos a História do Ensino de Ciências Naturais e suas Tecnologias (CN&T), desenvolvidas nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental (SIEF) da escolaridade básica,

ênfase na sua contribuição para a educação especial. Observe que sempre destacamos nas atividades curriculares as orientações das políticas públicas educacionais, a organização conceitual e os procedimentos didático-metodológicos implementados.

1 Principais tendências no ensino de ciências naturais e suas tecnologias

AULA - Abordagem Histórica do Ensino de Ciências

DI: Descreva de que forma o conceito de ciência foi abordado nas aulas de CN&T nas SIEF.

MSE-M- A história do ensino de CN&T no Brasil é bastante recente. Sintetizaremos as principais etapas que caracterizam as mudanças e evoluções no ensino de CN&T, contextualizando com as situações históricas pelas quais o Brasil passou recentemente.

Podemos analisar a história do ensino de CN&T no Brasil por dois ângulos: primeiro seu caráter interno, estrutural, vinculado as economia e política brasileira; segundo seu caráter externo, ou seja a ordem mundial, pautado principalmente pelas comunidade científica internacional e formação de professores brasileiros em instituições estrangeiras, associadas à destinação de recursos para a pesquisa em ensino nesta área, que acreditamos condicionar a evolução do ensino.

No nível interno, verifica-se que o ensino de CN&T chega a escolaridade básica em função de necessidades geradas pelo processo de industrialização. Ou seja, devido a crescente utilização de tecnologias nos meios de produção, que impõe uma formação básica em CN&T, para além da formação tecnológica oriunda das

escolas chamadas "profissionais" (na esfera federal denominadas de técnicas).

Nota-se uma preocupação com o ensino de CN&T nas SIEF do começo de século 1920, época em que a economia do país era caracterizada por um modelo exclusivamente agrário-exportador, comercial, dependente, que provocou uma crescente urbanização. No entanto, a efetiva intervenção do Estado na educação fundamental somente ocorre a partir da década de 50, época em que o país transitou para o modelo nacional-desenvolvimentista, com base na industrialização.

Quanto ao segundo nível de abordagem (o externo), incrementa-se a formação de pesquisadores em ensino de CN&T no exterior e as suas participações em congressos internacionais na respectiva área. Paralelamente, ocorre o financiamento direto de novas atividades no país, por órgãos estrangeiros como o Banco Mundial (BIRD), a fundação Ford, a Agência norte-americana para o desenvolvimento internacional (USAID) e as organizações dos Estados Americanos (OEA). Estabeleceram-se assim, grupos e linhas de pesquisa na área do ensino de CN&T, com cursos de pós-graduação em algumas instituições de ensino superior do país e atividades diversas nesta área, enriquecidas e

alimentadas pelos professores e pesquisadores que, inicialmente tiveram a formação de quadros aqui no Brasil, quase sempre com algum tipo de financiamento, ainda que parcial, de instituições estrangeiras.

Até o final da década de 50, o ensino de CN&T foi introduzido nas escolas básicas e desenvolvido, sempre sob parâmetro das outras disciplinas, marcado significativamente por métodos tradicionais. Ou seja, essencialmente verbalização, aulas teóricas em que o professor explanava o conteúdo. Logo, reforçava as características positivistas das CN&T, opacizando as negativas.

O conteúdo programático veiculado nas aulas de CN&T era bastante baseado na ciência clássica do século XIX. A base bibliográfica dos livros didáticos, na sua maioria era tradução de similares estrangeiros (europeus), gerava relatos de experiências neles contidos, com eventuais demonstrações de experiências em sala, sempre para confirmar a teoria exposta aos alunos.

Este ensino de CN&T visava, desde a escola fundamental, capacitar o estudante a prosseguir seus estudos até a sua formação no ensino superior. Esta população estudantil era bastante elitizada. Eram as escolas públicas quem definia o padrão de qualidade de ensino, embora o oferecessem para alguns poucos. Nas escolas de formação profissional para indústria e comércio, os alunos, em geral descendentes de imigrantes, buscavam uma profissionalização rápida e segura para o mercado. Este ensino complementava o ginásio público, destinado também as futuras professoras, pertencentes em sua maioria à elite.

Destaca-se, nesse período, o prestígio social e mesmo salarial de que desfrutavam os

professores das SIEF, principalmente nas cidades médias e pequenas. Isso porque tinham seu trabalho respeitado, principalmente, para reproduzir conhecimentos e formar com eles as crianças, sobretudo das classes privilegiadas da sociedade brasileira da época.

A partir de meados da década de 70, os grupos de pesquisa em ensino de CN&T, estabelecidos em algumas instituições de ensino superior, iniciaram uma reflexão sobre o trabalho realizado na área e sobre parâmetros não considerados. Entre eles, merece destaque a preocupação com o desenvolvimento histórico do conhecimento em CN&T e suas implicações na escolaridade, bem como os impactos sociais provocados e sobretudo por suas implicações tecnológicas, em especial com relação ao ambiente e a vida.

Atualmente pode-se afirmar que há uma evolução desta reflexão, bem como de algumas práticas escolares realizadas em todos os níveis escolares. Tendências atuais estão se delineando, embora ainda não esteja disponível uma classificação oficial, dada a sua contemporaneidade e crescente expansão no cenário brasileiro (DELIZOICOV & ANGOTTI, 1992).

Exercício de compreensão: Segundo o texto, quais as principais mudanças e evoluções históricas no ensino de CN&T no país? (prioritário)



Atividade - E.1

- 1) Quais as implicações das pesquisas em ensino de CN&T no Brasil, devido ao financiamento de instituições estrangeiras, e os impactos decorrentes desse tipo de modelo econômico?
- 2) Quais as mudanças proporcionadas por grupos de pesquisas em ensino de CN&T, que delinearão outras práticas pedagógicas na área?

DA: Essas mudanças que ocorreram historicamente no ensino de CN&T têm contribuído para o desenvolvimento crítico dos sujeitos escolares?

Aula - Principais Tendências Educacionais no Ensino de CN&T: desafios dos materiais didáticos

DI: Descreva uma aula de CN&T nas SIEF em que foi utilizado material didático.

MSEM: Apresentaremos e analisaremos algumas tendências educacionais no ensino de CN&T como essas influenciam: produção e uso de materiais didáticos, pesquisa e formação de professores, em especial nas SIEF.

A tecnicista está baseada em concepções oriundas da psicologia comportamental. Caracterizou-se pelo uso de instrução programada, análise de tarefas, ensino por módulos auto-instrutivos, com muita ênfase na avaliação dos resultados. Ficou marcada pela aplicação de testes (pré e pós) que procuravam identificar mudanças de comportamento ao

longo dos estudos.

A escola-novista tinha a preocupação excessiva em ensinar o "método científico". Usava uma abordagem "psicológica" dos conteúdos, resultando não raro no esvaziamento conceitual. Valorizava em demasia as atividades experimentais, em especial as qualitativas e demonstrativas. Enfatizava o chamado "método de redescoberta", cuja concepção implicava em fazer os alunos imitarem o trabalho dos cientistas. Induziram muitos professores de CN&T a correlacionar e mesmo identificar, o método (s) científico(s) como metodologia(s) do ensino de CN&T.

A ciência integrada preconizava uma suposta integração entre as CN&T, visto que se ocupavam de distintos objetos de investigação, cada um com suas especificidades. A exclusão das ciências sociais desta tendência "educacional", quase esvazia conceitualmente os conteúdos escolares de CN&T. Isso porque afirmava que o professor de CN&T precisava saber, quase que unicamente, os conteúdos dos materiais didáticos, não necessitando ter conhecimento sócioeducativo a respeito deles. Essa tendência influenciou, curricularmente, muitos cursos de formação de professores em todo o país, especialmente as chamadas licenciaturas curtas em Ciências.

Estas tendências educacionais no ensino de CN&T, não chegaram a ser implementadas integralmente em muitas escolas. Temos indicadores de pesquisa que influenciaram modestamente nas aulas de CN&T. No entanto, atingiram significativamente, os cursos de formação de professores, conseqüentemente a produção comercial de livros-textos.

Estes sim, chegaram e ainda estão nas

escolas. Constituem, cada vez mais, em muitos casos quase que exclusivamente, o instrumento básico e essencial de trabalho dos professores. Conseqüentemente, continua carregando os traços daquelas tendências. De alguma forma, também contribuíram para o esvaziamento conceitual dos conteúdos escolares. Além disso, o que pode ser mais grave do ponto de vista formativo, fragiliza o diálogo numa perspectiva mais crítica. Possibilita, assim, a difusão de uma visão acabada do conhecimento científico e do trabalho dos cientistas.

A partir da década de 80, a pesquisa em ensino de CN&T ganhou uma dimensão maior por meio da abertura de novas linhas e ocorreram mudanças nas tendências. As linhas de pesquisa que resgatam a dimensão sócioeducativa do ensino de CN&T, inspiradas na proposta freireana por exemplo, consideram fundamental a leitura do mundo dos educandos. Além disso, sugerem a interação dialógica sobre conteúdos científicos entre os sujeitos escolares, como algo dinâmico e concreto, potencializando a mudança da realidade vivida.

Para esta tendência o ensinar-aprender passa pela evolução de idéias, do senso comum sobre a realidade, geradas por uma curiosidade ingênua, para o conhecimento científico. Leva os indivíduos a atuarem com curiosidade epistemológica, com maior potencial crítico e transformador. Os desafios educativos, passam pela escolha de temas com potencial de gerar e consolidar o processo escolar, precisam estar de acordo com: as possibilidades cognitivas dos alunos e a opção por conteúdos escolares mais propícios de interfacear relações sociais.

A perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) no ensino de CN&T, embora não explicita nenhuma tendência educacional, está fortemente associada à idéia de que os resultados científicos-tecnológicos são respostas a exigências sociais. A escola precisa desempenhar preparar cidadãos para participarem, de forma mais informada, das discussões relativas ao seu bem-estar social. Com isso, o ensino de CN&T precisa possibilitar uma forma específica de interpretação e mediação do mundo para os indivíduos, para que esses possam contribuir nos processos de desenvolvimento científico-tecnológico da sociedade onde vivem.

Percebemos que existem muitos desafios em termos de materiais didáticos a serem trabalhados no ensino CN&T, pois novos currículos baseados nos resultados das pesquisas da área e nas políticas públicas educacionais (PCN-CN), necessitam ser desenvolvidos e investigados. Na prática escolar, o que temos visto é a integração das diferentes tendências educacionais do ensino de CN&T.

Deste modo, se dá atenção à multidimensionalidade educacional do processo de ensino-aprendizagem em CN&T, no qual os conteúdos escolares são estruturantes fundamentais. No entanto, precisam ser articulados com os aspectos humano e social das CN&T. (DELIZOICOV e ANGOTTI, 1992; DALPIAN, 1992; FREIRE, 1996; CAZELLI, 1999).

Exercício de compreensão: Segundo o texto, quais as principais tendências educacionais do ensino de CN&T? (prioritário)



Atividade - E.2

- 1) Quais os desafios do professor diante dos materiais didáticos a serem trabalhados no ensino de CN&T nas SIEF?
- 2) Quais as potencialidades de uma aula de CN&T que contemplem os conteúdos escolares articulados com os aspectos humano e social das CN&T?

DA: Planeje uma aula de CN&T para as SIEF, utilizando um livro didático da sua escolha e problematizando aspectos culturais da realidade local em que os alunos vivem.

Aula - As concepções de CN&T: O Livro Didático nas SIEF

DI - Descreva de que forma os livros didáticos contribuíram para a sua aprendizagem em CN&T nas SIEF.

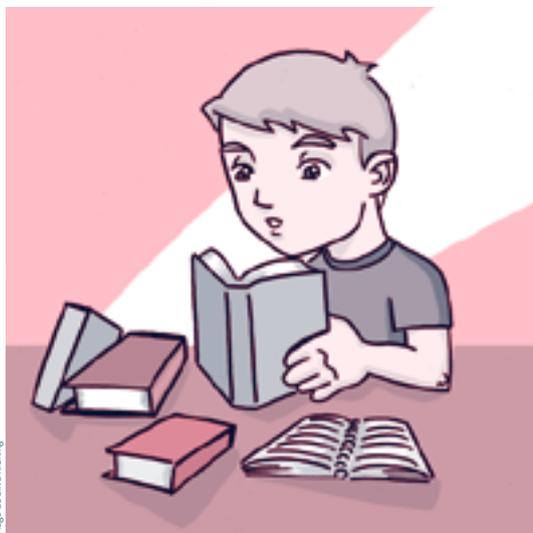


Figura E.3

MSEM - Os desafios do ensino de CN&T nas SIEF passa consideravelmente pelo livro didático. Ao não priorizarmos a historicidade do conhecimento em CN&T, os conceitos aparecem como algo mágico e não como construções historicamente determinadas. Nesse sentido, ao não destacarmos as interfaces ruptura-continuidade, pode-se passar, através deste conhecimento, a idéia de uma linearidade histórica, em que seres humanos, conhecimentos e realidades não serão ensinadas e aprendidas, nem seu movimento de estar sendo, nem como integrantes de uma totalidade que compõe a realidade concreta.

Assim, em grande medida, no ensino de CN&T, parte-se dos modelos abstratos. Desta forma, privilegia-se o momento da reflexão abstraída das teorias, secundarizando a construção da criatividade que caracteriza o espírito científico. Com essa abordagem, privilegia-se a formulação de respostas em detrimento da problematização da realidade.

Isto está diretamente relacionado com o fato da maioria dos professores de CN&T ainda atuarem pautados por um único livro didático. O que impõe sérias limitações a uma educação dialógico-problematizadora nas SIEF. Como, na prática escolar, são os livros didáticos que configuram o currículo, a visão de CN&T oferecida aos estudantes é a que estes apresentam.

Alguns livros didáticos ainda expressam os "passos" do método científico como sendo observação, hipótese, experimentação, comprovação e teoria. Parece ser este o único método nas CN&T. Essa visão, contudo, não é aceita pela comunidade de científico-tecnológica atualmente. Idéias mais recentes,

como a falseabilidade (Popper), revoluções científicas (Kunh), ou "tudo vale" (Feyerabend), as quais estão presentes nos debates sobre CN&T, ainda não se tornaram conteúdos escolares dos livros didáticos.

Nesse sentido, é interessante apresentar a visão de Chalmers (1993 e 1994), que discute o que é ciência, relacionando a sua história com as concepções apresentadas por filósofos que se ocupam com a gênese e o desenvolvimento do conhecimento em CN&T. Na primeira obra Chalmers (1993) propõem-se a responder "O que é ciência afinal?". Em obra posterior (CHALMERS, 1994), explicita as relações das CN&T com outras atividades, bem como as determinações sofridas por aquela.

Um ponto a ser destacado diz respeito a localização sóciohistórica que é feita em relação à atividade em CN&T. Neste sentido, supera as visões internalistas da ciência, explicando-a segundo critérios baseados apenas nela própria. Conseqüentemente, não a vê como uma atividade que sofre determinações sociais, históricas e econômicas. Uma característica geral, explícita e essencial das CN&T na perspectiva de Galileu é o fato de que ela produziu e gerou atividades experimentais. Essas atividades envolveram ações intencionalmente planejadas na realidade (o que inclui obviamente a natureza), sempre orientada e informada pela teoria. Uma situação artificial (mediada por tecnologias) é sempre construída com o propósito de explorar e "testar" o modelo teórico proposto. Essa prática experimental, historicamente determinada, estava bastante ausente das CN&T antes de Galileu (CHALMERS, 1993).

É Justamente a imprecisão das ações

intencionais na realidade, o que tem mobilizado os cientistas a proporem novos experimentos. A meta é sempre buscar estabelecer a melhor relação possível entre fenômenos e a teoria aceita.

Neste sentido, haverá sempre lacunas, as quais impulsionam o progresso científico-tecnológico. Progresso que não pode ser entendido como um caminho livre de conflitos ou interesses antagônicos (muitas vezes implícitos nos livros didáticos de CN&T). Estes interesses, de certa forma, estão na própria base do pensamento hegemônico atual. Talvez por isso, consideraram as CN&T como uma forma de empreendimento superior a qualquer outra (por exemplo, arte, filosofia ou educação).

Além disso, esta perspectiva de desenvolvimento científico-tecnológico oculta o próprio papel das CN&T, como instrumento de legitimação do domínio das classes dirigentes sobre as dirigidas. Pois o processo de racionalização (entendido como os meios utilizados para se chegar a fins determinados) de todas as instâncias sociais, encontra respaldo em procedimentos "cientificamente" orientados.

Afinal o fenômeno social desta "peculiar" fusão entre ciência e tecnologia, racionalidade e opressão, tem sido interpretado como o modo de projetar o mundo, segundo determinados interesses de classe e pela situação histórica (HABERMAS, 1984). Por isso, acreditamos que interesses e conhecimentos, em especial das CN&T caminham juntos na história da humanidade.

Assim, a superioridade do conhecimento das CN&T é posta em xeque, uma vez que não há desenvolvimento livre de interesses e idéias

que conformam a sociedade num dado momento. Em relação aos materiais didáticos de CN&T, estas concepções apresentadas aos estudantes permanecem no século passado (na maioria das vezes de forma implícita) (ANGOTTI, 1994).

Estas concepções sobre CN&T contribuem para distanciá-las dos sujeitos escolares, uma vez que tende a enumerar fatos, datas e nomes, sem contextualizá-los na época em que ocorreram. Não há, também, menção aos problemas ou dificuldades experienciados pelos cientistas ou pela comunidade científica durante suas atividades. Dessa forma, vão se criando e perpetuando na escolaridade desde as SIEF os mitos da ciência: o conhecimento científico como verdade absoluta e o cientista como um gênio acima da humanidade e do seu tempo (GRABAUSKA, 1999).

Exercício de Compreensão: Segundo o texto, qual concepção atual de CN&T que ainda não é muito abordada pelos livros didáticos? (prioritário)



Atividade Final

- 1) Quais os problemas de ensinar CN&T como algo mágico e não como construção da humanidade?
- 2) Quais as implicações formativas de ensinar nas SIEF os passos do "método científico", conforme estão em alguns livros didáticos de CN&T?

DA: Como você abordaria o conhecimento em CN&T numa atividade experimental nas SIEF?

Referências

Referências Bibliográficas

UNIDADE A

ABEGG, I. **Ensino-investigativo de ciências naturais e suas tecnologias nas séries iniciais do ensino fun.** Dissertação de Mestrado. PPGECT/UFSC, 2004.

BARRETTO, E. S. **Os currículos do ensino fundamental para as escolas brasileiras.** Campinas, SP: Autores Associados: São Paulo: Fundação Carlos Chagas, 1998.

BRASIL, Secretaria da Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais.** Secretaria da Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997a, 126p. (Em URL: <http://www.mec.gov.br>)

BRASIL, Secretaria da Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais.** Secretaria da Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997b, 136p. (Em URL: <http://www.mec.gov.br>)

FERREIRA, P. P. **Caixas de leite podem proteger telhados.** Revista Ciência em dia. Disponível no site <<http://www.uol.com.br/cienciahoje/chdia/n272.htm>> Acesso em 05/10/2002.

LIMA, M. E. C. de Castro e outros. **Aprender Ciências: um mundo de materiais:** livro do professor. Belo Horizonte: Ed. UFSM, 1999.

LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro. **Aprender Ciências: um mundo de materiais:** livro do aluno. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1999.

NIGRO, Rogério G. **Ciências: livro do professor.** São Paulo: Ática, 2001. – (Vivência & construção).

SANTOS, M. E. N. V. M. **Encruzilhadas de mudança no limiar do século XXI co-construção do saber científico e da cidadania via ensino CTS de ciências.** Atas do II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Valinhos, São Paulo, 1999.

SANTOS, W. L. P e MORTIMER, E. F. **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-tecnologia-Sociedade) no contexto da Educação Brasileira.** Revista Ensaio- Pesquisa em Educação em Ciência. Vol.2, nº 2, 2000, p. 133-162.

SANTOS, W. L. P. e SCHNETZLER, R. P. **Educação em química: compromisso com a cidadania.** Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 1997. (Coleção educação).

SOUTO, C. **Verão, época de cuidados.** Revista Ciência Hoje das Crianças. Disponível em <http://www.ciencia.org.br>, acessado em setembro de 2003.

TOSI, Lúcia. **A transformação dos Alimentos.** Revista Ciência Hoje na Escola. Disponível em <<http://www.ciencia.org.br/che>> acessado em abril de 2003. Artigo publicado originalmente no volume 6 da coleção Ciência Hoje na Escola.

UNIDADE B

ABEGG, I.; DE BASTOS, F.P. e SAITO, C.I. **Relatório de Avaliação do status de informação do professorado e diretrizes para a elaboração de material didático do subprojeto Educação Ambiental PROBIO. CNPq/MMA/UnB. Brasília, 2005.**

ABEGG, I. **Redes e Ambientes na Educação Científica e Tecnológica na Escolaridade Fundamental.** Ante-Projeto de Doutorado. Santa Maria, 2005.

ABEGG, I. **Ensino-investigativo de ciências naturais e suas tecnologias nas séries iniciais do ensino fundamental.** Dissertação de Mestrado. PPGECT/UFSC, 2004.

ABEGG, I. ; de BASTOS, F. P. **ática de ensino-investigativa em Ciência Naturais e suas Tecnologias:** exemplar de uma experiência em séries iniciais. Revista electrónica de enseñanza de las ciencias, Vol. 4 n. 3, 2005, artículo 9. Em <<http://www.saum.uvigo.es/reec>>

ABEGG, I.; DE BASTOS, F.; MALLMANN, E. M. **Momentos pedagógicos dialógico-problematizadores:** sendo desafiados nas aulas. Santa Maria, UFSM, 2001. Disponível em: <<http://amem.ce.ufsm.br>>. Acesso em 26/08/05.

ACEVEDO DÍAZ, J. A; e outros. **Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas.** Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. Vol. 2 N° 2, 2003

ANGOTTI, J. A. P. **Fragmentos e Totalidades no Ensino de Ciências.** Tese de Doutorado, FEUSP/IFUSP, São Paulo, SP, 1991.

ANGOTTI, J.A. e DELIZOICOV, D. **Metodologia do ensino de física.** Florianópolis: laboratório de Ensino à distância, 2001.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento.** Tradução: Estela Dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BRASIL, Secretaria da Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais.** Secretaria da Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997b, 136p. (Em URL: <http://www.mec.gov.br>)

CARVALHO A. M. P. e LIMA M. da C. B. **Comprovando a necessidade dos problemas.** Atas do VIII Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física – EPEF. Águas de Lindóia, São Paulo, 2002.

COSTA, S. S. C. e MOREIRA, M. **A. ção de Problemas II: Propostas de Metodologias Didáticas.** In: Revista INVESTIGAÇÕES EM ENSINO DE CIÊNCIAS. N.1, Vol.2. Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

DE BASTOS, F. D. P. **Organização conceitual da melhor solução educacional do momento.** Santa Maria, 2001. Disponível em: <<http://amem.ce.ufsm.br/amem.php>>

DELIZOICOV, D. e ANGOTTI, J.A. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1991. (Coleção Magistério 2º Grau. Série formação do professor).

DELIZOICOV, D. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

FELDMAN, A. & CAPOBIANCO B. (2000). **Action Research in Science Education**. ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education. Disponível em <<http://www.ericse.org/digests/dse00-01.html>> Acesso em 30/09/02.

FERREIRA, P. P.(2002). **Caixas de leite podem proteger telhados**. Revista Ciência em dia. Disponível no site <<http://www.uol.com.br/cienciahoje/chdia/n272.htm>> Acesso em 05/10/2002.

FREIRE, P. **A sombra desta mangueira**. São Paulo: Olho d'Água, 1995.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1996.

FOUREZ, G. **Alfabetización Científica y Tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias**. Ediciones Colihue, Buenos Aires, Argentina, 1994.

FOUREZ, G. ENGLEBERT-LECOMPTE, V. e MATHY, F. **Saber sobre nuestros saberes: Un léxico epistemológico para la enseñanza**. Ediciones Colihue,(Colección nuevos caminos). , Argentina, 1997.

GARCÍA, J. E. & GARCÍA, F. F. **Aprender investigando: una propuesta metodológica basada en la investigación**. Sevilla: Diada. 1989.

GIL PÉREZ, D. et al. **Questionando a didática de R.P.: elaboração de um modelo alternativo**. Cadernos Catarinenses de Ensino de Física, 9(1): 7-19, 1992.

GIL PEREZ, D. et al. **Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio?** Enseñanza de las Ciencias, v. 17, n.2, 1999.

GRABAUSKA, C. **Investigação-ação na formação dos profissionais da educação: redimensionando as atividades curriculares de ciências naturais do curso de pedagogia**. Tese de Doutorado. PPGE/UFSM, 1999.

KENSKI, V. M. **Tecnologias e ensino presencial e a distância**. Campinas, São Paulo: Papirus 2003.

KRAETZIG, S.M.M e AMORIM, M.A.L. **Investigando o jogo como recurso didático no ensino de ciências/biologia**. In.: Atas do III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Atibaia, SP, 2001.

LINN, M. C. **Promover la educación científica a través de las tecnologías de la información y comunicación (TIC)**. Revista Enseñanza de las Ciencias, 2002, 20 (3), 347-355.

MALLMANN, E. M. **Monitoramento eletrônico das tarefas extraclasse: Acoplando aprendizagens presencial e a distância.** Dissertação de Mestrado. PPGE/UFMS, 2004.

MAZZARDO, M. D. **Investigando as potencialidades dos ambientes virtuais de ensino-aprendizagem na formação continuada de professores.** Dissertação de Mestrado. PPGE/UFMS, 2005.

MEMBIELA, P. **Investigación-acción en el desarrollo de proyectos curriculares innovadores de ciencias.** Revista Enseñanza de las Ciencias 20 (3), 2002.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F.S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel.** São Paulo: Moraes, 1982.

NETO J.C.N.L. e SILVA D. da. **Ensino de tecnologia: uma investigação em sala de aula.** Atas do VIII EPEF, Águas de Lindóia, São Paulo, 2002.

SANTOS, M. E. N. V. M. **Encruzilhadas de mudança no limiar do século XXI co-construção do saber científico e da cidadania via ensino CTS de ciências.** Atas do II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Valinhos, São Paulo, 1999.

SANTOS, W. L. P e MORTIMER, E. F. **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da Educação Brasileira.** Revista Ensaio- Pesquisa em Educação em Ciência. Vol.2, nº 2, 2000, p. 133-162.

SOUZA, C. A. **Investigação-Ação Escolar e Resolução de Problemas de Física: O potencial dos meios tecnológico-comunicativo.** Tese de Doutorado. PPGE/UFSC, 2004.

VÁSQUEZ, S. e Outros. **Planteo de situaciones problemáticas como estrategia integradora en la enseñanza de las ciencias y la tecnología.** Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. Vol 3 N° 1, 2004.

XAVIER, G.F. e HELENE, A. F. **Ciência e Tecnologia Para um Brasil Digno.** Revista da ADUSP. São Paulo, USP, n. 29:p 41-48, maio 2003.

UNIDADE C

ABEGG, I. e outros. **Cadeia Alimentar: Modelos e Modelizações no Ensino de Ciências Naturais.** In: IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Bauru, 2003. Atas do IV ENPEC, Bauru, São Paulo: UNESP, 2003. V.1. p. 1-1.

ALMEIDA, M. A. V., BASTOS, H. F. B. N., MAYER, M. **Entre o sonho e a realidade: comparando concepções de professores de 1ª a 4ª séries sobre ensino de ciências com a proposta dos PCNS.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. Vol. 1, nº 2, maio/ago 2001.

ASTOLFI, Jean-Pierre e DELEVAY, Michel. **A Didática das Ciências.** Tradução Magda S. S. Fonseca. Campinas, São Paulo: Papyrus, 6 ed. 2001.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento.** Tradução: Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BACON, Francis. **Novum Organum ou Verdadeiras Indicações Acerca da Interpretação da Natureza.** Tradução de José Aluysio Reis de Andrade. São Paulo: 2ed. Abril Cultural, 1979.

BASSANEZI, R. **A modelagem matemática**. Dynamis, Blumenau, 1 (7), 55-83, abr/jun, 1994.

BRASIL, **Lei 9394/96 de 20/12/96 – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília (DF): Diário Oficial da União, nº 248 de 23/12/1996.

BRASIL, **Lei 4.024/61 – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília (DF): Diário Oficial da União, 1961.

BRASIL, Secretaria da Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais**. Secretaria da Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997a, 126p. (Em URL: <http://www.mec.gov.br>)

BRASIL, Secretaria da Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais**. Secretaria da Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997b, 136p. (Em URL: <http://www.mec.gov.br>)

BUNGE, M. **Teoria e realidade**. São Paulo: Perspectiva, 1974.

CARR, W. e KEMMIS, S. **Teoria Crítica de la Enseñanza: Investigación-Acción en la Formación del Profesorado**. Barcelona: Martinez Roca, 1988.

CARVALHO, A. M. P. D.; PEREZ, D. G. **O Saber e o Saber Fazer do Professor**. In: Amelia Domingues de Castro e Anna Maria Pessoa de Carvalho [Org.] Ensinar a ensinar: Didática para a escola fundamental e média. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

CHEVALLARD, Y. **La transposición Didáctica – Del Saber Sábido al Saber Enseñado**. Argentina. La Pensée Sauvage, 1991.

DE BASTOS, F. P. **Indícios (?) Emancipatórios (?) na prática da Investigação-Ação Educacional?** In: Atas da VI Escola de Verão de Investigação-Ação Educacional. Santa Maria: UFSM, 2000b.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987.

FREIRE, P. **À Sombra desta Mangueira**. São Paulo: Olho d'Água, 1995.

HABERMAS, J. **Conhecimento e Interesse**. Rio de Janeiro: Abril, 1975 (Coleção Os Pensadores)

HARRES, J. B. S. **Concepções de professores sobre a natureza da ciência**. Tese de Doutorado, Porto Alegre: PUCRS, 1998.

KUHN, T. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. São Paulo: Perspectivas, 1975.

LIBÂNEO, J. **Democratização da Escola Pública: a pedagogia crítico-social dos conteúdos**. São Paulo: Loyola, 1986.

LOPES, A. R. C. **Contribuições de Gaston Bachelard ao Ensino de Ciências**. In: Enseñanza de las Ciencias, Barcelona, Universidade Autônoma de Barcelona, v.11, n. 3, p. 324-330, 1993.

MAZZARDO, M. D. **Investigando as Potencialidades dos Ambientes Virtuais de Ensino-Aprendizagem na Formação Continuada de Professores.**

Dissertação de Mestrado. PPGE/UFSM, 2005.

MONTEIRO, M. A. A. ; TEIXEIRA, O. P. B. **A identidade do professor das séries iniciais do ensino fundamental e ensino de ciências: uma análise de alguns fatores que influenciam a atividade docente.** Atas do III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciências. Valinhos, São Paulo, 2001.

OLIVA, A. **Epistemologia: a Cientificidade em questão.** Campinas, São Paulo: Papyrus, 1990.

PINHO ALVES, J. **Atividades Experimentais: do Método à Prática Construtivista.** Tese de Doutorado, PPGE/UFSC, 2000.

PINHO ALVES, J. **Instrumentação para o Ensino de Física.** Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância, 2001.

RAMOS, E.M.F. **Crenças e Circunstâncias: Perspectivas de Professores do Ensino Fundamental sobre o Ensino de Ciências.** In: CD-Room Atas do VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Águas de Lindóia. São Paulo, 2002.

SOUZA, C. A. **Investigação-Ação Escolar e Resolução de Problemas de Física: O Potencial dos Meios Tecnológico-Comunicativo.** Tese de Doutorado. PPGE/UFSC, 2004.

ZYLBERSZTAJN, A. **Revoluções Científicas e Ciência Normal na Sala de Aula.** Tradução, com algumas modificações, do ensaio "Teaching in the light of Kuhn", deste autor, publicado em Gilbert, J., C., and Pope, M. (orgs.) Diploma in the Practice of Science

Education, Module C5 (The Processes of Science and Technology). Londres, University of Surrey and Roehampton Institute, 1986.

UNIDADE D

BORGES R.M.R. **et al Contribuições de um museu interativo à construção do conhecimento científico.** Investigações no Ensino de Ciências, PUC-RS - Porto Alegre -RS, Vol. 4 ,Num. 3 , pág113-, Set/Dez 2004.

GRABAUSKA, C.J. **Investigação-ação na formação dos profissionais da educação: redimensionando as atividades curriculares de ciências naturais no curso de pedagogia.** Tese de Doutorado,UFSM,1999.

HARRES, J.B.S. **Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a natureza da ciência e suas implicações para o ensino.** Investigações no ensino de ciências. Porto Alegre, Vol. 4, N. 3, dezembro de 1999.

HOERNING, M.A. & PEREIRA A.P. **As aulas de ciências iniciadas pela prática: O que pensam os alunos.** Revista ABRAPEC, Porto Alegre, Vol. 4 Num. 3, pág 19, Set/Dez 2004.

MONTEIRO M.A.A & Teixeira O.P.B. **O ensino de física nas séries iniciais do ensino fundamental: um estudo das influências das experiências docentes em sua prática em sala de aula.** Investigações em ensino de ciências, Porto Alegre -RS, Vol. 9, N. 1, Março

de 2004a.

MONTEIRO M.A.A & Teixeira O.P.B. **Interações dialógicas em aulas de ciências nas séries iniciais do Ensino Fundamental.** Investigações em ensino de ciências, Porto Alegre, Vol. 9, N. 3, dezembro de 2004b .

FREITA. D & VILLANE A. **Formação de professores em ciências: um desafio sem limites.** Investigações em ensino de ciências, Porto Alegre, Vol 7, N.3, dezembro de 2002;

Unidade E

BUSCAGLIA, L. **Os Deficientes Também São Pessoas. Os Deficientes e Seus Pais – um desafio ao aconselhamento.** Rio de Janeiro: Record, 1993.

BAQUERO, R. **Vygotsky e a Aprendizagem Escolar.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

CAZELLI, S et al. **Tendências pedagógicas das exposições de um museu de ciência.** Seminários Internacional de centros e museus de ciência Implementation of science Centers and Museums, 1999.

icapped. Joperd, p.48-52, jan., 1998.

CAPUTO, M.E. e FERREIRA, D.C. **Inclusão de pessoas portadoras de necessidades especiais na Educação Física escolar.** In: I Congresso Latino-Americano de Educação Motora. **Anais...**, Foz do Iguaçu, 1998. p. 625.

CARVALHO, R. E. **Temas em Educação Especial.** Rio de Janeiro: WVA Ed., 1998.

CHALMER, A. F. **O que é ciência afinal?** São Paulo, Brasiliense, 1993.

CHALMERS, A.F. **A fabricação da ciência.** São Paulo, Unesp Editora, 1994.

BORGES, A.F. **A pedagogia educacional diferenciada**

num ambiente educacional diferenciado. O caso de ensino de ciências no Brasil. UEM

COSTA.M.A.F & DA COSTA M.F.B. **Práticas educativas para o ensino de biosegurança: uma experiência com alunos surdos.** Revista do centro de educação. Edição: 2004, n.24

DAL PIAN, M. C. 1992. **O Ensino de ciência e Cidadania.** Em Aberto, Brasília, ano11, n.55, p. 49-56, jul./set.

DARTIGUES, A. **O que é a fenomenologia?** Rio de Janeiro: Eldorado, 1973.

DELIZOICOV D & ANGOTTI, J. **Metodologia do Ensino de ciências.** São Paulo, Cortez, 1990.

FREIRE, P. 1996. **A Pedagogia da Autonomia.** São Paulo: Cortez.

FIGUEIRA, E. A Imagem do Portador de Deficiência Mental na Sociedade e nos Meios de Comunicação. **Integração,** Ano 6, no. 15, MEC, Brasília, 1995.

FOUREZ, G. **Crise no ensino de ciências?.** Investigações em ensino de ciências., São Paulo, v.8,n.2, 2003.

GHEZZO, R. **Educação Inclusiva, Diferenças e Mudança Cultural.** Porto Alegre, 12 de julho de 1999. Palestra promovida pelo Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e da Secretaria Municipal de Educação. Professor do Centro di Documentazione per L'integrazione AIAS – Projeto Calamaio, em Bologna, Itália.

HOPFENGER, W. et ali. **Accelerated Schools** (paper for the Consortium for Policy Research in Education - report series), Stanford, 1990.

KRUG, N. H. **A inclusão de pessoas portadoras de necessidades educativas especiais na educação física escolar.** Revista do centro de educação, Edição: 2002, Nº 19.

LAKATOS, I e MUSGRAVE, A (orgs) **A crítica e o desenvolvimento do conhecimento.** São Paulo,

EDUSP/ CULTRIX.1976.

LEVY, P. **As Tecnologias da Inteligência: o Futuro do Pensamento na Era da Informática**. São Paulo: Editora 34, 1996.

LEVIN, H.; SOLER, P. **Accelerated Schools: Can they work in Brasil?** (paper for the Consortium for Policy Research in Education - report series) Stanford, 1992.

MARTINS, J. **A modalidade fenomenológica de conduzir pesquisa em psicologia**. Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 1988. Notas.

MARANDINO, M. 1994. **O Ensino de Ciências e a Perspectiva da Didática Crítica**. Rio de Janeiro. Tese de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação da PUC/RJ.

SCHLÜNZEN, E. T. M. **Mudanças nas práticas pedagógicas do professor: criando um ambiente construcionista, contextualizado e significativo para crianças com necessidades especiais físicas**. 2000, 240 f. Tese (Doutorado em Educação: Currículo), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2000.

SCHLÜNZEN, K. J. **O resgate de valores com ambientes construcionistas, contextualizados e significativos**. In: SANTOS, G. A.; SILVA, D. J. (Org.). Estudos sobre ética: a construção de valores na sociedade e na educação. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2002.

SHULMAN, L. S. 1987. **Knowledge and Teaching: foundations of the new reform**. Harvard Educational Review. v.57, n.1, p. 1-22.

SCHWARTZMZN, J.S. Integração: do que e de quem estamos falando? In: **A integração de pessoas com deficiência - contribuição para uma reflexão sobre o tema**. São Paulo: MEMNON, Editora SENAC, 1997.

TIJIBOY, V. A & HOGETOP. L. **Ressignificando a concepção de "deficiência" através de ambientes de aprendizagem computacionais telemáticos**.

Revista do centro de educação. Edição Nº 18, 2001.

SOUSA D C B, DOS SANTOS D.A.N, SCHLÜNZEN E.T.M **Uso das tecnologias de informação e comunicação para pessoas com necessidades educacionais especiais como contribuição para inclusão social, educacional e digital** . Revista do centro de Educação.Edição Nº 25, 2005.

VALENTE, J. A. **Liberando a mente: computadores na Educação Especial**. Campinas: Unicamp, 1991.

VYGOTSKY, L.S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1987.

