



1150095879



FE

T/UNICAMP M762a

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

TESE DE DOUTORADO

**APRENDIZAGEM BASEADA EM CASOS NAS AULAS DE
FÍSICA DO ENSINO MÉDIO**

Autor: Valter César Montanher

Orientador: Pedro da Cunha Pinto Neto

TESE DE DOUTORADO APRESENTADA A
FACULDADE DE EDUCAÇÃO DA UNICAMP PARA
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE DOUTOR NA ÁREA DE
CONCENTRAÇÃO: Ensino, Avaliação e Formação de
Professores

Campinas
2012

Prof. Dr. Dario Florentini
Coordenador do Programa de Pós-Graduação
Faculdade de Educação - Unicamp
Matrícula: 21552-0

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO**

TESE DE DOUTORADO

**Título APRENDIZAGEM BASEADA EM CASOS NAS
AULAS DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO**

Autor: Valter César Montanher

Orientador: Pedro da Cunha Pinto Neto

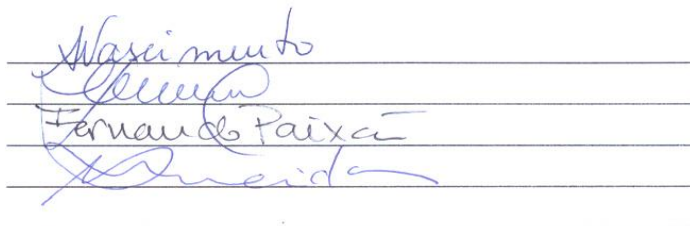
Este exemplar corresponde à redação final da Tese defendida por
Valter César Montanher e aprovada pela Comissão Julgadora.

Data: 30 / 01 / 2012

Assinatura Orientador



COMISSÃO JULGADORA:



2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA
DA FACULDADE DE EDUCAÇÃO/UNICAMP
GILDENIR CAROLINO SANTOS – CRB-8ª/5447

M762a Montanher, Valter César, 1967-
Aprendizagem baseada em casos nas aulas de física do ensino médio / Valter César Montanher. -- Campinas, SP: [s.n.], 2012.

Orientador: Pedro da Cunha Pinto Neto.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação.

1. Ciência e tecnologia. 2. Aprendizagem baseada em problemas. 3. Física – Estudo e ensino. 4. Ensino de ciências. 5. Ensino médio. I. Pinto Neto, Pedro da Cunha. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação. III. Título.

11-212/BFE

Informações para a Biblioteca Digital

Título em inglês: Case-based learning physics classes in high school

Palavras-chave em inglês:

Science and technology

Problem based learning

Physics – Study and teaching

Science teaching

High school

Área de concentração: Ensino, Avaliação e Formação de Professores

Titulação: Doutor em Educação

Banca examinadora:

Pedro da Cunha Pinto Neto (Orientador)

Maria Cristina de Senzi Zancul

Silvania Sousa do Nascimento

Fernando Jorge da Paixão Filho

Maria José Pereira Monteiro de Almeida

Data da defesa: 30-01-2012

Programa de pós-graduação: Educação

e-mail: vcmontanher@gmail.com

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente ao meu orientador, Prof. Dr. Pedro da Cunha Pinto Neto, pela amizade, por esta oportunidade, pela confiança no meu trabalho e pelo aprendizado proporcionado nestes anos de convívio intelectual.

Agradeço especialmente à Profa. Dra. Maria José Pereira de Almeida por ter me aproximado do gepCE e com isso proporcionado momentos de desenvolvimento intelectual e humano.

Agradeço à Profa. Dra. Elisabeth Barolli e à Profa. Dra. Maria Cristina de Senzi Zancul por aceitarem o convite e pelas sugestões valiosas da qualificação.

Agradeço aos meus grandes amigos do gepCE pela amizade, confiança e pela paciência de ter compartilhado ideias e emoções ao longo destes anos.

Agradeço à Profa. Dra. Anna Maria Pessoa de Carvalho e à Profa. Dra. Maria Lúcia Vital dos Santos Abib e a todos os amigos do LAPEF-USP com os quais muito aprendi.

Agradeço aos meus recentes amigos do IFSP-PRC que ouviram falar inúmeras vezes destas ideias que levam nada a lugar nenhum, como costuma dizer o Prof. Dr. Luiz Henrique Geromel.

Especial agradecimento: a meu Pai, Valter, e minha mãe, Celina, que tiveram a generosidade de colaborar com Deus dando-me a vida e dois irmãos para compartilhá-la.

Enfim, agradeço àqueles que direta ou indiretamente contribuíram e me ajudaram com suas presenças em minha vida e peço desculpas pelos transtornos que ocasionei durante a elaboração deste trabalho.

A todos meu muito obrigado.

*Dedico este trabalho a minha mãe
Celina, ao meu pai
Valter
e aos meus irmãos Valéria e Victor.*

LISTA DE TABELAS

1 -	<i>Protocolo geral de avaliação da produção escrita dos alunos quando solucionam um caso na perspectiva da ABC.</i>	90
2 -	<i>As aulas exclusivas com o Caso BQ em 2009.</i>	104
3 -	<i>As aulas exclusivas com o Caso BQ em 2010.</i>	104
4 -	<i>Critérios para a aplicação do protocolo da avaliação da produção escrita dos alunos quando solucionam o Caso BQ na perspectiva da ABC.</i>	131
5 -	<i>Resultado da aplicação do protocolo de avaliação dos e-mails individuais dos alunos quando resolvem o Caso BQ em 2009.</i>	131
6 -	<i>Utilização de procedimentos com um sentido global pelos estudantes quando solucionam o Caso BQ em 2009.</i>	132
7 -	<i>Resultado da aplicação do protocolo de avaliação dos e-mails individuais dos alunos quando resolvem o Caso BQ em 2010.</i>	133
8 -	<i>Utilização de procedimentos com um sentido global pelos estudantes quando solucionam o Caso BQ em 2010.</i>	134
9 -	<i>Textos de referências para o Caso IA.</i>	143
10 -	<i>As aulas exclusivas com o Caso IA em 2009.</i>	164
11 -	<i>As aulas exclusivas com o Caso IA em 2010.</i>	165
12 -	<i>As perguntas críticas e os meus marcos de aprendizagem.</i>	178
13 -	<i>Critérios para a aplicação do protocolo da avaliação da produção escrita dos alunos quando solucionam o Caso IA na perspectiva da ABC.</i>	181
14 -	<i>Resultado da aplicação do protocolo de avaliação das cartas individuais dos alunos quando resolvem o Caso IA em 2009.</i>	182
15 -	<i>Utilização de procedimentos com um sentido global pelos estudantes quando solucionam o Caso BQ em 2009.</i>	183
16 -	<i>Resultado da aplicação do protocolo de avaliação das cartas individuais e em grupo dos alunos quando resolvem o Caso IA 2010.</i>	183
17 -	<i>Utilização de procedimentos com um sentido global pelos estudantes quando solucionam o Caso IA em 2010 individualmente e em grupo.</i>	185

RESUMO

É analisada uma experiência didática em que recorro a *Aprendizagem Baseada em Casos (ABC)* como estratégia de ensino em aulas de Física no ensino médio em uma escola pública de Campinas, na qual fui, durante três anos, concomitantemente professor e pesquisador. A ABC é uma estratégia de ensino e aprendizagem ativa e centrada no aluno, que se vale de *Casos* sobre indivíduos enfrentando decisões ou dilemas, na qual os alunos são incentivados a se familiarizar com os personagens e circunstâncias de modo a compreender os fatos, valores e contextos presentes com o intuito de apresentar uma solução, que supõe um posicionamento, uma decisão. Ao trabalhar com um *Caso*, o aluno pode desenvolver certas competências e habilidades além dos saberes e conceitos mobilizados para a solução. Neste trabalho elaborei dois Casos, cujos temas são: o melhor sistema para um banho quente barato e irradiação de alimentos. A partir dos conhecimentos e questionamentos desenvolvidos na *ABC* foram posteriormente abordados os conteúdos de Física previstos no bimestre relacionados com os *Casos*. A análise das aulas e da produção escrita dos alunos evidenciaram aprendizagens de conhecimento físico e desenvolvimento de habilidades e competências pelos alunos. Comunicam suas ideias com uma clareza maior, manifestam uma capacidade de analisar problemas complexos de um modo mais crítico; percebe-se uma mudança em sua capacidade para tomar decisões como algo próprio; apresentam-se mais curiosos; seu interesse geral na aprendizagem tende a aumentar, bem como seu respeito pelas opiniões, atitudes e crenças divergentes da sua. Alguns chegam a ler sobre os conteúdos para aprofundar no assunto meses depois de terminadas as aulas com a ABC. Ocorrem discussões sobre os temas do Caso durante o intervalo das aulas e alguns relataram as que haviam tido em seus lares e com amigos alheios a escola. Apesar das limitações apontadas, acredito que a utilização da ABC com Casos que exija do aluno a mobilização de conhecimentos prévios articulado com conhecimento novo para a solução do Caso, promova uma aprendizagem integradora do conhecimento cotidiano do aluno com a informação científica, um ensino de Física que promova que os alunos sejam capazes de aplicar parte de sua aprendizagem

para entender não somente os fenômenos naturais que os cercam, mas também as tecnologias com suas relevantes consequências sociais. Considero que a ABC é uma estratégia de ensino promissora da qual pode se valer o professor de Física no ensino médio, contribuindo para uma aprendizagem mais significativa dos alunos, ampliando os horizontes do significado do conhecimento físico em seu cotidiano, principalmente para aqueles que não seguirão carreiras diretamente relacionadas à Física. Compartilho a experiência e conclusões com os leitores que se interessarem pela ABC em aulas de Física no ensino médio, e um olhar para aqueles que procuram compreender como um professor se desenvolve profissionalmente ao utilizar uma nova estratégia de ensino com seus alunos. As evidências obtidas apontam que a ABC promove o ensino e a aprendizagem apontadas na literatura também em aulas de Física no Ensino Médio.

ABSTRACT

It is considered a didactic experience in which I investigate the Case Based Learning (CBL) as a teaching strategy in Physics in a public high school of Campinas in which I was concurrently professor and researcher for three years. The ABC is an active teaching strategy based on the student, and use cases about persons facing decisions and dilemmas, and students are motivated to get acquainted with characters e circumstances to understand the facts, values and contexts intended presenting a solution that supposes a position, a decision. Dealing with a Case, the student develops some expertise and ability beyond the knowledge and concepts mobilized to solution. On this paper, I elaborate two Cases: best system to a hot bath and cheap and aliment irradiation. With the knowledge and questions previously developed in the CBL we work up with Physics subjects related with Cases expected for the previously two months. Classes and students texts analysis made clear Physics knowledge apprenticed and the student's develop of expertise and ability. They can communicate better their ideas, show better capacity to analyze complex problems more critically; it's possible to realize a change in their capacity to make decisions as something personal; they're more curious; they're interest in learning tend to get better, as well their respect for other's opinions, attitudes, beliefs. Some read texts to deepen in the subject months after the end of the classes. Discussions about the Case during the breaks are common and some reported have conversations in their homes and friends. In spite of the pointed limitations, I believe the CBL's use demand from student the previously subjects mobilization connected with new knowledge to the Case's solution, promote an integrate learning of the daily knowledge of the student with scientific information, Physics learning which makes the students able to apply the apprentice to learn not just natural phenomenon around them, but also the technologies with their relevant socials consequences. I believe CBL a promising teaching strategy the Physics teacher can use in High School, contributing to a more significant apprentice, extending the horizon of meaning of Physic's daily knowledge, mainly for those who will not be physics. I share this experience and conclusions with the readers who are interest

in CBL in Physics High School classes, and a look for those who try to comprehend how a teacher can proceed in his professional progress using a new teaching strategy with the students. The evidences shown CBL promotes the teaching and the apprentice pointed in literature also in Physic's classes in High School.

SUMÁRIO

1. Apresentação.....	1
1.1 Fundamentos do Ensino e Aprendizagem Baseada em Casos.....	7
1.2 Obstáculos ao ensino com a ABC	11
1.2.1 Aprendizagem colaborativa.....	12
1.2.2 Autorregulação	13
1.3 A ABC à luz dos PCNs+	15
1.3.1 O Mundo Vivencial	15
1.3.2 Concepção de mundo dos alunos.....	16
1.3.3 Sentido da Experimentação	16
1.3.4 Formas de expressão do saber da Física.....	17
1.4 Objetivos.....	19
2. Introdução	21
2.1 Aprendizagem Baseada em Casos (ABC).....	23
2.1.1 O ensino com a ABC	26
2.1.2 As características de um Caso	26
2.2 Os Casos como instrumentos educativos	43
2.3 Critérios para escolha de um Caso	44
2.3.1 Relação com o currículo	44
2.3.2 Qualidade do relato.....	45
2.3.3 Legibilidade	46
2.3.4 Sentimentos intensos	46
2.3.5 Acentuação do dilema	48
2.4 Casos e as áreas de conteúdo.....	49
2.4.1 Onde Conseguir Casos	51
2.4.2 Casos no ensino de ciências.....	53
2.5 Como escrever um caso	57
2.6 Como ensinar com Casos	63
2.6.1 Avaliando o trabalho dos alunos na ABC	66
2.6.2 Trabalho em grupo e avaliação individual	66
3. Desenvolvimento da pesquisa	71
3.1 Professor e pesquisador	71

3.2 A escola e seus personagens	75
3.2.1 O professor	76
3.2.2 Os alunos	76
3.3 A proposta da SEESP	77
3.3.1 Os conteúdos de física	78
3.3.2 A implantação da proposta da SEESP	79
3.3.3 Impressões sobre o ensino e aprendizagem na escola pública	81
3.4 A organização das aulas com a ABC.....	83
3.5 Expectativas.....	85
3.6 Questões observadas e características avaliadas.	87
3.7 Análise do ensino com a ABC.....	90
4. Caso Banho Quente e Barato (BQ)	92
4.1 Justificativa.....	92
4.2 Elaboração do Caso BQ.....	96
4.3 O Caso BQ.....	97
4.4 Condução da aula para o Caso BQ	103
4.5 O ensino com o Caso BQ	109
4.6 Resultados com o Caso BQ	130
5. Caso Irradiação de Alimentos (IA)	136
5.1 Justificativa.....	136
5.2 Elaboração do Caso IA.....	139
5.3 O Caso IA	140
5.4 Condução da aula para o Caso IA	164
5.5 O ensino com o Caso IA.....	167
5.6 Resultados com o Caso IA.....	181
6. Análises e Conclusões	186
Bibliografia.....	194
ANEXOS	202

1. Apresentação

Se o professor resolver a questão somente por meio de argumentos de autoridade, quem o escuta ficará, sem dúvida, convencido de que as coisas são assim, mas não adquirirá nada em ciência e intelecto, e irá embora vazio.

Tomás de Aquino

Ao iniciarmos a segunda década do século XXI, torna-se cada vez mais claro e urgente repensar a escola, em particular, o ensino médio. Essa etapa escolar se mostra, a cada dia, mais vazia de sentido para os nossos alunos, percebendo a escola mais como um ônus social do que uma oportunidade de desenvolvimento pessoal.

Segundo Dubet (2002), atualmente, as instituições, entre elas a escola, perderam significado, exigindo um esforço permanente de justificação, que se assenta muito mais sobre o carisma pessoal do que sobre as competências técnicas dos professores. Neste quadro institucional em que o ator se separa do sistema, há uma distinção mais nítida entre o indivíduo e o seu papel social de professor, o que requer dos professores habilidades de diversas naturezas para motivar os alunos para a aprendizagem.

Nesse contexto, o que significa ser um “bom” e um “mau” aluno? Um estudante que acata a disciplina, que reage às exigências acadêmicas de forma obediente ou alguém que, conhecendo as regras do jogo escolar, efetua a jogada (apoiado e até estimulado pela família) movido pelas “razões práticas” de que nos fala Dubet (2002), se esforçando o mínimo necessário para tirar boas notas que o permita fazer o que realmente o motiva: jogar, passear, ler, navegar na internet, trabalhar (como é comum na escola pública), etc.

Para ilustrar a ideia acima, permito-me contar um episódio pessoal. Alguns alunos convidaram-me para um churrasco oferecido pelos pais de um deles. Após consultar um colega sobre a conveniência, decidi ir. Um deles, ao final do churrasco, dirigiu-se a mim com as seguintes palavras – que a meu ver refletem a situação descrita por Dubet da distinção entre o indivíduo e o professor : “ - Legal o senhor ter vindo! Vou até fazer a lista de exercícios que o senhor pediu”. Interpreto essa fala do aluno como se ele estivesse me fazendo um favor ao fazer a lista, ou seja, como uma contribuição ao meu ensino mais do que à sua aprendizagem. O que me fez pensar que o

meu ensino não tinha nenhum significado para esse aluno, que as minhas aulas de Física nada tinham a acrescentar a sua vida futura.

Há uma enorme cobrança sobre a escola, tanto pelos alunos como por seus pais, para que ela atenda a suas expectativas em um tempo posterior. É comum a pergunta dos alunos: “Por que eu estou aprendendo isso?” Um ensino de Física reduzido à memorização de saberes formais e expresso em exercícios desprovidos de sentido dificilmente terá um potencial de mobilização em diferentes contextos que não seja dentro da própria disciplina.

Ao observar a escola, e o trabalho que nela se desenvolve, noto que as medidas a serem tomadas em direção a uma mudança significativa são complexas, multidimensionais e inter-relacionadas, como sempre o foram. Acredito que uma ação pontual nas disciplinas curriculares não resolverá o problema da escola, mas pode resultar em um melhor ensino daquela disciplina, o que poderia redundar em uma maior aprendizagem para o aluno daquele conteúdo, entre outros benefícios.

A Física ensinada na escola não é a física do físico, embora haja alguma relação. Os saberes ensinados constituem um novo saber, exilados de sua origem, o que é necessário para poderem ser ensinados em determinados níveis escolares. Vale, no entanto, o alerta de que é preciso uma vigilância epistemológica sobre esses saberes e que muitos conteúdos são invenções didáticas que foram inicialmente criadas para facilitar a aprendizagem, mas que acabaram se constituindo em conteúdo de ensino, cujo significado para o aluno é discutível.

Philippe Perrenoud (1998) ressalta que “[...] não é seguro que a simples transposição da física dos físicos seja o melhor meio de fazer os adolescentes que não se destinam a formações científicas pontuais adquirirem algumas noções de física” (p. 488). Essa é uma das preocupações fundamentais contidas nos PCNs – Parâmetros Curriculares Nacionais – (BRASIL, 2000) e em sua complementação, PCNs+ para o Ensino Médio (Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais) (BRASIL, 2002), que apontam para a necessidade de se pensar um ensino de Física centrado nos alunos, e não um amontoado de pré-requisitos que talvez sirvam para os que irão prosseguir em seus estudos nas áreas científicas. Devemos substituir a pergunta “meus alunos podem aprender Física?” por “o que a Física pode fazer por meus alunos?”.

A ideia das práticas sociais de referência discute não só a relação entre as atividades escolares e sociais, mas também a necessidade de considerar a pertinência dos saberes, a ensinar e ensinado, em uma formação geral.

Nesse caso, também seriam referências, por exemplo, as práticas domésticas, culturais e tecnocientíficas. Não seria apenas contextualizar os saberes, mas considerar as práticas em todos os seus aspectos e compreender seus componentes de saberes, implícitos ou explícitos. Consiste ainda em analisar a estrutura desses saberes e seus conceitos centrais. Tais referências poderiam se tornar saberes a ensinar. Isso aponta para uma importante questão no ensino da Física: a relação entre a Física e a tecnologia.

O texto dos PCNs destaca que a interdisciplinaridade ali proposta não se opõe à disciplinaridade do conhecimento, salientando que o conhecimento científico disciplinar é parte essencial da nossa cultura. O que se sugere nesse documento é o desenvolvimento de “[...] conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondem a uma cultura geral e a uma visão de mundo” (BRASIL, 2000, p. 207). Ressaltam que um dos pontos de partida seja o mundo vivencial dos alunos, da escola e da comunidade, pois o que se pretende é o desenvolvimento de competências e habilidades com vistas a *intervenções e julgamentos práticos*. Vale destacar que para os PCNs “vivencial tem mais a ver com a familiaridade dos alunos com os fatos do que com esses fatos serem parte da vizinhança física e social” (BRASIL, 2000, p. 207).

Os PCNs+ constituem considerável avanço na proposição de subsídios aos professores para a implementação da reforma no nível médio e apresentam-se com o objetivo geral de

[...] facilitar a organização do trabalho da escola, em termos dessa área de conhecimento. Para isso, explicita a articulação das competências gerais que se deseja promover com os conhecimentos disciplinares e apresenta um conjunto de sugestões de práticas educativas e de organização dos currículos que, coerentemente com tal articulação, estabelece temas estruturadores do ensino disciplinar na área (BRASIL, 2002, p. 7).

Os autores dos PCNs+ argumentam ainda que as práticas escolares correntes privilegiam um ensino excessivamente disciplinar e descontextualizado, resultando em um desinteresse dos alunos e seu pouco envolvimento com a escola. Ao enfatizarem a necessidade de ampliação dos objetivos educacionais, os PCNs+ afirmam que a escola deveria: “promover todos os seus alunos, e não selecionar alguns; emancipá-los para a participação, e não domesticá-los para a obediência; valorizá-los em suas diferenças individuais, e não nivelá-los por baixo ou pela média” (BRASIL, 2002, p. 12).

É oferecida uma possibilidade pelos PCNs+ para o problema de formalizar as competências em saberes a ensinar, para além dos conteúdos disciplinares. A alternativa encontrada pelo

documento é a articulação entre competências e conhecimentos e a proposição de temas estruturadores. Essa possibilidade de organizar o trabalho escolar reconhecendo a importância das disciplinas, redirecionando as práticas educativas, e objetivando as competências

[...]é a ideia que preside a concepção de temas estruturadores do processo de ensino, para se poder apresentar, com contexto, os conhecimentos disciplinares já associados a habilidades e competências específicas ou gerais (BRASIL, 2002, p. 16).

Em um primeiro momento os PCNs+ destacam a importância do trabalho coletivo dos professores para articular o trabalho das disciplinas. Isso é caracterizado como uma ação de cunho interdisciplinar. No entanto, mais adiante o documento ressalta que “assim como a interdisciplinaridade surge do contexto e depende das disciplinas, a competência não rivaliza com o conhecimento; ao contrário, se funda sobre ele e se desenvolve com ele” (BRASIL, 2002, p. 14). Na sequência, reafirma que “a forma mais direta e natural de se convocarem temáticas interdisciplinares é simplesmente examinar o objeto de estudo disciplinar em seu contexto real, não fora dele” (BRASIL, 2002, p. 14).

Acrescenta ainda que seja necessário desfazer falsas semelhanças entre as disciplinas e que a busca de tais aproximações deveria apoiar-se mais em objetivos pedagógicos que epistemológicos.

Parece haver uma confusão entre interdisciplinaridade e multidisciplinaridade, uma vez que o trabalho coletivo se aproxima mais desta última. Posteriormente, fica mais clara a posição dos PCNs+ em relação à interdisciplinaridade ao propor que surja da contextualização e deva ser buscada no plano pedagógico, considerando se tratar de saber escolar resultado de uma transposição didática.

Em suas orientações os PCNs+ procuram dar um novo sentido para o ensino da Física: “[...] se trata de construir uma visão da Física voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade” (BRASIL, 2002, p. 59). Retomam a importância da contextualização ao afirmar que “[...] as competências em Física para a vida são construídas em um presente contextualizado, em articulação com competências de outras áreas, impregnadas de outros conhecimentos” (BRASIL, 2002, p. 59). Ao mesmo tempo, reconhecem que “[...] os professores têm se sentido perdidos, sem os instrumentos necessários para as novas tarefas, sem orientações mais concretas em relação ao que fazer” (BRASIL, 2002, p. 60). De outra parte, há um reconhecimento pelo documento de que

não existe uma receita pronta para a transposição dessas proposições em práticas escolares concretas.

A constituição de um cidadão contemporâneo, capaz de compreender seu mundo, dificilmente ocorrerá por meio de conteúdos envelhecidos didaticamente, cujo ensino persiste muito mais “consagrado pelo uso” do que por sua pertinência na formação geral do aluno. Ou seja, há necessidade de rever os conteúdos a ensinar, mas não só, uma vez que também as práticas escolares teriam que passar por constantes avaliações, reflexões, e que resultassem em novas ações. Um ponto interessante do parágrafo acima é que os PCNs+ fazem referência a uma física para a vida e reforçam mais uma vez a relevância da contextualização para se atingir os objetivos almejados.

A física seria, portanto, um meio e não um fim, e passa a ser vista como um instrumento para a compreensão do mundo. Todavia, não se podem reduzir, segundo os PCNs+, os conhecimentos a serem aprendidos na Física a uma dimensão pragmática, mas entendê-los “[...] dentro de uma concepção humanista abrangente, tão abrangente quanto o perfil do cidadão que se quer ajudar a construir” (BRASIL, 2002, p. 61).

Ao propor uma abordagem temática, os PCNs+ ressaltam que os objetivos educacionais do trabalho pedagógico orientado por competências terão que ser bem claros, a fim de não reduzir os temas ao tratamento dos conteúdos disciplinares específicos. Para tanto, as escolhas de conteúdos deverão ser criteriosas, para poder atingir os objetivos amplos desejados. A principal intenção da estratégia didática apoiada em temas estruturadores sustenta-se na crença de que “[...] os temas de trabalho, na medida em que articulam conhecimentos e competências, transformam-se em elementos estruturadores da ação pedagógica, ou seja, em temas estruturadores” (BRASIL, 2002, p. 69).

O quadro acima desafia a escola e o professor à reflexão e à experimentação com o intuito de alcançar os objetivos propostos. Entretanto, ao professor raramente é facultada a oportunidade de uma “*experimentação didática*”, tornando essas ações pontuais uma raridade na maioria de nossas escolas. Creio que a possibilidade dessa experimentação seja um passo para uma mudança estrutural mais profunda da realidade escolar. Ações como estas demandam do professor reavaliar o conteúdo, as estratégias de ensino, uma nova organização do trabalho em sala de aula e uma mudança das expectativas em relação ao ensino e a aprendizagem.

Essas questões afetam todas as disciplinas curriculares e a Física não é exceção. Refletindo sobre elas, procurei estratégias de ensino que possibilitassem uma abordagem que se aproxime à proposta nos PCNs+.

Este trabalho trata da ação pontual com meus alunos da Escola Pública Estadual na qual fui professor efetivo. Uma experiência didática nas aulas de Física do ensino médio, na qual recorro à Aprendizagem Baseada em Casos (ABC) – uma estratégia de ensino e de aprendizagem ativa, contextualizada e centrada no aluno, em que o ensino se dá a partir de um Caso paradigmático que contextualiza uma situação problematizadora. Nesse modelo o professor desempenha o papel de mediador do processo de aprendizagem, questionando e orientando os alunos a refletir, pesquisar, analisar e formular hipóteses sobre o Caso e os problemas conexos a este, de forma colaborativa e dialógica.

Este processo é fundamentado no questionamento, promovendo a dúvida significativa, e acredito que seja fundamental para construir novos saberes e motivar a aprendizagem de novos conteúdos, o que poderia tornar o ensino mais significativo. Relacionar o conteúdo de Física do bimestre com o tema do Caso: essa é uma hipótese central na minha motivação em ensinar recorrendo a ABC como estratégia de ensino.

Para tanto, procurei articular o que aprendi no meu contato com a literatura sobre a ABC no ensino de ciências, e o meu saber fazer no contexto da Escola Pública em que trabalhei.

A partir destes saberes e das minhas expectativas em relação a esta experiência didática, analiso os processos de ensino e de concepção das situações de aprendizagem com a ABC. Desta forma espero compreender algo do que ocorre com os meus alunos ao trabalharem com a ABC nas aulas de Física, num contexto onde se desenvolve a proposta curricular da SEESP (Secretaria de Educação do Estado de São Paulo). A partir daí, reflito sobre o uso da ABC como estratégia de ensino nas aulas de Física. Antes de continuar, convém esclarecer o significado que damos neste trabalho a palavra “Caso”¹, uma vez que este termo é no contexto educacional associado a uma metodologia de pesquisa do tipo qualitativa (estudo de caso).

¹ Quando me refiro a “Caso”, estou falando de um texto comumente de caráter narrativo, elaborado e escrito com um fim pedagógico dentro da perspectiva da ABC.

1.1 Fundamentos do Ensino e Aprendizagem Baseada em Casos

Na literatura, os autores recorrem a diversos conceitos no âmbito da educação para a fundamentação teórica da ABC, tais como: aprendizagem em domínios mal estruturados²; reflexão na ação; conhecimento narrativo; trabalho em grupo e as interações dialógicas na construção do conhecimento; construtivismo; Zona de Desenvolvimento Proximal; aprendizagem colaborativa; autorregulação e aprendizado ativo.

Lee Shulman (1992) está entre os autores que apontam a especificidade e o contexto dos Casos como fatores positivos ao ensino, comparados às listas de proposições descontextualizadas e abstratas, à exposição de fatos, aos conceitos e princípios, elementos característicos de estratégias de ensino e aprendizagem tradicionais em nossas escolas, como o ensino transmissivo. Tais estratégias podem ser mais eficientes ou mais econômicas na representação e transmissão do conhecimento, por outro lado, os estudantes acham mais fácil *recordar* e *utilizar* ideias apresentadas em forma narrativa; há outros autores que, como Shulman, defendem que a narrativa desempenhe importante papel na construção de imagens sobre a ciência e sobre a atividade científica (RIBEIRO e MARTINS, 2007). Além disso, o ensino com Casos pretende reduzir os problemas de recuperação do conhecimento, na medida em que este é adquirido num contexto e circunstâncias similares à da sua aplicação, experiência vicária.

Outra questão discutida por Lee Shulman (1992) é a aprendizagem em domínios mal estruturados. Disciplinas com domínios bem estruturados permitem um tipo de aprendizagem em que o professor apresenta um princípio geral que pode, então, ser aplicado a todos os exemplos de fenômenos correlatos. Na aprendizagem em domínios mal estruturados os alunos devem estar muito atentos aos detalhes particulares de cada situação, ao contexto, por exemplo, dado pelo Caso, em que os conceitos e princípios são utilizados. Ao desenvolver aprendizagens em domínios do conhecimento mal estruturados, o professor deve estar consciente de que cada contexto requer uma abordagem específica. Shulman considera que aprender com Casos desenvolve nos estudantes habilidades para enfrentar julgamentos complexos, demandados por situações que envolvem domínios mal estruturados de conhecimento, em que hipóteses, recortes, escolhas e conjecturas

² Domínios mal estruturados representam situações complexas e contextualizadas em que soluções genéricas são de difícil adequação, sendo necessária uma análise e uma proposta de solução que não é única.

devem ser feitas e decisões devem ser tomadas, as quais afetam os resultados e a solução proposta para os problemas.

Não há um único modo de resolver as questões, não há uma única resposta inequívoca a ser encontrada, são situações de aprendizagem em que a flexibilidade cognitiva é necessária. Dada a natureza contextualizada da cognição requerida no aprendizado em domínios mal estruturados, afirma-se que o conhecimento é mais bem organizado em redes flexíveis de conceitos e Casos – já que "[...] o significado de um conceito está intimamente ligado ao seu padrão de utilização" (SPIRO, COULSON *et al.*, 1988) – do que hierarquicamente e relativamente rígidas; como no aprendizado em domínios bem estruturados. O propósito dessa rede é “[...] evitar representações únicas que impedem a capacidade de lidar com domínios imprevisíveis e fluidos” (SPIRO, COULSON *et al.*, 1988).

A capacidade de trabalhar com o imprevisível e tomar decisões conceituais em função do contexto leva Kleinfeld (1998) a afirmar que um Caso possibilita o que Schön (1983) denomina reflexão-em-ação. Schön (1988) considera que a vida diária de trabalho de um profissional revela um padrão de "saber-em-ação" no reconhecimento, julgamento e habilidades requeridas por seu contexto, isto é, considera que o nosso saber está implícito nos nossos padrões de ação. Algumas vezes esse “saber-em-ação” não funciona, provocando uma reação ao inesperado por um tipo de averiguação instantânea que ele chama "reflexão-em-ação". Em tais situações o sujeito repensa sobre o saber implícito em suas ações que tiveram um resultado inesperado. Ele reflete sobre a ação averiguando em que é ainda possível mudar os resultados daquela ação, e o que fazer para alcançar esta mudança. Kleinfeld (1998) frisa que esta é precisamente a característica distintiva do pensamento profissional em muitas áreas em que os problemas enfrentados são mal estruturados e não tem uma solução técnica precisa e única disponível. Acredito, a partir da minha experiência como professor, que um Caso poderia proporcionar contextos e uma experiência vicária aos estudantes – que não são profissionais –, nos quais eles poderiam mobilizar seus conhecimentos prévios adquiridos em situações análogas ao Caso, entre eles seu “saber-em-ação” ou “conhecimento-em-ação” que nos permite agir frente a uma dada situação, conforme aposta o trabalho de Greca e Moreira (2003).

[...], nosso conhecimento-em-ação permite-nos agir frente a uma dada situação, independentemente de ser verdadeiro ou apropriado segundo algum critério científico. Por exemplo, quando movemos a antena da nossa televisão para “sintonizar” melhor, dificilmente o fazemos baseados em um conhecimento sobre o eletromagnetismo; “sabemos” que dessa forma conseguimos muitas vezes estabilizar a imagem, sendo muito difícil que consigamos explicar, do ponto de vista científico ou técnico, a razão pela qual, fazendo-o, conseguimos esse resultado. No entanto, esse saber fazer é fundamental para depois dar “sentido” às leis do eletromagnetismo. (GRECA e MOREIRA, 2003, p. 4)

O Caso seria o instrumento que possibilitaria mobilizar o conhecimento-em-ação dos alunos, conhecimento este que os leva a agir de certa forma em certas situações sem ter plena consciência dos conceitos envolvidos nos bons resultados obtidos. Ao observar os alunos trabalharem com o Caso, o professor teria possibilidade de reconhecer neste conhecimento-em-ação os seus saberes prévios, o que é de grande valia, uma vez que possibilitaria orientar o ensino com base nestes dados.

Katherine Merseth (1996) considera que o conhecimento num Caso não é abstrato nem científico, mas contextualizado. A autora associa essa característica com o *conhecimento narrativo*, em contraste com o *conhecimento paradigmático*, de acordo com as duas formas de conhecimento que Bruner (1986), citado por Merseth (1991) propõe. Bruner (1986), diz que o conhecimento paradigmático é geralmente associado com o conhecimento científico, sendo analítico, geral, abstrato, impessoal e descontextualizado. Por outro lado, o conhecimento narrativo é específico, local, pessoal e contextualizado. Por fim, Merseth (1991) lembra que os Casos são adequados a questões de natureza complexa, dependente do contexto e em constante evolução, nos quais o conhecimento não é estático e nem bem estabelecido.

Barbara Levin (1995) associa elementos da psicologia cognitiva aos fundamentos da ABC, ou seja, *o papel do grupo e das interações sociais na construção do conhecimento*, que têm referências seminais nos trabalhos de Piaget e Vygotsky. Com base nestes autores, a autora argumenta que a interação social que acontece durante a discussão do Caso tem o potencial de originar conflito cognitivo, que por sua vez pode ocasionar mudanças. Isso se relaciona à ideia de Piaget de que a interação entre os pares funciona como um gatilho para a mudança na medida em que esta gera conflito cognitivo.

Tais conflitos são resolvidos por uma criança através da construção de um novo esquema, a saber, uma nova estrutura que se liga ao sistema existente. Afirma-se que conflitos semelhantes ocorram em jovens adultos sendo proporcionado tanto no trabalho individual quanto em grupo (LEVIN, 1995, p. 65).

Em relação à Vygotsky, a autora menciona que esse autor afirma que a interação entre os pares não apenas inicia a mudança, mas, muda a natureza da mudança também. A internalização dos processos cognitivos implícitos nas interações e comunicações com os pares, assim como as relações sociais entre as pessoas que são subjacentes a todas as funções mentais superiores, podem influenciar o modo que os alunos resolvem os problemas durante a discussão do Caso. A partir dessas premissas teóricas Levin argumenta que as interações sociais e o conteúdo da discussão do grupo são cruciais para o que é ensinado e aprendido com os Casos. A autora ainda defende que até “[...] mesmo a Zona de Desenvolvimento Proximal pode ser associada com a discussão do Caso no sentido que os estudantes mais experientes podem influenciar os menos experientes” (LEVIN, 1995, p. 66).

Apesar da aprendizagem colaborativa na ABC parecer evidente, na medida em que a estratégia solicita aos estudantes que trabalhem em grupo no processo de solução do Caso, não o é, uma vez que não é suficiente reunir os alunos em grupo para que estes trabalhem colaborativamente. As referências diretas à atividade de grupo colaborativo na literatura – anterior ao fim do século XX – sobre a ABC não são significativas. As considerações sobre colaboração são muito mais evidentes em trabalhos mais recentes, nos quais a ABC é geralmente associada ao ensino mediado com tecnologias de informação, ensino a distância via internet ou espaços virtuais de aprendizagem informatizados (KENT, HERBERT *et al.*, 1995; LINDERMAN, KENT *et al.*, 1995; RICHARDS, GORMAN *et al.*, 1995; KINZIE, HRABE *et al.*, 1997).

1.2 Obstáculos ao ensino com a ABC

A diferença entre a ABC e o ensino transmissivo pode originar, segundo a literatura, alguns obstáculos ao ensino e à aprendizagem. Os alunos, quando confrontados com a aprendizagem a partir de um Caso, podem apresentar um sentimento de desorientação e desmotivação e certa relutância em se engajar em tarefas de aprendizagem que não são familiares e ambíguas, as quais são contrárias à hipótese que ao propor a resolução de problemas a partir de uma situação mais realista aos alunos, os motivem e encorajem de forma mais significativa que problemas abstratos de lápis e papel (ERTMER, NEWBY *et al.*, 1996).

Por sua vez, Helen Harrington (1995) relaciona os problemas no aprendizado através da ABC com as dificuldades que os estudantes encontram em lidar com a natureza mal estruturada dos Casos. A autora menciona como problemas comuns relacionados com a estratégia a falta de habilidade na estruturação dos problemas relativos ao Caso ou na construção de uma explicação de por que os alunos de outros grupos identificaram o Caso de uma maneira diversa, uma vez que a solução proposta pelos estudantes para um dado Caso não esclarece como eles estruturaram e resolveram o mesmo.

Pode ocorrer que não existam conexões aparentes entre as questões, fatos, perspectivas e a solução em si, proposta pelos alunos. E o professor deve estar atento para salientar essas questões na discussão.

Geoff Easton (1982) classifica tais problemas em três grupos, de acordo com as questões colocadas pelos estudantes quando estes descrevem os seus sentimentos quanto aos problemas em trabalhar com a ABC: *"O que nós devemos fazer?"*, *"O que nós estamos aprendendo?"*, e *"Por que o professor não ensina?"* (EASTON, 1982, p. 76).

Segundo o autor, a primeira dessas questões surge porque não é dito aos estudantes qual é o problema, sendo parte de sua tarefa definir a meta a ser alcançada. Eles não podem comprovar com absoluta segurança se estão certos ou errados uma vez que não existe uma solução única para o Caso. Eles devem encontrar por conta própria o que é ou não relevante, e se existem lacunas significativas na informação de que dispõem. A segunda questão, a respeito do que eles estão aprendendo, pode surgir porque é mais difícil determinar, quando comparado com uma aula expositiva, por exemplo, o que se está aprendendo. Isso pode ser um agravante porque a ênfase na prática de habilidades é ainda mais difícil de detectar. O último problema mencionado – por que o

professor não ensina – tem origem na mudança do papel do professor em relação à situação tradicional. Ele não mais corrige os estudantes, ele não diz o que os estudantes devem fazer, e estes devem fazer os seus próprios julgamentos.

1.2.1 Aprendizagem colaborativa

Grande contribuição para a divulgação da aprendizagem colaborativa é atribuída aos autores David Johnson e Roger Johnson (1974). Uma característica desejável dessa aprendizagem é a sua natureza social, pois se espera que os estudantes devam interagir e compartilhar suas ideias construtivamente, almejando a melhora da compreensão individual e mútua. A aprendizagem ocorre em um meio particular, no qual se desenvolvem habilidades intelectuais e interpessoais e estabelecem relações sociais. De fato, a extensa investigação sobre aprendizagem cooperativa, desenvolvida nos anos 1970, apontou as vantagens de aprender em cooperação (COCHITO, 2004), entretanto essa cooperação deve se dar realmente, e não só aparentemente, para que apresente vantagens.

De acordo com Johnson e cols. (1999), atividade colaborativa significa trabalhar juntos para atingir objetivos compartilhados. Nas atividades realmente colaborativas os indivíduos buscam benefícios para si mesmos e para todos os outros integrantes. Sendo necessária, a meu ver, uma integração dos interesses individuais e coletivos dos participantes.

Segundo as bases teóricas fornecidas por Johnson e cols. (1999, p. 39), para que o trabalho colaborativo seja funcional e produtivo, as seguintes condições precisam estar presentes no processo de ensino e aprendizagem:

- interdependência positiva – sentimento do trabalho conjunto para um objetivo comum, no qual cada um se preocupa com a aprendizagem dos colegas;
- responsabilidade individual – responsabilidade pela própria aprendizagem e pela dos colegas e contribuição ativa para o grupo;
- interação face a face – oportunidade de interagir com os colegas de modo a explicar, elaborar e relacionar conteúdos;
- habilidades interpessoais – competências de comunicação, confiança, liderança, decisão e resolução de conflito;

- processamento grupal – balanços regulares e sistemáticos do funcionamento do grupo e da progressão na aprendizagem.

Vejo essas condições como necessárias para que o trabalho colaborativo se dê em uma estratégia de ensino como a ABC, entretanto creio ser algo difícil de alcançar; apesar de desejável, é bastante utópico, sobretudo, no ensino médio.

Na aprendizagem colaborativa, como a pretendida pela ABC, o papel do professor consiste, segundo Stahl,

[...] em determinar os objetivos da atividade; distribuir os estudantes em grupos de trabalho; explicar a atividade a ser realizada; colocar em funcionamento a atividade colaborativa; procurar garantir a efetividade do trabalho realizado nos grupos e fazer intervenções quando necessário; avaliar a aprendizagem dos alunos; e solicitar que o grupo faça uma avaliação sobre o seu desempenho (STAHL, 1996, p. 237).

Em suma o que STAHL propõe é que o professor, através dessas ações, promova a colaboração dos alunos do grupo em vista de um objetivo comum, o que vai além da soma de esforços individuais. Respeitando a autonomia individual deve haver uma interação positiva em todos os âmbitos do trabalho por parte de todos.

1.2.2 Autorregulação

Ertmer et al. (1996) abordam o papel da autorregulação reflexiva na ABC. A autorregulação é definida como a habilidade de ativar, alterar e sustentar as práticas de aprendizado apropriadas, de forma a alcançar um sucesso acadêmico tanto em contextos familiares quanto em contextos novos de aprendizado. Criticam o senso comum presente na literatura, a respeito da ABC, que sugere que os Casos são motivadores e facilitam o aprendizado para uma ampla gama de estudantes. Argumentam que *as respostas a ABC dependem do nível de autorregulação do estudante*, pois esta influencia em como respondem a um dado contexto de aprendizagem. A ABC requer uma grande quantidade de autorregulação na medida em que esta coloca para os estudantes demandas tais como: engajar-se em análises individuais e em grupo de situações problemáticas, fazer julgamentos, tomar decisões, projetar possíveis resultados, etc. Por outro lado, reconhecem que características intrínsecas a ABC, como, por exemplo, o aprendizado ativo e o esforço colaborativo, são comuns às estratégias de autorregulação.

Estas podem ser estratégias a que o sujeito recorre para aprender e completar as tarefas e as estratégias metacognitivas destinadas a controlar e regular a cognição. Estratégias motivacionais, ou seja, convicções que o sujeito tem em relação à tarefa, o interesse que a mesma desperta, a reação face esta tarefa, as estratégias que utiliza para controlar e regular seu afeto e motivação. Contexto, tanto físico como social, onde a aprendizagem acontece. Estratégias que o sujeito despende com a determinação, o esforço, a persistência, a procura de ajuda na realização da tarefa. Todas essas estratégias podem ser objeto de orientação por parte do professor tanto para o desenvolvimento dos alunos em sua capacidade de autorregulação como para uma melhor aprendizagem com a ABC.

1.3 A ABC à luz dos PCNs+

Para aqueles que buscam atender aos princípios expressos nos PCNs+, a ABC contempla vários dos seus postulados.

Os PCNs+ sugerem que:

[...] a discussão sobre as competências e os conhecimentos a serem promovidos não deveria ocorrer dissociada das estratégias de ensino e aprendizagem desejadas, na medida em que são essas mesmas estratégias que expressam, de forma bem mais concreta, o que se deseja promover. (BRASIL, 2002, p. 36).

Os fundamentos do ensino pretendido pela ABC apontam, a meu ver, para uma estratégia que expressa o que deseja promover. O potencial da ABC pode ser avaliado, sobretudo quanto à flexibilidade na forma de conduzir o ensino com o Caso.

Fazer opções por determinadas formas de ação ou encaminhamento das atividades não é tarefa simples, já que exige o reconhecimento do contexto escolar específico, suas características e prioridades, expressas nos projetos dos professores e alunos e nos projetos pedagógicos das escolas. Discutir estratégias não deve, também, confundir-se com a prescrição de técnicas a serem desenvolvidas em sala de aula (BRASIL, 2002, p. 36).

Mesmo reconhecendo a complexidade da questão, os PCNs+ sugerem aspectos a serem tidos em conta pelo professor ao planejar o seu ensino, com o objetivo de reforçar o significado último que se deseja do trabalho escolar, os quais poderiam, em minha opinião, ser contemplados, com as devidas adequações, por uma estratégia como a ABC.

Exporei os aspectos sugeridos pelos PCNs+ relacionados mais de perto à Física.

1.3.1 O Mundo Vivencial

Para que todo o processo de conhecimento possa fazer sentido para os jovens, é imprescindível que ele seja instaurado através de um diálogo constante, entre o conhecimento, os alunos e os professores. E isso somente será possível se estiverem sendo considerados objetos, coisas e fenômenos que façam parte do universo vivencial do aluno, seja próximo, como carros, lâmpadas ou televisões, seja parte de seu imaginário, como viagens espaciais, naves, estrelas ou o Universo. Assim, devem ser contempladas sempre estratégias que contribuam para esse diálogo (BRASIL, 2002, p. 37).

Estratégias que considerem o mundo em que o jovem está inserido em todas as dimensões culturais, sociais e tecnológicas passíveis de ser vivenciadas por ele na cidade ou região em que vive. Algo além do reconhecimento de seu cotidiano enquanto objeto de estudo.

1.3.2 Concepção de mundo dos alunos

Os alunos chegam à escola já trazendo em sua bagagem cultural vários conhecimentos físicos que construíram fora do espaço escolar, e os utilizam na explicação dos fenômenos ou processos que observam em seu dia-a-dia. Muitas vezes, constroem até mesmo modelos explicativos consistentes e diferentes daqueles elaborados pela ciência (BRASIL, 2002, p. 38).

O desconhecimento desses modelos construídos intuitivamente pode levar o professor a não compreender certas respostas que os alunos apresentam em sala de aula. A dificuldade dos alunos em compreender e assimilar os modelos que lhes são apresentados pode ter a mesma origem.

Para que ocorra um efetivo diálogo pedagógico é necessário estar atento ao reconhecimento dessas formas de pensar dos alunos, respeitando-as, pois são elas que possibilitam traçar estratégias de ensino que permitem a construção da visão científica, através da confrontação do poder explicativo de seus modelos intuitivos e aqueles elaborados pela ciência (BRASIL, 2002, p. 39).

O debate sobre o Caso poderia revelar essas formas de pensar dos alunos, subsidiando as atividades de seguimento oportunas para aproximar os modelos intuitivos daqueles elaborados pela ciência.

1.3.3 Sentido da Experimentação

A questão a ser preservada, [...] é, novamente, que competências estarão sendo promovidas com as atividades desenvolvidas. Experimentar pode significar observar situações e fenômenos a seu alcance, em casa, na rua ou na escola, desmontar objetos tecnológicos, tais como chuveiros, liquidificadores, construir aparelhos e outros objetos simples, como projetores ou dispositivos óptico-mecânicos. *Pode também envolver desafios, estimando, quantificando ou buscando soluções para problemas reais* (BRASIL, 2002, p. 39).

Um Caso procura promover de forma vicária um contexto em que a problematização de uma situação real teria a possibilidade de levar o aluno a esta experimentação mais ampla como poderemos avaliar no capítulo 2. Acredito que outros aspectos elencados a seguir também podem ser promovidos pela ABC. Como pretendo mostrar nos próximos capítulos, a ABC é uma estratégia sintonizada com grande parte do ensino proposto nos PCNs+.

1.3.4 Formas de expressão do saber da Física

O ensino de Física tem enfatizado a expressão do conhecimento aprendido através da resolução de problemas e da linguagem matemática. No entanto, para o desenvolvimento das competências sinalizadas, esses instrumentos seriam insuficientes e limitados, devendo ser buscadas novas e diferentes formas de expressão do saber da Física, desde a escrita, com a elaboração de textos ou jornais, ao uso de esquemas, fotos, recortes ou vídeos, até a linguagem corporal e artística. [...] Todas essas estratégias permitem formas de representar e sistematizar o conhecimento que se confundem com a própria produção de um novo conhecimento, contribuindo também, para explicitar e reforçar as relações do conhecimento científico com outras formas de expressão do saber (BRASIL, 2002, p. 40).

1.3.4.1 Resolução de problemas

Muitas vezes o ensino de Física inclui a resolução de inúmeros problemas, onde o desafio central para o aluno consiste em identificar qual fórmula deve ser utilizada. Esse tipo de questão, que exige, sobretudo, memorização, perde sentido se desejamos desenvolver outras competências. Não se quer dizer com isso que seja preciso abrir mão das fórmulas. Ao contrário, a formalização matemática continua sendo essencial, desde que desenvolvida como síntese dos conceitos e relações, compreendidas anteriormente de forma fenomenológica e qualitativa. Substituir um problema por uma situação-problema, nesse contexto, ganha também um novo sentido, pois se passa a lidar com algo real ou próximo dele (BRASIL, 2002, p. 41).

Aqui fica evidente, a meu ver, a adequação da ABC a este aspecto do ensino proposto nos PCNs+.

1.3.4.2 A Física como cultura

Passar a tratar a Física como parte da cultura contemporânea abre, sem dúvida, uma interface muito expressiva do conhecimento em Física com a vida social, seja através da visita a museus, planetários, exposições, centros de ciência, seja através de um olhar mais atento a produções literárias, peças de teatro, letras de música e performances musicais. Cada vez mais elementos do mundo científico, sua linguagem e principalmente a visão de mundo que o traduz, estão presentes num amplo conjunto de manifestações sociais. Da mesma forma, as questões relativas ao desenvolvimento tecnológico e ao desenvolvimento econômico, em diferentes níveis, acompanham o dia-a-dia da vida contemporânea e frequentemente podem ser analisadas na perspectiva do conhecimento científico (BRASIL, 2002, p. 43).

1.3.4.3 A Responsabilidade Social

Na perspectiva da formação desejada, o conhecimento e as competências promovidas somente adquirem seu sentido pleno quando transformados em ação. Assim, será importante estimular a efetiva participação dos jovens na vida de seu bairro e cidade, conscientizando-os de sua responsabilidade social (BRASIL, 2002, p. 43).

O conjunto das ideias aqui apresentadas procurou explicitar algumas das dimensões a serem consideradas na reformulação das práticas e objetivos formativos do ensino de Física, no ensino médio, propostas pelos PCNs+ para desenvolver habilidades no ensino de física, tais como:

Reconhecer a Física como construção humana, aspectos de sua história e relações com o contexto cultural, social, político e econômico; Conhecer fontes de informação, sabendo interpretar; Reconhecer o papel da Física no sistema produtivo compreendendo a evolução dos meios tecnológicos e sua relação dinâmica com a evolução do conhecimento científico. Expressar-se corretamente utilizando a linguagem Física adequada na forma oral e escrita; Apresentar de forma clara e objetiva o conhecimento aprendido através de tal linguagem; Desenvolver a capacidade de investigação Física; Investigar situações problema; Organizar e identificar regularidades; Observar; Compreender o conceito de medir; Fazer hipóteses e testar; Utilizar conceitos, leis e modelos; Relacionar grandezas; Quantificar; Identificar parâmetros relevantes. Compreender e utilizar tabelas, gráficos e relações matemáticas para expressão do saber físico; Ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemáticas e discursivas entre si; Prever e analisar previsões; Identificar a situação física, Utilizar modelos físicos; o levantamento de hipóteses e a elaboração da explicação (BRASIL, 2002, p. 228-231).

Acredito serem habilidades que podem ser trabalhadas com um Caso na perspectiva da ABC. Para tanto, na elaboração e no ensino com o Caso devem ser privilegiadas as habilidades que se deseja trabalhar. Há ainda a possibilidade de, com poucas alterações, um mesmo Caso poder trabalhar um conjunto de habilidades diferentes.

Vejo a ABC como uma estratégia de ensino com potencial para alcançar vários dos objetivos expressos nos PCNs+.

No contato com a literatura sobre a ABC, dois autores se destacam por sua produção significativa relacionada ao tema no ensino de ciências, Clyde Herreid e Selma Wassermann, sendo ambos citados com frequência em trabalhos sobre esta estratégia de ensino. Neste trabalho tomamos os dois como referências constantes.

1.4 Objetivos

Os processos escolares conduzem geralmente o aluno a não fazer senão uma abordagem superficial dos problemas mais importantes, a não fazer mais que um simples e servil esforço de memória.”

J. Dewey, 1925

O objetivo deste trabalho é analisar o uso da ABC em aulas de Física no contexto do Ensino Médio da Escola Pública paulista em que trabalhei como professor efetivo de fevereiro de 2008, ano da implantação da proposta curricular da SEESP, a fevereiro de 2011.

Entender o que é um Caso e como elaborá-lo relacionando-o com os conteúdos do programa do ensino médio da escola pública em um processo de contextualização, que tomo como pretexto para o ensino destes conteúdos em aulas com as atividades e estratégias de ensino previstas no caderno do aluno da SEESP, as utilizando como atividades de seguimento, procurando dar significado as aulas com a ABC e ao ensino da física. Por fim avaliar os Casos elaborados com base nos autores que orientaram em parte sua produção, digo em parte, por que os Casos foram elaborados antes de tomar contato com a totalidade de critérios que utilizo para avaliá-los. E por fim avaliar a solução dos Casos por meus alunos a partir da sua produção escrita.

Ao recorrer a ABC, além da promoção de aprendizagens prometidas na literatura, espero suscitar questionamentos nos alunos ao resolver um Caso relacionado com o conteúdo previsto na proposta da SEESP. Minha hipótese é que, ao relacionar os conceitos de Física com o contexto do Caso, se promove um ensino mais significativo dos conteúdos.

Tomamos como referência na análise e reflexão desta experiência didática os elementos da literatura recolhidos no capítulo 2. O eixo da análise se dá sobre a produção escrita dos alunos. No entanto, utilizo informações sobre os episódios de ensino das minhas notas de aula para dispor de um conjunto maior de informações, sobretudo, sobre minhas expectativas e impressões acerca do ensino.

2. Introdução

"[...] não é ofício do poeta narrar o que aconteceu; é, sim, o de representar o que poderia acontecer, quer dizer: o que é possível segundo a verossimilhança e a necessidade."

(Aristóteles, Poética, Abril Cultural, 1984).

A ABC é uma estratégia de ensino baseada no estudo, análise e gestão de situações reais ou Casos, em que o aluno resolve situações-problemas, o que lhe demanda uma participação mais ativa, a qual pode motivar a aprendizagem. Além disso, permite que os alunos desenvolvam suas habilidades de liderança, tomada de decisão, análise e síntese. A estratégia vale-se do debate ou de um diálogo metódico, entre outros, como recursos de ensino. Ela procura enfatizar a importância do processo sobre o resultado da decisão tomada ao lidar com a situação problema.

A ABC pode ser definida como "histórias com uma mensagem educativa" (HERREID, 1997). Os Casos pretendem descrições de problemas ou situações reais que exigem análise e tomada de decisão. Um bom Caso narra uma história e, muitas vezes, o dilema do protagonista diante de um problema real ou situação que pretenda provocar a empatia do leitor com o personagem central. Os papéis usuais de estudantes e professores em sala de aula são redefinidos na ABC, porque os alunos devem participar ativamente do processo de ensino e aprendizagem assumindo o papel de "tomador de decisões para identificar, priorizar e separar os problemas centrais, entre outras questões, que requerem atenção, formular soluções e recomendações" (HERREID, 2007). Ela obriga os alunos a trabalhar com a informação disponível (muitas vezes incompleta e ambígua) em situações em que não há uma solução aparente ou resposta correta. Procura *ensinar aos alunos como é importante aprender a tomar uma decisão, não se esta é a correta ou não*.

Uma das formas de trabalhar a ABC pode ser a que segue as seguintes etapas:

1. *Análise de Fatos*, que descreve os eventos mais significativos para diferenciar entre as coisas que são (fatos) de suas opiniões, o que visa desenvolver no aluno a capacidade de perceber claramente a relação entre os significados e possíveis relações dos fatos, pessoas e coisas, elaborando um diagnóstico da situação.

2. *Síntese dos problemas e sua classificação*, em que se identificam e se classificam os problemas (separando os importantes e os urgentes dos demais, determinando qual é o problema principal que demandam todos os outros) e, em função desta classificação, atribui-se uma prioridade para a solução de cada um deles.

3. *Análise das possíveis soluções*, em que se elabora uma série de soluções para os problemas identificados; é importante que cada uma das soluções seja viável e, quando consideradas como tal, determinar como e de que modo se aplicam e as consequências ou custos que geram.

4. *Síntese da decisão*, na qual se deve escolher uma das soluções propostas e ponderadas da etapa anterior e se comprometer com ela.

5. *Plano de Ação*, em que se especifica a maneira pela qual se há de aplicar a decisão em detalhe e descrever as fases, os recursos humanos e materiais, custos e procedimentos para resolver adequadamente a situação apresentada no Caso.

A questão da utilização da ABC, tradicionalmente usada como estratégia de ensino em Medicina, Direito e Administração, para ensinar ciências básicas como a Física do Ensino Médio é o que discutiremos nesta pesquisa.

2.1 Aprendizagem Baseada em Casos (ABC)

“O problema aparece como aspecto central para delimitar o alvo de pensamento e este, controlando o ato de pensar, conduz a própria aprendizagem.”

J. Dewey, 1925

A ABC é tida como uma variante da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) ou Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABPR), como é usada em Portugal (LOUREIRO, 2008). Ambas as denominações originadas de *Problem Based Learning* (PBL), em inglês. A origem da ABP está associada à Escola de Medicina da Universidade de McMaster, Ontário, que, há aproximadamente quarenta anos, introduziu esta metodologia em seu currículo (HERREID, 2003), e por muito tempo ficou restrito à formação de profissionais da área médica, com o intuito de possibilitar aos alunos o contato com problemas reais durante todo o curso e não somente nos semestres finais. O método se difundiu por faculdades de Medicina em diversos países e depois por outros cursos de graduação e pós-graduação (ANDRADE e CAMPOS, 2005).

A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) é uma estratégia de ensino em que a resolução de problemas está na base da construção do conhecimento e desenvolvimento de competências (WOODS, 1994; PÉREZ, MÁ S *et al.*, 1999; AMADOR, MILES *et al.*, 2006). A ABRP tem como principais características:

- (i) o ponto de partida do processo de ensino e aprendizagem é o problema;
- (ii) o problema é real e próximo ao conhecimento dos alunos e do professor, fazendo parte do seu cotidiano;
- (iii) há necessidade de construir o conhecimento e organizar a informação para resolver o problema;
- (iv) o aluno assume maior responsabilidade sobre a sua aprendizagem;
- (v) o professor desempenha o papel de organizador, facilitador e mediador do processo de ensino;
- (vi) almeja promover a aprendizagem colaborativa a partir do trabalho em grupo (Woods, 1994).

Assim, os problemas, ao contrário de outras muitas estratégias de ensino, são propostos no início do processo de ensino e aprendizagem, e procuram promover sua continuidade através da busca de uma solução. Os problemas se caracterizam por serem abertos, sendo o processo de resolução e a solução, inicialmente, desconhecido do aluno. No processo de resolução dos problemas se espera promover a mobilização, por parte do estudante, de fatores cognitivos (por exemplo, o aluno como co-construtor do conhecimento), motivacionais (por exemplo, aluno experimenta o sucesso na resolução, explora ideias, sugere hipóteses, etc.) e funcionais (por exemplo, mobilização e utilização do conhecimento prévio na resolução dos problemas).

Ao ensinar com a ABP o professor espera que na aprendizagem não haja só a mobilização de saberes, mas também a integração de saberes recém-construídos, simultâneo ao desenvolvimento de diversas habilidades e competências (WOODS, 1994; PÉREZ, MÁ S *et al.*, 1999; AMADOR, MILES *et al.*, 2006).

Segundo estes autores, a ABRP pretende aproximar o aluno, de forma vicária, do tratamento científico dado a problemas reais. Para tanto, o ensino procura que o aluno tenha que definir o problema; formular, testar e validar hipóteses; desenvolver métodos de trabalho; pesquisar; experimentar; apresentar possíveis propostas de solução, etc., no decorrer do seu processo de aprendizagem (WOODS, 1994; PÉREZ, MÁ S *et al.*, 1999; AMADOR, MILES *et al.*, 2006).

O modelo original da ABPR tem por objetivo principal a aprendizagem do conteúdo, em contraste com a ABC, que além do conteúdo, é comumente usada para desenvolver habilidades e competências no uso desse conteúdo em situações complexas como, por exemplo, na tomada de decisões profissionais.

A ABC é uma estratégia de ensino que se vale de Casos, que são narrativas sobre indivíduos enfrentando decisões ou dilemas, em que os alunos são incentivados a se familiarizar com os personagens e circunstâncias mencionadas no Caso, de modo a compreender os fatos, valores e contextos nele presentes, com o intuito de apresentar uma solução, que supõe um posicionamento, uma decisão.

Merseth (1996) classifica os Casos entre os de tomada de decisão e os teóricos, os quais podem ser usados para a construção de conhecimento teórico.

Ao trabalharmos com um Caso, podemos desenvolver certas competências e habilidades relacionadas a componentes atitudinais, tais como: tolerância; respeito com a ideia alheia e as

inerentes ao trabalho em grupo; organização do conhecimento; questionar e questionar-se; regular a busca por informação e saberes; autoestima; criar conhecimento, etc.

Os Casos devem basear-se em problemas (reais ou simulados) (SAVERY, DUFFY *et al.*, 1995), fazendo com que os estudantes interajam com o problema, obtenham dados, formulem hipóteses e tomem decisões, o que favorece sua participação ativa no processo de ensino e aprendizagem.

Os problemas pouco estruturados – aqueles muito contextualizados, que dão margem a incertezas sobre os conceitos ou princípios necessários para solucioná-los e admitem múltiplas soluções – são os que interessam na ABC. Na ABC o Caso é o estímulo para toda a aprendizagem subsequente, não sendo, em geral, necessária uma exposição formal prévia de informação aos alunos (KOMATSU, ZANOLLI *et al.*, 1998). Segundo Lawson (2001), os problemas colocados para a solução do Caso são usados para motivar e iniciar os estudantes em um novo contexto – o de protagonistas de sua aprendizagem.

Em relação a ABC, esta tem se mostrado uma oportunidade para que os estudantes desenvolvam habilidades e construam conhecimento novo (HARLING e AKRIDGE, 1998). Camp (1996) argumenta que os estudantes retêm informações por mais tempo e podem consolidar melhor os conceitos através da ABC. Além disso, Golich (2000) afirma que conceitos aprendidos com a ABC têm "maior poder de aderência" e que os Casos possibilitam aos estudantes a oportunidade de desenvolver tanto o conhecimento tácito como explícito, e que o trabalho com Casos aprimora as suas habilidades de escrita. Outros sugerem como ponto positivo da ABC o fato de motivarem para o estudo as minorias marginalizadas por seu baixo desempenho escolar com métodos tradicionais de ensino (ARAMBULA-GREENFIELD, 1996).

Uma das minhas hipóteses neste trabalho é que a ABC, no Ensino Médio, possa motivar os alunos com uma baixa percepção de sua capacidade de aprender ciências, em particular Física.

A principal diferença entre ABP e ABC, apontada na literatura, baseia-se no fato de que a ABP é geralmente a estratégia que estrutura as aulas em um curso completo: todos os professores de todas as disciplinas deste curso se valem da ABP como estratégia fundamental no curso e é comumente utilizada desta forma no ensino superior. A ABC, entretanto, é uma dentre outras estratégias de que se vale o professor para o ensino (STRUCHINER e REZENDE, 1998).

2.1.1 O ensino com a ABC

A ABC, como qualquer estratégia de ensino, permite certa flexibilidade para que se possa denominar ABC ao ensino que se desenvolve em uma aula. Entretanto, há um mínimo de condições na forma e no estilo para não se descaracterizar a estratégia (CHRISTENSEN e HANSEN, 1987). Segundo Wassermann, “há boas razões para crer que, ao não respeitarmos os princípios básicos de uma estratégia, as metas prometidas sejam difíceis de alcançar” (WASSERMANN, 1994b).

Usarei a seguinte definição para a ABC neste trabalho: a ABC é uma estratégia de ensino que propicia um pretexto para que os alunos direcionem sua aprendizagem ao mobilizar os saberes envolvidos na solução dos problemas presentes em situações complexas contextualizadas no Caso.

2.1.2 As características de um Caso

O Caso é um instrumento educativo complexo de caráter narrativo, consiste em um relato atraente que procura aguçar o interesse dos alunos. Essa narração expressará um conflito, um dilema que representa uma fatia de uma realidade complexa, na qual se centrará a investigação. Apesar do tema do Caso ter como núcleo o tema de uma disciplina ou área do conhecimento específica, por exemplo, História, Biologia, Sociologia, Geografia, Física, Matemática, etc., permite integrar informação proveniente de diferentes campos disciplinares, sendo interdisciplinar. Um Caso pode incluir informação e dados: psicológicos, sociológicos, científicos, antropológicos, históricos, material técnico e de observação, etc.

A narração mantém uma estrutura, estabelece um contexto, cria empatia com os personagens e aproxima o relato da experiência pessoal dos alunos, almejando dar um significado à aprendizagem.

Um Caso difere de uma simples narrativa ao conter o conhecimento teórico daquele que o escreve. O Caso é mais específico e elaborado, comporta uma intencionalidade em relação aos conhecimentos e concepções a serem mobilizados e as habilidades e competências a desenvolver

em sua análise (SHULMAN, J., 1992; MIZUKAMI, 2003). Os bons Casos costumam ser elaborados em torno de uma “grande ideia”.³

De modo geral, Caso é uma história (HERREID, 1994); uma “[...] fatia compartilhada de realidade [...]” (GOLICH, 2000); uma forma especializada de discussão (HARLING e AKRIDGE, 1998).

Merseth define um Caso para a formação de professores como:

[...] Um texto descritivo, na maioria das vezes em forma narrativa, baseado em uma situação ou evento da vida real. Com o intuito de transmitir uma representação multidimensional do contexto, participantes, e da situação real. É criado explicitamente para a discussão e reflexão, deve incluir suficientes detalhes e informação para propiciar uma atividade de análise e interpretação pelos usuários (MERSETH, 1996, p. 726).

Outra definição nos é dada por Mendes, que os caracteriza como histórias ou narrativas contextualizadas:

[...] histórias ou narrativas contextualizadas ou situadas num tempo e em um espaço que descrevem as situações reais, complexas e multidimensionais que caracterizam a experiência real e, assim, representam conhecimento em utilização e revelam como o personagem principal ou o escritor, pensa à medida que identifica e resolve problemas (MENDES, 2001, p. 189).

O caráter contextual de um Caso é bem descrito por Lawrence (1953), quando se refere a um Caso como âncora da especulação acadêmica, o que nos remete à ideia de Caso como pretexto para o ensino de certos conteúdos da Física, previstos no programa, relacionados com o tema abordado no Caso durante o ano, promovendo um ensino mais significativo, concepção que motivou o uso da ABC com meus alunos.

Um bom caso é o veículo por meio do qual se leva à sala de aula um pedaço de realidade a fim de que os alunos e o professor o examinem minuciosamente. Um bom caso mantém centrada a discussão em algum dos fatos narrados com os quais podem vir enfrentar-se em certas situações da vida real. Um bom caso é a âncora da especulação acadêmica; é o registro de situações complexas que devem ser literalmente desmontadas e de novo armadas para a expressão de atitude e modos de pensar que se expõem na aula (LAWRENCE, 1953, p. 215).

³ Uma “grande ideia” é um ponto importante do conteúdo de uma disciplina que merece maior aprofundamento. Em geral, as narrativas se baseiam em problemas da vida real vivenciados por pessoas reais, ou críveis.

Essas definições não esgotam as encontradas na literatura, entretanto, percebe-se que convergem em alguns pontos essenciais: caráter narrativo; credibilidade; capacidade de gerar questões; discussões e tomada de decisões.

2.1.2.1 Perguntas críticas

Wassermann sugere que ao final de cada Caso possa haver uma lista de “perguntas críticas”; tais perguntas, segundo a autora, procuram orientar os alunos a examinar as ideias importantes, noções e problemas relacionados com o Caso.

Estas perguntas, pela forma que estão redigidas, pretendem levar os alunos a uma reflexão profunda sobre os problemas, o que as diferencia de perguntas que pedem somente informação sobre fatos, e a reproduzir respostas específicas (memorização) (WASSERMANN, 1994b, p. 20).

Com as perguntas críticas Wassermann não pretende somente que

[...] os alunos cheguem a *conhecer* informações esparsas sobre os fatos e fenômenos, mas, que apliquem conhecimentos prévios, ou se mobilizem em busca de conhecimentos novos, a partir dos questionamentos que surgem ao analisar o Caso (WASSERMANN, 1994b, p. 20).

Com isso a autora almeja auxiliar a compreensão e não algo que lembre promover a recordação de nomes, datas, descrições ou lemas; é um recurso que, segundo Wassermann, “pode levar os alunos a mobilizar seus conhecimentos quando analisam os problemas apresentados pelo Caso e ao propor uma solução para estes mesmos problemas” (WASSERMANN, 1994b, p. 20).

Para ilustrar o ideal de “perguntas críticas” proposto pela autora suponhamos uma aula hipotética com a ABC cujo tema seja o contexto da Independência do Brasil. Ao analisar o Caso, o professor deseja que o aluno se coloque no lugar do príncipe regente D. Pedro de Alcântara. Para tanto, elaborou as seguintes perguntas críticas: “Qual é a sua opinião sobre a decisão de Dom Pedro I de proclamar a independência do Brasil?” “Qual a sua hipótese para tomar essa decisão?”

Essas perguntas podem ser feitas no lugar, por exemplo, de outra que peça para elencar três razões para que Dom Pedro I proclamasse a independência do Brasil.

As primeiras perguntas exigem dos alunos que gerem hipóteses baseadas em sua leitura da obra e do modo como processaram a informação. Já a segunda parece induzir implicitamente que os alunos devam mencionar as razões, quer dizer, nomear razões que o professor ensinou e determinou como “corretas”.

“Baseada na diferença cognitiva requerida para responder um ou outro tipo de pergunta eu as denomino “perguntas de ordem superior” e “perguntas de ordem inferior” (WASSERMANN, 1994a, p. 21).

2.1.2.2 Trabalho em pequenos grupos

“Outra característica da ABC é a oportunidade oferecida aos alunos, reunidos em pequenos grupos, de discutir e compartilhar suas ideias, opiniões e propostas de solução para as perguntas críticas” (WASSERMANN, 1994b, p. 21).

Wassermann sugere que os grupos podem trabalhar tanto em sala de aula como fora do horário escolar. Concordo com a autora e acredito que a escolha dependa do contexto escolar, disponibilidade dos alunos e da opinião do professor sobre o trabalho colaborativo, mas penso que não basta reunir os alunos em grupo para que eles interajam de forma produtiva. Uma coisa me parece certa: esses modos de trabalhar proporcionam oportunidades de aprendizagem diferentes; portanto, essa decisão deve ser bem pensada para atingir os objetivos da ABC. Para tanto, a autora considera que “[...] ambos os sistemas apresentam vantagens e desvantagens. A tarefa do professor é procurar que os alunos interajam, e o grupo possa discutir o Caso e as perguntas críticas antes do debate do Caso com a participação de toda a classe” (WASSERMANN, 1994b, p. 21).

A autora fundamenta essa crença argumentando:

[...] é nos grupos que os alunos podem examinar as questões pela primeira vez, e é aí que põem a prova suas ideias em um âmbito mais isento de riscos e que tende a ser menos inibidor, e se preparam para uma discussão mais exigente diante de toda a classe (WASSERMANN, 1994b, p. 21).

Segundo Wassermann, uma vantagem de reunir os alunos durante as aulas é a possibilidade de o professor observar o funcionamento dos grupos.

Como atua cada aluno dentro do grupo? Em que medida se discute seriamente as perguntas e as questões? Que alunos tomam a iniciativa a maior parte do tempo? Quais apresentam dificuldades de expressão, e qual o papel do grupo nesta dificuldade? Quem tende a dominar a discussão? Quem se sente demasiado ansioso em estar de acordo com o que a maioria disse, e indiferente em expressar suas opiniões? Que grupos parecem ter pressa em terminar as perguntas e se detém brevemente em cada uma delas, reduzindo ao mínimo indispensável uma análise mais aprofundada? Quais tendem a sair do tema e divagar sobre questões pessoais e anedóticas? (WASSERMANN, 1994b, p. 22).

Os dados obtidos ao observar o funcionamento dos grupos, segundo a autora, são muito valiosos, principalmente para os professores que desejam conhecer melhor o modo de pensar e interagir atual de seus alunos; esse conhecimento daria a possibilidade de um auxílio individualizado. Comentando sobre a diferença do trabalho em grupo durante a aula ou fora dela Wassermann sugere:

É compreensível que os professores apresentem certa resistência em destinar ao trabalho nos grupos muito tempo da aula. Uma alternativa é que essa atividade se faça fora do horário escolar. Na medida em que os alunos levem a sério o trabalho nos grupos, o que se pode ver pela participação positiva dos elementos do grupo nas aulas de debate do Caso com a participação de todos os alunos. É certo que quando os grupos se reúnem fora da aula o professor não pode observar os comportamentos individuais e a interação do grupo, o tempo extra obtido em tal situação se pode destinar ao debate do Caso, o que pode ser uma compensação. Uma vantagem de que os grupos se reúnam fora da aula é que o professor não estará exposto à tentação de controlá-los. Os grupos se beneficiam quando se permite que eles mesmos resolvam seus problemas. Qualquer que seja o sistema escolhido, o que não pode ser sacrificado é o tempo necessário para o debate do Caso (WASSERMANN, 1994b, p. 22).

2.1.2.3 O debate sobre o Caso

A qualidade de um Caso é fundamental para despertar o interesse dos alunos pelos problemas nele apresentados; um fator essencial na ABC, segundo Wassermann,

[...] é a capacidade do professor sustentar a discussão e auxiliar os alunos a realizar uma análise mais aguda dos diversos problemas, procurando motivá-los no esforço para obter uma maior compreensão das questões envolvidas no Caso (WASSERMANN, 1994b, p. 22).

Essa característica, segundo Christensen e Hansen (1987), determina em grande parte o êxito ou o fracasso da ABC. A essa etapa da estratégia denominada em Harvard como “ensino pela discussão”, denomino aqui “debate sobre o Caso”.

É comum na escola que o “debate em sala de aula” não passe de um discurso dominado pelo professor, veículo de perguntas destinadas a verificar a informação que possuem os alunos e que se formulam em um ritmo acelerado, chegando à razão de duas ou três por minuto.

Na relação dialógica entre professores e alunos, os primeiros, segundo a literatura, falam cerca de 60% do tempo; a intervenção dos alunos está constituída, em torno de 30% por respostas breves, de uma só palavra. No debate sobre um Caso, entretanto, a qualidade, profundidade e conteúdo da discussão podem ser mais significativos (CUBAN, 1993).

Segundo Wassermann, o debate sobre o Caso se dá na ABC de modo distinto:

[...] ao final das aulas dedicadas ao debate, os problemas estão longe de haver sido resolvidos. Os alunos normalmente deixam a aula com a impressão que, para questões complexas não se podem dar soluções triviais, únicas e perfeitas. Os alunos se dão conta que os Casos não são como as telenovelas, com respostas triviais e simplistas. Na vida real as pessoas enfrentam problemas, devem atribuir significado a estas situações problematizadas e propor soluções por meio de seu esforço pessoal. Ao processo que produz esse resultado se denomina pensamento. Os alunos não conhecem a opinião do professor sobre o Caso, e este, para promover a análise crítica dos alunos, procura abster-se de apresentar suas posições, procurando não influir no pensamento dos alunos ou coibi-los (WASSERMANN, 1994a, p. 24).

O debate sobre o Caso requer que o professor dê o melhor de si. É desejável que não se limite a chegar à aula e começar o debate. Christensen (1987), que ensinou com a ABC durante mais de 40 anos em Harvard, confessa que ainda emprega várias horas para se preparar, mesmo em se tratando de um Caso trabalhado inúmeras vezes. Para Christensen, o debate requer habilidade para escutar os alunos e compreender o que querem dizer para sintetizar suas ideias em uma concisa paráfrase, para formular perguntas que levem a um exame significativo das questões fundamentais, para organizar a discussão de modo tal que as ideias de todos os alunos sejam respeitadas e nenhum deles tema participar; tudo com o objetivo de manter a discussão bem encaminhada, evitando que se desvie do assunto com a introdução de anedotas pessoais ou questões não pertinentes levantadas por algum aluno. “É conveniente que o professor se abstenha de dizer aos alunos o que devem pensar. Evitar emitir julgamentos sobre as ideias expressas pelos alunos é uma atitude que vai nesta direção. Até um juízo tão inócuo como “Isso é interessante”, pode por fim a uma discussão muito animada” (WASSERMANN, 1994b, p.28).

O debate requer também que o aluno dê o melhor de si. Ninguém deve estar previamente dispensado de refletir a fundo, tanto quanto lhe seja possível, sobre as questões em debate. No curso do ano letivo os alunos tendem a apreciar o esforço nesta tarefa. O resultado de um exame rigoroso a que se submetem as ideias durante o debate pode redundar em um elevado nível na análise crítica do trabalho nos grupos, como também uma reflexão sobre as atitudes durante o debate sobre o Caso. A preparação prévia ao debate poderá ser aprimorada e o hábito de refletir se desenvolver entre outras habilidades a cada Caso trabalhado (WASSERMANN, 1994b, p.28).

2.1.2.4 Atividades de seguimento

A análise de um Caso pode proporcionar questionamentos que promovam o interesse por saber mais, em aprofundar sobre certos assuntos. O debate sobre o Caso pretende intensificar esse interesse.

Wassermann atribui esse interesse por mais informação ao fato de, na ABC, o professor não proporcionar a *resposta “correta”* e a ambiguidade na solução tende a aumentar, como também a tensão por obter a resposta correta.

Há uma forte motivação para ler algo mais, para averiguar e por aprender. É uma via importante para adquirir conhecimentos. A informação sobre os problemas não é dada de forma metódica, mas como consequência em função dos questionamentos dos alunos. Isto facilita a aquisição de informação pertinente (WASSERMANN, 1994b, p. 27).

O que corrobora a minha hipótese inicial. *Os questionamentos surgidos no trabalho com o Caso podem facilitar, em uma etapa subsequente, o estudo de novos conteúdos relacionados aos assuntos que despertaram o interesse dos alunos.*

Wassermann afirma que alguns Casos podem incluir uma ampla lista de atividades de seguimento, e que por vezes os professores recorrem a seu arquivo pessoal de referências: livros, textos, artigos de jornais, revistas, tabelas e gráficos com dados primários, relatórios de pesquisa, editoriais e outros documentos semelhantes, e também obras literárias que a autora afirma serem um bom meio para conhecer pontos de vista sobre as questões referidas em um Caso. Cita também os filmes, tanto ficcionais como documentais, como fonte de informação que proporcionam pontos de vista interessantes para trabalhar com os alunos. Wassermann propõe que os alunos podem realizar estas atividades de seguimento individualmente ou coletivamente, e que *elas poderiam ser*

incorporadas às aulas normais, que seriam assim, como um complemento das discussões sobre Casos (WASSERMANN, 1994b, p. 27).

Independente das atividades de seguimento que se adote, Wassermann (1994b) atribui seu valor à capacidade de promover novas discussões, *similares às que surgem no debate sobre o Caso, criando a possibilidade de se ampliar e aprofundar a análise dos problemas com a introdução de novas perspectivas*. Através deste processo a autora afirma a possibilidade de se desenvolver nos alunos as competências e habilidades referentes ao exame reflexivo e crítico dos problemas importantes de um Caso.

Quanto tempo dura este ciclo? Quanto tempo passa, por exemplo, desde a introdução de um Caso, passando pelos grupos e o debate, até o fim das atividades de seguimento? Wassermann afirma que essas questões dependem do contexto escolar onde se desenvolve a aula com a ABC. Da estimativa que faça o professor acerca do tempo que necessitam os alunos para processar os dados, informações, elaborar hipótese e propor soluções. Para a autora, um professor poderia decidir introduzir um novo Caso a cada duas semanas, aproximadamente, reservando algum tempo às discussões adicionais sobre distintos materiais selecionados para as atividades de seguimento. Em sua opinião, não deve haver padrões pré-estabelecidos sugeridos.

Alguns Casos referidos a problemas que justificam um exame mais amplo podem requerer mais tempo. Em algumas escolas profissionais que oferecem cursos rápidos, por exemplo, se discute em cada aula um Caso novo, e tanto os trabalhos nos grupos de estudo como as tarefas de seguimento se realizam fora da aula. Não há regras fixas no que se refere à duração do ciclo de um Caso, o trabalho nos grupos, o debate e as atividades de seguimento. A autora conclui que o professor é sempre quem melhor pode julgar sobre o tempo de duração de cada etapa do ciclo. O professor deve ter presente, porém, que nunca há tempo suficiente para examinar na forma adequada todos os problemas, nem para debater sobre todos os materiais, nem para ensinar tudo que gostaríamos. O tempo é sempre inimigo do bom professor, e cada professor aprende a resolver da sua maneira os eternos conflitos entre o tempo disponível e o conteúdo que desejaria que os alunos aprendessem (WASSERMANN, 1994a, p.29).

Wassermann insiste que deve haver uma concordância, adequada, entre o uso do termo ABC e determinadas práticas escolares. Entre outras razões, ela cita os objetivos de ensino e aprendizagem. Wassermann afirma que estratégias de ensino diferentes produzem resultados diferentes. Argumenta que ditar uma aula expositiva para transmitir uma informação aos alunos não produz os mesmos resultados que os induzir a participar em atividades que estimulem seu pensamento crítico. “Se os professores aplicassem o rótulo ‘ABC’ a qualquer estratégia de ensino

seria fácil afirmar que a ‘Aprendizagem Baseada em Casos’ não obteve o resultado esperado. Não cumpriu com o que prometia” (WASSERMANN, 1994b, p. 30).

Em sua experiência com a ABC, a autora diz notar que os professores que acreditam utilizar com certa eficácia a ABC sentem orgulho dos resultados que obtêm, que creem ver manifestas na aprendizagem e no desenvolvimento de habilidades e competências dos seus alunos.

Comunicam suas ideias com uma clareza maior. Manifestam uma capacidade de analisar problemas complexos de um modo mais crítico; uma mudança perceptível em sua capacidade para tomar decisões como algo próprio. Os alunos se apresentam mais curiosos; seu interesse geral na aprendizagem tende a aumentar, bem como seu respeito pelas opiniões, atitudes e crenças dos outros alunos divergentes da sua, e alguns dizem ler sobre os conteúdos fora da aula. Percebem que há discussão dos temas do Caso durante o intervalo das aulas ou em seus lares.

Adam (1992) afirma que, com o uso frequente da ABC, os alunos desfrutam mais das aulas e a escola se torna mais estimulante e interessante.

Ewing (1990), ao descrever o que em sua opinião ocorre na Escola de Negócios de Harvard, argumenta:

O único que se necessita é comparar o que entra com o que sai... Os estudantes ingressantes, brilhantes, enérgicos, talentosos, demonstram, no que se refere aos negócios e a suas próprias aptidões, uma ingenuidade “colossal”. Dois anos depois, esses mesmos estudantes possuíam uma notável compreensão das grandes e pequenas organizações comerciais e não lucrativas, tinham uma assombrosa habilidade para analisar complexos problemas de gerência, eram capazes de tomar decisões com grande habilidade e, mesmo sem contar com toda a informação necessária, conheciam a fundo seus méritos e fraqueza, assim como suas metas na vida... De manipular dado como loucos, descuidar aspectos importantes, pontificar, aplicar soluções fáceis a problemas complexos, cometer um de cada dois erros que é de esperar que cometa um grupo de pessoas brilhantes, mas demasiado jovem, e se sentir tão seguros de si mesmos para assustar a quem for. Os estudantes experimentam uma mudança profunda quanto a sua capacidade para empreender uma análise crítica e discutir inteligentemente os problemas, alcançando uma maior compreensão do complexo que é fazer negócios (EWING, 1990, p. 10).

Lendo estes autores, acredito que há boas razões para crer que a experiência acumulada sobre a ABC proporcione, com as devidas adaptações, uma estratégia de ensino de aplicação em uma grande variedade de disciplinas, incluindo a Física. Muitos professores poderiam experimentar e ter resultados positivos com a ABC, da qual se espera ver os alunos aprendendo e desenvolvendo habilidades e competências, a partir de uma análise mais inteligente dos dados e circunstâncias de um problema. Perceber as possibilidades que a ABC pode proporcionar ao desenvolvimento de uma maior tolerância à ambiguidade e uma melhor compreensão das complexidades dos conceitos e

problemas envolvidos no Caso. Chegar a acreditar que a ABC é viável como estratégia de ensino em quase todas as disciplinas e na maioria dos níveis educativos, desde a Escola Primária até a Universidade. Para tanto, Wassermann (1999) ressalta que, para cumprir o que promete em relação ao ensino e à aprendizagem dos alunos, a estratégia deve procurar ser fiel aos princípios básicos do ensino com a ABC.

2.1.2.5 Papel do professor

Fica evidente a partir do que foi discutido até aqui que o papel do professor está intimamente ligado, além da escolha ou elaboração, à discussão do Caso. Christensen e Hansen (1987) argumentam que a liderança do processo de discussão do Caso é uma responsabilidade crítica do professor, o qual, mais que possuir um conhecimento profundo do campo ou problema colocado no Caso, deve procurar mediar o processo pelo qual os alunos individualmente, e em grupo, exploram a complexidade da situação específica apresentada pelo Caso. Ao professor que trabalha com a ABC é sugerido procurar maximizar as oportunidades para o aprendizado, através de perguntas significativas dirigidas a um determinado aluno no momento mais oportuno durante a discussão; esta, entre outras habilidades e técnicas de sustentação da discussão, pode ser observada, abstraída e estudada pelo professor em um processo reflexivo, que aperfeiçoe o seu *saber fazer* na mediação do debate sobre o Caso.

Como se deve ter notado, o processo de ensino, que ocorre em uma estratégia como a ABC, difere essencialmente e em muitos aspectos de práticas como o ensino transmissivo. O professor que recorre a ABC procura sustentar o ensino com um duplo objetivo: encorajar o processo analítico e a participação ativa do maior número de estudantes possível. O fato da principal tarefa do professor ser o fomento ao aprendizado influencia as atividades que devem ser desenvolvidas por ele. “Nesta perspectiva, a posição do professor não é a de uma figura central, um repositório de conhecimentos, saberes e informações ou de um especialista no assunto. Propõe-se que ele deva estar preparado para se engajar na discussão como um parceiro dos estudantes” (CHRISTENSEN e HANSEN, 1987).

Christensen e Hansen (1987) argumentam que o ensino através da discussão requer, junto com uma mudança notável no papel do professor, uma readequação nas responsabilidades na sala de aula. Essa mudança vem de uma percepção diferente da relação professor-aluno, enfatizando

o envolvimento do estudante e o autoaprendizado. Sob essa perspectiva, a ABC difere do ensino centrado no professor, em que as atividades de sala de aula tanto derivam da apresentação e explicação do conteúdo pelo docente, como procuram seguir o seu planejamento. Diferentemente, o professor que trabalha com Casos deve se sentir confortável quando confrontado com a ambiguidade de uma discussão difícil de planejar, de fluxo livre, dirigida pelas ideias dos estudantes e que pode muito bem seguir caminhos pouco usuais ou inesperados. Os autores afirmam que existem decisões significativas para o ensino, que devem ser tomadas pelo professor durante o debate de um Caso. A título de exemplo citam:

- Como selecionar um aluno para começar a aula?
- Como selecionar um aluno para responder a uma questão, quando muitos outros estão com as mãos levantadas pedindo reconhecimento? Que tipo de questões são mais apropriadas, e para qual momento específico da aula?
- Como decidir responder pessoalmente a um comentário de um aluno, ignorar, ou pedir a outro aluno para comentá-lo?
- Quando colocar um comentário no quadro?
- Como obter altos níveis de envolvimento dos alunos na discussão do Caso? Como lidar com a apatia? Como lidar com alunos ansiosos?
- O que devo saber sobre os alunos? Como tal informação pode ser obtida?

Sobre essas questões, Easton (1982) afirma que o professor *"controlará o processo de discussão, mas, não o seu conteúdo"*. O professor é um guia e não um especialista sobre aquele Caso específico, a última palavra sobre o assunto. Apesar de saber mais que os alunos, não sabe tudo, e parece ser produtivo que seja visto desta forma, como alguém que também aprende, ao promover e mediar a discussão do Caso. Alguns Casos trazem um guia do professor no qual seu autor compartilha sua experiência em sala de aula. É um recurso que, sem tirar a liberdade do docente que trabalha com o Caso, fornece elementos para desenvolver a melhor forma de decidir sobre questões como as anteriores.

O modo como o professor sustenta a discussão do Caso é crucial para um bom ensino com a ABC. Em tal situação um professor costuma fazer perguntas, reformular e resumir o que foi dito, dar a sua própria opinião e contribuir com o conhecimento de sua especialidade. As questões para promover e guiar a discussão na ABC não são iguais às utilizadas numa situação de ensino que não se propõe ativa e centrada no aluno. Questões bem preparadas pelo professor com o objetivo de

chegar ao centro do problema colocado pelo Caso procuram focalizar o pensamento, enquadrar a discussão, e reforçar os objetivos da ABC.

A reformulação, afirma Easton (1982), é o meio pelo qual o professor chama atenção para algum ponto, esclarece e faz uso da discussão que foi feita. O objetivo é coletar as várias contribuições conjuntamente e esclarecê-las através da expressão, reelaborada, das ideias colocadas, de maneira que a discussão possa proceder a partir de um entendimento comum. O professor pode também diminuir o ritmo da discussão e esclarecê-la, ocasionalmente expressando em suas próprias palavras o que foi dito ou resumindo a discussão até aquele ponto. Nada impede pedir para que um aluno realize esta tarefa, expressar de outra forma ou resumir as ideias até então colocadas. Isso dá uma chance para o aluno que não teve oportunidade de expressar sua posição durante a discussão do Caso.

Nos Casos em que informação técnica específica é requerida, Easton sugere que professor pode suplementar a discussão com "miniaulas" de curta duração.

O professor pode suplementar a discussão com "miniaulas" de curta duração, com o objetivo de suplementar os estudantes com a informação técnica que eles não têm ou que não é acessível para eles [...] as opiniões do professor devem ser utilizadas comedidamente e apenas depois da turma ter lidado com o problema e expressado a necessidade de inadiável esclarecimento. As "miniaulas" não devem ser utilizadas para refrescar a memória dos estudantes quanto à matéria coberta em alguma outra parte do currículo e com a qual eles deveriam estar familiarizados (EASTON, 1982, p. 95).

2.1.2.6 Questões de ensino com a ABC e o saber fazer do professor

Um professor que se dispusesse a ensinar Física recorrendo a uma estratégia como a ABC poderia se perguntar: "Os Casos não são muito vagos?" e, em continuação, afirmar: "Não seria melhor explicar logo o que queremos em vez de deixá-los vagar na escuridão?"

Um dos receios de um professor que recorre a ABC é a possibilidade de inculcar ideias "cientificamente" errôneas nos alunos, através dos textos, por vezes controversos, que analisam para resolver o Caso.

Os professores poderiam opinar que o Caso apresenta um ponto de vista particular, e preocupa-os a possibilidade de que os alunos aceitem esse ponto de vista como correto e generalizável.

Uma interpretação das concepções sobre ensino que estes professores expressam é a de que o livro-texto é neutro. Não havendo parcialidade no livro-texto ele apresenta aos alunos a concepção cientificamente aceita e nada mais.

O que um professor interpreta como parcialidade dos Casos, Wassermann (1999) vê como questões que foram destacadas para que possam ser objeto de um exame reflexivo e crítico. A ideia de a ABC equivaler a ensinar opiniões lhe parece incompreensível; a crença de que o que apresentam os livros-textos sejam verdades inquestionáveis lhe parece temerária.

Dentro desta perspectiva apresentada pela autora, um professor que pense que ensinar Física é transmitir aos alunos verdades comprovadas, poderia ter dificuldades em ver na ABC uma estratégia de ensino adequada à forma como em muitas escolas se dão as aulas de Física no Ensino Médio, além de não cair no vestibular.

Wassermann opina que poderia ser improdutivo discutir com tal professor suas crenças, visto estas serem tão definidas e seu compromisso com seu fazer docente tão irrevogável, que uma discussão só serviria para os distanciarem ainda mais. Seus pontos de vista sobre o ensino e aprendizagem são muito distintos.

Eu compreendo tanto a posição deste professor como a opinião de Wassermann. Seu saber fazer pode ter sido construído na prática de sala de aula, e pode não ter tido contato com a literatura sobre ensino de Física que alterasse suas concepções. Pelo que expressa, acredito que a ABC seria uma estratégia de ensino que o deixaria insatisfeito. Na realidade, creio que qualquer estratégia de ensino que vá contra o saber fazer do professor o deixa desconfortável o suficiente, para crer que a ABC, por exemplo, seja uma estratégia inviável para seus objetivos. É necessário alterar algo do seu saber fazer. Esse é um ponto crucial na adoção de qualquer estratégia de ensino, que sofrerá resistência por parte de qualquer professor se não se adequar ao seu saber fazer, o que pode levar a uma mudança ou na total rejeição de tal estratégia.

Acredito que podemos alcançar nossos objetivos de ensino recorrendo a estratégias diferentes, o que varia é o tempo e esforço necessário para alcançar tais objetivos.

São diversas as estratégias que podemos utilizar para ensinar Física. A realidade mais comum em nossas escolas é o ensino transmissivo, em que a tarefa fundamental do professor na aula é proporcionar informação aos alunos. Os professores de Física que aderem a esse estilo podem vir a recorrer a estratégias de ensino como a exposição oral e aos exercícios de lápis e papel.

Quando a transmissão de informação é a principal tarefa docente, os professores também recorrem a discussões na aula para verificar se os alunos conhecem as respostas relacionadas às perguntas importantes sobre os conceitos dos conteúdos ensinados. As perguntas que começam com *quem, que, quanto e por que*, conduzem a uma única resposta correta, e dominam a discussão (WASSERMANN, 1993, p. 33).

Em outras formas de ensinar que procuram desenvolver a habilidade dos alunos para *utilizar a informação como meio de compreender problemas*, um objetivo destas aulas parece ser a participação ativa dos alunos nos trabalhos em grupos, em projetos e em outras tarefas investigativas, no laboratório, na biblioteca ou em trabalho de campo, experimentar, investigar e pesquisar sobre os problemas relacionados ao conteúdo ensinado.

Nas aulas em que se decide como a principal tarefa educativa conseguir que os alunos compreendam as ideias e os problemas, os professores recorrem às discussões em aula para conhecer o que pensam os alunos sobre as questões estudadas. As perguntas que buscam obter explicações, exemplos, comparações, dados para ser interpretados e princípios a que corresponde aplicar a situações novas, dominam as discussões. Estas procuram ser um meio de promover o pensamento de ordem superior dos alunos sobre questões importantes do conteúdo escolar (WASSERMANN, 1993, p. 34).

Entre estes modos de ensinar se situam muitas outras estratégias de ensino ou combinações destas, as quais os professores adotam, possivelmente em função das necessidades que percebem nos alunos. Apesar da grande variedade de formas de ensinar e estratégias de ensino.

[...] o que fazem a maioria dos professores tende a um ou outro de dois modos de ensinar, cuja missão fundamental é, em um caso, a de ensinar o conteúdo obrigatório e manter o controle da classe e, no outro, o de “extrair” os significados dos alunos. Estes estilos derivam de pontos de vista diferentes sobre o papel do professor (CUBAN, 1993, p. 253).

Esses estilos de ensino influenciam o *saber fazer* do professor e as estratégias a que este recorre para ensinar, e podem ser fruto de dois pontos de vista que sintetizam as suas crenças.

Segundo um destes pontos de vista a tarefa do professor

[...] é proporcionar a informação essencial que os alunos devem conhecer. Este ponto de vista se baseia implicitamente em várias suposições sobre os alunos; por exemplo, que não se interessam, sendo a única maneira de conseguir que aprendam algo é trabalhar duramente para «encher os recipientes vazios»; ao não possuir ideais próprias de valor é necessário submeter os alunos a grandes doses de informação em vez de procurar que pensem e reflitam o que só ocorre quando toda a informação estiver armazenada (RATHS, WASSERMANN et al., 1986, p. 127).

Segundo o outro ponto de vista,

[...] a tarefa do professor seria ensinar aos alunos a processar a informação: *a saber, acerca de*. Este modo de fazer parece se basear em um conjunto diferente de suposições a respeito dos alunos; por exemplo, que a aprendizagem de significados requer a participação ativa do aprendiz no processo, que a responsabilidade pela aprendizagem do material recai sobre os alunos e que a aquisição de informação é mais eficaz quando se dá mediante a reflexão sobre os problemas. A suposição de que na realidade os alunos possuem ideias e de que essas ideias podem ser usadas produtivamente para consolidar seus conhecimentos foram corroboradas tanto por relatos de professores de sua experiência pessoal como por pesquisas de campo em sala de aula (RATHS, WASSERMANN et al., 1986, p. 127).

O *saber fazer* de cada professor se vale de muitas estratégias diferentes. “Inclusive os professores que preferem um ensino mais transmissivo solicitam aos alunos que apresentem projetos, e também os partidários de «extrair significados», transmitem informação quando faz falta” (WASSERMANN, 1994b, p. 35). Seu *saber fazer* define não só o que fazem, mas também suas crenças implícitas a respeito de ato de ensinar e suas suposições a respeito dos alunos.

Wassermann afirma que a parte do ensino decidida fora da sala de aula seja determinada em grande medida pelas crenças dos professores, por suas necessidades de ordem psicológica, pela forma em que foram iniciados na profissão e pelo contexto cultural da instituição em que trabalham. “Todas estas variáveis e muitas outras entram em jogo e geram um *saber fazer* próprio de cada professor, tão resistente a mudanças como o conhecido boneco João bobo, que quando menos se espera volta à posição inicial” (WASSERMANN, 1999, p. 65).

Concordo com Wassermann que o *saber fazer* do professor seja determinante na escolha de uma estratégia como a ABC em sua prática, entretanto, penso que uma discussão mais aprofundada, do que a feita até aqui sobre esta questão, fuja dos objetivos deste trabalho. Uma vez que decidi utilizar a ABC como estratégia de ensino, a questão que se coloca é: *Como se deu o meu ensino no contexto escolar que a experimentei?*

2.1.2.7 A aula com a ABC

Estas aulas são descritas por Wassermann como lugares em que a tensão produzida pela incerteza é elevada.

São lugares em que não se pretende dar uma resposta única e correta, como é comum no ensino de Física baseado em exercícios de lápis e papel, em que as discussões se suprimem ou ficam inconclusas, nas que a aula chega ao seu fim deixando os alunos com perguntas sem respostas, e se fica com o sentimento de frustração de não saber com segurança. Num claro contraste com aulas que se valem de estratégias que o fato de saber com segurança a resposta correta tranquiliza professores e alunos, e os problemas se resolvem, as perguntas são respondidas com segurança absoluta, os fatos proporcionam a base indiscutida em que se fundamenta o conhecimento. Nestas aulas, o fato de não saber com segurança gera uma frustração e uma ansiedade grandes (WASSERMANN, 1994a, p. 40).

Estas, naturalmente, são apenas algumas das questões relacionadas com as necessidades que possam causar insegurança em um professor em sala de aula na aplicação da ABC.

Algumas das questões que, segundo Wassermann (1994b, p. 46) os professores identificaram como dificuldades em seu *saber fazer* em um ensino com a ABC em sala de aula, são, por exemplo:

A diminuição do papel autoritário do professor.

A falta de fechamento de uma aula.

O fato de fornecer conteúdos que aumentam a incerteza, que operam na zona cinzenta entre o conhecido e o desconhecido.

A falta de ênfase nas respostas "corretas".

O fato de tentar algo novo na sala de aula.

Ter que criar a estrutura enquanto sustenta o ensino.

Ver a sala de aula como um laboratório de aprendizagem para o ensino.

Os alunos “saem perdendo” enquanto você aprende.

Não fazer bem da primeira vez.

O fracasso.

A falta de experiência que faz com que os alunos se divirtam com você.

Não ver o currículo em sua totalidade.

Como avaliar os alunos.

A capacidade dos alunos para trabalhar de forma responsável quando estão sozinhos.

O que os outros pensaram (gestores, colegas, pais, etc.).

Wassermann argumenta que há boas razões para não incluir as necessidades de poder e controle sobre a disciplina na mesma categoria das acima.

Há professores que, mesmo após muitos anos de exercício da profissão sentem a necessidade de manter um controle rigoroso sobre tudo que é feito pelos alunos. Tomam todas as decisões importantes pessoalmente, além disso, não podem conceber que alguém faça o contrário. Pensam que esse controle é um direito e prerrogativa dos professores. Se propusermos uma estratégia de ensino em que o controle é passado, embora ligeiramente, às mãos dos alunos, a rejeitam e se preocupam. Para eles, a perda do controle significa que os alunos aprendem menos e que seu papel como o professor será diminuído. A necessidade de poder e controle sobre os alunos, sobre o que eles fazem, a forma como eles fazem, o tempo gasto, etc., não são negociáveis. Para o professor, que é dominado por essa necessidade, é improvável que eles possam ser convencidos de que o abandono dessas tutelas irá beneficiá-los ou a seus alunos. Percebem o abandono de parte do controle exercido em sala de aula como uma ameaça mortal (WASSERMANN, 1994b, P. 41).

Wassermann argumenta que pode também causar satisfação desenvolver a autonomia nos alunos, para atuarem de forma reflexiva e responsável. Este desenvolvimento só pode ocorrer quando os alunos tiverem a experiência de usar sua liberdade para atingir esses objetivos. Segundo Wassermann, não é uma questão de gradação. Um controle, mesmo que mínimo sobre os alunos, não os tornará autônomos em vez de submissos.

Ensinar com Casos envolve parceria com os alunos: o professor e os alunos são parceiros no processo de ensino e de aprendizagem. A sociedade não funciona se há o exercício de “poder sobre”, só é possível se os parceiros compartilham o poder. A ABC pode desenvolver nos alunos e no professor o sentido de “poder para”. Nas salas de aula em que recorremos a ABC esta prática aumentou a autoestima, a autoconfiança e a autonomia pessoal dos estudantes. Eles aprenderam a se envolver nas decisões sobre o que fazer e do modo de fazer, e assim aprenderam a assumir responsabilidades. O poder de decidir é talvez a variável mais importante no que diz respeito a um desenvolvimento eficaz e humano bem-sucedido. Quando permitimos que os alunos assumam este “poder para”, talvez estejamos dando o melhor presente que um professor pode oferecer. Quando tiramos este poder, talvez estejamos negando a condição mais importante para uma vida e aprendizagem eficazes (WASSERMANN, 1994b, P. 42).

2.2 Os Casos como instrumentos educativos

"As pessoas geralmente brigam porque não conseguem argumentar."

(G. K. Chesterton).

Para ilustrar o uso de Casos como instrumento educativo, recorrerei a uma situação fictícia a título de exemplo.

Kleber é professor de Física em uma Escola Pública e almeja um ensino significativo, no qual promova o engajamento de seus alunos do primeiro ano do Ensino Médio em aprender Cinemática. Viu na ABC uma estratégia que poderia alcançar este objetivo. A questão agora é encontrar um Caso relacionado à Cinemática. Em um livro de Casos para o Ensino Médio, similar ao de Bickerton e Chambers (1991), mas específico para o Ensino de Física editado por professores brasileiros, encontrou um Caso que se vale de um dilema entre a navegação marítima utilizando o GPS (Global Positioning System) ou a tradicional bússola, confrontando os dois recursos tecnológicos.

Este Caso, denominado "Bem-vindo a bordo!", narra a viagem de uma embarcação que apresenta defeito no aparelho de GPS. Defeito de que a tripulação não tomou conhecimento, causando assim um desvio da rota inicial. Os autores do Caso apresentam um dilema relacionado ao preconceito intelectual. Quando um marinheiro mais velho, e com larga experiência em navegação, sugere ao capitão que o rumo está errado, o capitão com formação brilhante na Academia não lhe dá ouvidos, uma vez que o GPS indica a posição correta. Os autores sugerem que, em uma abordagem CTSA, poderia se discutir com os alunos, entre outras questões, a relação entre o conhecimento prático e o acadêmico e a influência da última novidade tecnológica em relação às soluções tecnológicas que esta substituiu. O professor Kleber viu neste Caso a possibilidade de que, ao analisar o dilema, os alunos tomem contato com noções sobre o GPS e a bússola e sua utilidade para localização geográfica, o que possibilitaria um ponto de partida para analisar as questões relativas à Cinemática. Ele acredita que os questionamentos que surgiram na discussão do Caso leve seus alunos a se interessarem por questões como posição, velocidade média, referencial, coordenadas, variação espacial, deslocamento e as consequências disso tudo para a navegação, aviação e locomoção.

2.3 Critérios para escolha de um Caso

Conte-me, e eu vou esquecer.

Mostre-me, e eu vou lembrar.

Envolva-me, e eu vou entender.

- Confúcio -

O exemplo anterior do professor Kleber com o Caso "Bem-vindo a bordo!" nos dá um exemplo em que um Caso pode ser usado para diferentes objetivos, e uma coleção de Casos poderia ser útil para os professores do Ensino Médio adaptando-os às necessidades do professor e de seu grupo de alunos. Analisaremos os critérios para escolha de um Caso.

2.3.1 Relação com o currículo

Segundo Selma Wassermann (1994b, p. 52), ao elaborar ou adaptar um Caso para uma aula deve se ter em conta, em primeiro lugar, a correlação entre as "ideias importantes" do Caso e os principais temas do conteúdo que se quer ensinar. Correlação que ela considera não significar uma correspondência perfeita. Há certa flexibilidade. Um único Caso, segundo a autora, não pode nem nas circunstâncias mais favoráveis cobrir todos os temas a ser tratado em um curso, e também não é necessário que seja assim. Sugere que o Caso deve abranger pelo menos um tema, deixando a possibilidade para futuros estudos, leituras (textos, artigos), filmes, palestras e outros recursos que forneçam informação para a reflexão crítica e também através de outros Casos. Considera um Caso como um ponto de partida no estudo de um conteúdo não de chegada, acreditando que *todo bom Caso fomenta a necessidade de se saber mais*. A escolha de "Bem-vindo a bordo" pelo personagem Kleber, por exemplo, poderia ser pela relação entre conceitos importantes na Cinemática e o uso do GPS ou da bússola em mapas. O Caso poderia proporcionar que se trate com profundidade esses conceitos da Física.

Como um professor avalia se há um acordo adequado entre o Caso e as questões curriculares? Sobre essa questão Wassermann (1994b, p. 52) supõe que seja do mesmo modo como faz com qualquer outro material de apoio a sua aula. Ela afirma que professores escolhem filmes, vídeos e textos, por exemplo, que consideram relevantes para uma dada investigação, ou livros e histórias que lançam luz sobre algum aspecto de um conteúdo.

A concordância entre estes materiais suplementares não necessita ser perfeita. Os materiais são úteis, pois permitem a análise de algumas questões que o professor considera importante para o ensino que realiza durante este período. Ao tomar estas decisões, os professores usam seu bom senso, que envolve um conhecimento bem informado sobre o conteúdo, as ideias importantes e a relevância do tema (WASSERMANN, 1994b, p. 52).

2.3.2 Qualidade do relato

Outra questão colocada por Wassermann é como os professores sabem se um Caso preenche os requisitos de qualidade? Um critério importante para avaliar um texto narrativo é a qualidade da história. Wassermann (1994b, p. 52) propõe que, ao escolher um Caso, considerar a qualidade da história não é um detalhe menor. Afirma que uma história bem escrita é mais provável que desperte e mantenha o interesse dos alunos e, uma história medíocre pode por o ensino a perder. Entre outras crenças sobre o relato aponta que personagens irreais não inspiram sentimentos nem permitem que os leitores se identifiquem com eles. Um enredo irrelevante ou pouco autêntico pode inibir a reflexão. Uma trama muito complexa é de difícil entendimento.

Como alguém pode saber se um livro está bem escrito? Sua argumentação é que “o que a um cura a outro mata”, que tomamos nossas próprias decisões nestas matérias opináveis, no entanto, ela afirma que existem algumas regras de aplicação geral e propõe perguntas que pensa facilitar a análise. Será que a história prende a atenção do leitor? Será que as frases descritivas possibilitam ao leitor formar uma imagem mental das pessoas, lugares e acontecimentos? Os leitores se identificam com os personagens e sentem algo por eles? O enredo é realista?

Essas são características da boa literatura que não devem ser desconhecidas pelos professores. Propõe também que a consideração dos aspectos negativos é também um meio de se chegar a um juízo. O trabalho é trivial? É a prosa demasiado densa? Temos a visão turva durante a leitura? O argumento fica atolado em muita informação? É difícil compreender a ordem cronológica dos acontecimentos? É disparatado o relato? São estereotipados os personagens? Conclui propondo

que o professor recorra à aplicação das regras de uma boa história para distinguir entre um Caso ruim e outro bem escrito.

Naturalmente, os alunos, se solicitados, darão as suas opiniões com franqueza. Como um bom exemplo abre as portas para novos estudos, o fato de a história mobilizar os estudantes é um fator importante quando se trata de julgar a sua qualidade. Embora tenha recebido um prêmio literário e mereça a aprovação do professor se a história não estimular o interesse e, portanto, a necessidade de conhecer, aos alunos não terá cumprido sua função primária (WASSERMANN, 1994b, p. 54).

2.3.3 Legibilidade

Wassermann indica que, especialmente quando se trabalha com alunos que frequentam o ensino médio ou que não tenham um bom domínio da língua falada e escrita, a leitura é outro fator a levar em conta na escolha dos Casos.

Além de considerar a qualidade, os professores devem tomar decisões baseadas na sua percepção da capacidade de seus alunos para entender a linguagem, vocabulário e decifrar o sentido do que leem. Os alunos que não conseguem ler as palavras estarão completamente cegos. Aqueles que conseguem decodificar, mas por causa de sua experiência com a linguagem não entendem plenamente as orações e as ideias, podem não obter os ganhos esperados no Caso, mesmo que este esteja bem escrito. Os Casos, portanto, devem ser escolhidos tendo em mente a leitura. Os professores podem julgar melhor do que ninguém se um Caso está ao alcance do nível de leitura e compreensão de seus alunos, e eles devem encontrar algum Caso médio entre os Casos muito difíceis e aqueles que incentivam os alunos a alcançar níveis mais elevados de desenvolvimento e aprendizado (WASSERMANN, 1994b, p. 54).

2.3.4 Sentimentos intensos

Outra característica apontada por Wassermann é que a maioria dos Casos causa um impacto emotivo no leitor, e não é um elemento acessório da história. Segundo a autora, as histórias são construídas de modo a produzir o impacto mencionado, e apresenta alguns Casos que são exemplares neste aspecto, como "O caso da injustiça no nosso tempo" (CHAMBERS e STEVE, 1991), que narra o episódio de uma família canadense de imigrantes japoneses que são retirados à força de sua casa como criminosos, enquanto os seus vizinhos gritam a plenos pulmões "Japoneses, saiam daqui!". No Caso "Barry" (WASSERMANN, 1993), há uma criança que não sabia contar, e uma professora, desesperada, que altera as respostas em seus deveres de matemática para poder

atribuir-lhe uma nota mais alta, com a esperança de que assim irá melhorar sua imagem sobre si mesma. Em outro Caso, denominado "Me senti como se meu mundo desabasse" (HANSEN, RENJILIAN-BURGY; *et al.*, 1987), o professor se enfurece quando um aluno expressa abertamente seu racismo em relação a um estudante latino-americano. Estes e outros Casos podem provocar as paixões considerando que um mínimo de alunos permanece indiferente a tais dilemas humanos. "A capacidade de um Caso para impactar está intimamente relacionada à sua capacidade de despertar o interesse dos alunos pelo conteúdo" (WASSERMANN, 1994b, p. 55).

Embora a exaltação do sentimento seja interpretada como preconceito ou parcialidade, afirma que a defesa apaixonada de um aluno por um personagem em um Caso não constitui um argumento a favor ou contra algo. "O propósito do drama da história é despertar sentimentos nos alunos como ira, raiva, compaixão, preocupação, e assim dar mais vida a fatos e conceitos "frios" que geralmente não produzem tanta emoção" (WASSERMANN, 1994b, p. 55). Desse modo sugere que em vez de estudar a Segunda Guerra Mundial como uma lista de nomes, datas, lugares e estatísticas, os alunos a considerem a partir de uma perspectiva humana, procurem saber o que aconteceu com as pessoas naquele momento da história. Assim, afirma que os alunos aprendem a ler Casos com maior interesse. História, economia, geografia, biologia e matemática tornam-se mais significativos, o ensino se torna associado à experiência humana cotidiana dos alunos e não indiferente a ela.

É claro que o fundo emotivo do Caso não deve ser usado como propaganda, induzindo os alunos a adotar um ponto de vista particular. Embora os Casos aparentem ter uma orientação particular, as questões de ordem superior e a neutralidade do professor durante o debate constituem um esforço por garantir que todos os pontos de vista serão considerados com respeito, de maneira crítica e reflexiva. Os alunos devem ter "oportunidades iguais" para examinar os problemas de pontos de vista diversos; sem coerção, sutis ou óbvias exercidas sobre eles para adotar o ponto de vista das autoridades. Os Casos por melhores que sejam como outras boas ferramentas para o ensino podem ser mal utilizadas. Mas, se bem utilizada, afirma a autora, sua carga emotiva tem grande potencial para despertar o interesse dos alunos e para motivá-los em relação ao conteúdo (WASSERMANN, 1994b, p. 56).

2.3.5 Acentuação do dilema

Um Caso que conduza a uma única solução pode ser visto como um editorial de um jornal que recomenda certo modo de ser ou fazer as coisas. Um Caso como este iria contra a discussão aberta ou a diversidade de opiniões. Os estudantes saberiam que consenso se espera deles. Os Casos que terminam com um dilema incentivam uma discussão aberta. Só podemos saber "o que fazer" ou "qual é o caminho correto", depois de ter refletido, ponderado e examinado os problemas em toda a sua complexidade, reunindo mais dados. Pode muito bem ser o dilema, portanto, que alerte os estudantes sobre a complexidade das questões e os afaste da resposta única e simplista que domina boa parte das discussões em uma aula. Se os Casos geram a necessidade de saber, é o dilema que conclui o Caso que, como um ímã, pode atrair os alunos para o exame das questões em pauta (WASSERMANN, 1994b, p. 56).

O dilema, quando o há, pede um posicionamento, ser a favor de uma solução em detrimento de outra. Podendo se apresentar um que dê competição entre grupos e alunos com posições antagônicas, ambas defensáveis.

[...] uma característica dos bons Casos é a sensação inquietante de ‘assunto inacabado’ que promove. Um bom Caso não apresenta uma solução final satisfatória, ao contrário das telenovelas, mas questionamentos inquietantes. A narrativa do Caso progride para um clímax que acentua o dilema (WASSERMANN, 1994b, p. 56).

A autora afirma que esta característica pode promover a participação ativa dos alunos no estudo das questões que o Caso apresenta. Ela argumenta que a dissonância cognitiva pode sustentar a aprendizagem dos alunos até que encontrem uma maneira de resolver o dilema e que este processo cognitivo requer uma reflexão por parte dos alunos.

Esta argumentação me remete a Bachelard (1996), quando diz que todo conhecimento é a resposta a uma pergunta. As questões em pauta no Caso poderiam promover a aprendizagem de novos conhecimentos.

Em síntese, o que Wassermann sugere ao professor que se propõe escolher um Caso é que avalie sua adequação (ou seja, a relação do Caso com os conteúdos do curso), a qualidade da história narrada, a legibilidade e o potencial do Caso para suscitar opiniões sobre os problemas em pauta e provocar discussão sobre o dilema.

2.4 Casos e as áreas de conteúdo

“a dúvida, a crítica, a argumentação e contra-argumentação estão sempre presentes. Os cientistas submetem-se à crítica quando publicam suas produções, expõem seus métodos de construção de dados e especulam sobre possíveis implicações de suas produções.” (MALDANER, 2000, p 60).

Para Wassermann, as ciências sociais e as humanidades parecem ser as áreas de conteúdo mais adequadas para utilizar a ABC como estratégia de ensino. Afirma ainda que seja relativamente fácil encontrar ou escrever Casos baseados em temas históricos, geográficos, econômicos, políticos, jurídicos, educacionais, comerciais ou relacionados com as relações humanas. “[...] as ciências sociais são disciplinas relacionadas com as pessoas. Faz sentido que nestas áreas disciplinares os Casos sejam aceitos com facilidade e que acabem sendo instrumentos úteis e valiosos para promover a aprendizagem dos alunos” (WASSERMANN, 1994b, p. 57).

Mas e quanto às outras áreas de conteúdo? Posso usar Casos em matemática, biologia, física e química? A ABC é adequada para a aprendizagem de disciplinas carregadas de conteúdo e orientadas à experimentação e à informação?

Goodenough (1991), professor de anatomia e biologia celular na escola de medicina da Universidade de Harvard, explica como desenvolveu, junto com um grupo de colegas, o “Programa do Caminho Novo”, em que o “caminho real pedagógico” das palestras, anteriormente utilizados na formação médica, foi substituído pela ABC. Os Casos foram escritos incluindo material já utilizado em cursos de biologia celular, histologia, anatomia e radiologia. Estes Casos foram apresentados em um plano de estudos reorganizado, composto por cursos que enfatizavam temas como o corpo humano, o metabolismo, matéria e energia, o ciclo de vida, o tratamento da informação e do comportamento. Goodenough escreve:

A eficácia das discussões do grupo no ensino médico sugere que a estratégia é aplicável a outras disciplinas. Essa eficácia não tem nada a ver com a exaltação ou a bajulação dos alunos e colegas. A eficácia está em unir alunos e professores na aprendizagem em um sentido muito real, que transcendem a si mesmos, adicionando uma nova camada vital aos recifes de coral em crescimento perpétuo da compreensão humana (GOODNOUGH, 1991, p. 98).

A ABC nestas disciplinas apresenta particularidades que diferem do seu uso em ciências sociais. Greenwald (1991), por exemplo, em um ensaio, menciona os problemas relacionados ao ensino de um material altamente técnico:

[...] este tipo de material muitas vezes pode causar ansiedade nos alunos, muitos dos quais tiveram apenas uma experiência limitada com conteúdo de orientação técnica. Os cursos técnicos muitas vezes exigem modos de raciocínio que não são naturais ou intuitivos. É fácil para professores tentar aliviar a ansiedade ditando as aulas, ou seja, apresentar a informação de forma clara e precisa em uma aula estritamente planejada. Esta abordagem parece indicar que as aulas transmissivas são a forma mais adequada de apresentar material técnico. Minha experiência sugere que a abordagem que favorece a discussão é mais eficaz, especialmente quando, em última instância, os estudantes devem aplicar seus conhecimentos técnicos em problemas práticos (GREENWALD, 1991, p. 195).

Wassermann (1994b) relata que Barnett (1991), em sua pesquisa sobre o ensino da matemática, usou Casos como um catalisador para a discussão sobre o ensino de conceitos difíceis de entender, tais como: frações, decimais, proporções e porcentagens. Barnett afirma que a estratégia pode promover o pensamento e raciocínio aplicável ao ensino de matemática, e concluiu que a ABC fornece aos professores a oportunidade de refletir sobre a prática, e também "gera novos conhecimentos através de reflexão e discussão em grupo" (BARNETT, 1991, p. 269).

Uma pré-condição, segundo Wassermann, para a utilização da ABC em qualquer curso "[...] é a capacidade do professor para criar uma ligação entre os conteúdos da disciplina e os diversos problemas em cujas circunstâncias os alunos irão aplicar os princípios para resolver os problemas, ao invés de reunir uma grande quantidade de informação teórica" (WASSERMANN, 1994b, p.59).

Em síntese o que Wassermann sugere é que, havendo problemas ou conceitos que devam ser estudados e aplicados a situações-problema, a ABC é uma estratégia de ensino apropriada para esta situação de aprendizagem.

Greenwald (1991) também argumenta a favor da ABC nos seguintes termos:

Uma boa discussão exige ensinar aos alunos a ir além da aprendizagem de princípios abstratos e aplicá-los ao mundo confuso da realidade cotidiana. Este exercício ajuda-os a apreciar tanto o valor como as limitações das habilidades técnicas que adquirem. Os alunos, segundo ele, aprendem a não desencorajar pela complexidade, a falta de informações e situações urgentes específicas de situações reais de tomada de decisão, e também para distinguir entre o núcleo essencial do enfoque teórico e os detalhes periféricos, cuja importância é corroída pelas incertezas e ambiguidades da vida real (GREENWALD, 1991, p. 196).

Quando os professores têm clareza sobre os temas ou conceitos de um curso e como se relacionam com os problemas da vida real, podem selecionar os Casos tendo em conta esta concordância. A experiência até o momento, conclui Wassermann, indica que os Casos são igualmente adequados para cursos orientados à informação como para disciplinas de ciências sociais e humanas. Como afirma Christensen, "Eu não prescindiria da ABC em uma aula de cálculo" (CHRISTENSEN, GARVIN *et al.*, 1991, p. 156).

As características gerais dos Casos e da ABC para o uso proposto por Christensen em uma aula de cálculo ou de outra ciência exata não se diferencia das de outras disciplinas. O que deve ser levado em conta são os objetivos e a abordagem do que se pretende ensinar, uma vez que as características da ABC procuram proporcionar que, enquanto os estudantes trabalham e apresentam suas descobertas, eles desenvolvam habilidades de comunicação e de gerenciamento de informações necessárias para o aprendizado. "É uma estratégia que proporciona aos estudantes a oportunidade de direcionar sua própria aprendizagem, enquanto exploram a ciência envolvida em situações relativamente complexas" (WATERMAN, 1998, p. 5).

O professor pode recorrer a ABC em uma aula de física com uma abordagem CTSA ou de projetos, ou mesmo, utilizar de um Caso para propor um problema de lápis e papel como no Caso "The Cheerleader and the Football Player: Physics and Physical Exertion" (ANEXO D). Em que as perguntas críticas são na prática enunciados de problemas de lápis e papel, em que se recorre ao Caso com intuito de aproximar o problema ao cotidiano dos alunos.

Esta característica, a meu ver, é uma virtude da ABC. Os Casos podem ser adaptados pelo professor aos objetivos de ensino e aprendizagem que deseja alcançar, tanto quanto à forma de condução como aos conhecimentos e destrezas que queira promover ou que sejam mobilizados pelos alunos através da ABC.

2.4.1 Onde Conseguir Casos

Como o professor pode obter bons Casos? Que recursos se dispõem nas distintas áreas de conteúdo?

Estas costumam ser as primeiras questões que um professor levanta ao pensar em trabalhar com a ABC. Wassermann argumenta que os recursos disponíveis em língua inglesa são

muitos, e muitos mais estão sendo criados atualmente, atribuindo este fato ao crescente interesse pela ABC. O que apresento nesta seção são alguns recursos, a título de exemplo, e não pretendem ser exaustivos, mas uma referência para quem pretende iniciar o trabalho com a ABC.

Bickerton (1993), professora de biologia em uma escola secundária na Columbia Britânica elaborou para seu trabalho de doutorado cinco Casos em torno de conceitos de biologia. Em sua tese procura demonstrar que, recorrendo a determinados procedimentos de redação, pode conseguir que os Casos tenham utilidade em um curso de biologia orientado à informação. Os Casos elaborados pela professora Bickerton são os seguintes:

«Uma dose de realidade», no qual se investigam aspectos da relação entre o aparelho respiratório e o circulatório.

«Fantasma», no qual se investigam as transmissões das sensações desde as terminações nervosas até o sistema nervoso central e a forma como essas sensações são decifradas no cérebro.

«Água, água por todo lado», no qual investiga a osmose como processo que determina o deslocamento da água entre as células do corpo e os meios em que estas vivem.

«Vencer ou morrer», no qual investiga como os atos “sobre-humanos” resultam da ação coordenada dos sistemas corporais.

«Uma reação indesejável», no qual investiga como as reações alérgicas são causadas pelo contato com um alérgeno que não afeta de igual modo a todos os indivíduos.

O que sobressai na tese de Bickerton é sua análise da forma em que sustenta o ensino com os Casos em um curso no qual proporciona abundante informação.

O’Shea e Wassermann (1992) testaram dois Casos de matemática com alunos do ensino médio. «O Caso do Yahagi Maru» solicita aos alunos investigar o emprego das coordenadas para marcar a localização. «A insuportável fealdade do Subaru» investiga aspectos da teoria da probabilidade para tentar calcular quando sofrerá uma avaria um automóvel usado.

Alguns grupos de docentes de Columbia Britânica elaboraram Casos relacionados a diversas disciplinas, destinados a alunos do ensino médio canadense (BICKERTON, CHAMBERS *et al.*, 1991). São 20 Casos relacionados a disciplinas de estudos sociais, periodismo, civilização ocidental, bioética e arte.

Outros professores de escolas de ensino médio da Columbia Britânica desde então elaboram Casos que em conjunto abarcam quase todas as disciplinas do currículo deste nível de

ensino. Este material continua aumentando, segundo Wassermann, e pode ser obtido através do Centro de Distribuição de Casos da Faculdade de Educação da Universidade Simon Fraser.

2.4.2 Casos no ensino de ciências

O químico James Conant utilizou Casos em suas aulas em 1940 em Harvard, dando um curso inteiro de ciências enfocando os grandes descobrimentos científicos (CONANT, 1949; CONANT, 1957), sendo esta a referência mais antiga do uso da ABC em ensino de ciências de que disponho.

Nas últimas décadas, a utilização da ABC no ensino de ciências vem ganhando aceitação. Entre os principais avanços nos anos recentes, saliento as variações na condução do processo de ensino, desde discussões envolvendo todos os alunos até outras próximas ao denominado Jigsaw em inglês (FATARELI, FERREIRA *et al.*, 2010).

Herreid (2005) fala em mais de mil pesquisas apontando que há uma correlação entre a utilização da ABC e a melhora na aprendizagem; no mesmo trabalho, se refere a uma pesquisa de opinião indicando que os alunos dizem apreciar e se beneficiar do trabalho com a ABC. O mesmo Herreid é idealizador e diretor do *National Center for Case Study in Science*, com sede na universidade de Buffalo-New York, que disponibiliza inúmeros Casos relacionados a distintas áreas do conhecimento, entre elas: química, física, engenharia, matemática, ciências da computação, etc. Cada um dos Casos é acompanhado de notas didáticas que visam favorecer a compreensão dos docentes a respeito de como empregá-los em suas respectivas áreas, disponível em: (<http://ublib.buffalo.edu/projects/cases/>).

A Universidade de Delaware possui um PBL Clearinhouse em que disponibiliza uma coleção de problemas, Casos e artigos direcionados a professores interessados em estratégias como a ABC e ABPR, além de notas e materiais complementares para cada problema ou Caso. O acesso à coleção necessita prévio registro, que é gratuito, disponível em: (<http://chico.nss.udel.edu/Pbl/>).

O projeto “BioQuest”(WATERMAN, 1998), desenvolvido pelo Centro de Competência Nónio Sec. XXI da ESSE – Escola Superior de Educação – de Santarém, Portugal, disponível em: (<http://www.nonio.eses.pt/bioquest/>), pretende contribuir para a construção de uma interpretação crítica do mundo atual nas suas dimensões científica e tecnológica,

evidenciando aspectos ambivalentes da ciência e da tecnologia e as suas interações profundas com a sociedade e o ambiente, uma abordagem tipicamente CTSA.

Para tanto propõe atividades de reflexão e discussão sobre controvérsias sociocientíficas atuais (por exemplo, impacto ambiental de grandes empreendimentos, células troncos, clonagem, energias alternativas). Estas se fazem pela análise e discussão de Casos (BAROLLI, FARIAS *et al.*, 2006).

O objetivo, segundo seus idealizadores, é estimular o desenvolvimento de uma alfabetização científica baseada na compreensão das dimensões sociais, econômicas, políticas, éticas, científicas e tecnológicas de questões controversas atuais e na promoção de conhecimentos, capacidades de pensamento crítico e de atitudes e valores que facilitem o envolvimento ativo, construtivo e responsável dos cidadãos na evolução da sociedade. O projeto “BioQuest” procura fomentar o ensino, nos cursos de licenciatura em Biologia, através da aprendizagem colaborativa e do desenvolvimento de um currículo aberto, no qual se fomenta que os estudantes proponham e resolvam problemas, envolvendo-se na análise dos resultados, com seus pares. No ano de 2007, o “BioQuest” foi eleito pela European Schoolnet como um dos 100 Melhores Sites Educacionais da Europa (eLearning Awards 2007) (REIS, P., 2008).

Um site relacionado ao uso da ABC no ensino médio é La punta del ovillo (http://www.educared.org.ar/enfoco/lapuntadelovillo/links_internos/metodologia.asp), que contém Casos e fundamentação teórica para sua utilização, além de problemas na perspectiva da ABC e da ABPR, propostos, em sua maioria, por professores de ensino médio, sobretudo em disciplinas de Física, Química e Biologia, os quais esperam alcançar por esta estratégia de ensino uma aprendizagem significativa com os alunos.

Reis (2008) avaliou os limites e possibilidades da utilização de um sistema didático denominado Espaço Virtual de Aprendizagem (EVA) fundamentado na ABC, tanto na formação de professores como para o ensino da física.

O EVA pode ser considerado como uma ferramenta cognitiva que possibilita o desenvolvimento de funções latentes, ainda não amadurecidas no aprendiz (Vygotsky, 1984). A sequência dos passos de ABC (expõe ideias / concepções prévias – estuda e interage, lê e critica – apresenta e defende uma solução) possibilita um trabalho que favorece atingir o conhecimento desejável (LINHARES e REIS, 2008, p. 19).

Quanto à eficácia e funcionalidade do EVA, considera

[...] que a ferramenta assíncrona permite que o professor responda cada aluno individualmente, pois as questões complexas não admitem respostas simplificadas. Também é um sistema que pode vir a funcionar com os estudantes no Ensino Médio e desta forma estaremos dando um exemplo e propiciando vivência no uso desta tecnologia aos futuros professores (LINHARES e REIS, 2008, p. 19).

Sá e Queiroz (2009) elaboraram um livro que, segundo as autoras, visa contribuir para a difusão da ABC em salas de aulas e ser útil para professores e alunos interessados em buscar alternativas de ensino capazes de promover não apenas o aprendizado de conteúdos de Química, mas que desenvolvam habilidades como o pensamento crítico e a argumentação (SÁ; e QUEIROZ, 2009). Outros trabalhos das autoras relacionados com o uso da ABC no ensino de química e que apresentam Casos de caráter sociocientífico podem ser encontrados no site do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química do Instituto de Química de São Carlos: ([http://www.iqsc.usp.br/pesquisa/ensino química/](http://www.iqsc.usp.br/pesquisa/ensino_quimica/)).

Apesar de ter tomado contato com estas experiências com a ABC, não vi nelas Casos que se adequassem aos meus objetivos de ensino, o que me levou à decisão de escrever os meus próprios Casos.

2.5 Como escrever um caso

“para saber o que devemos fazer, temos que fazer o que queremos saber”.

Inciarte (1974, 1730)

Em um artigo síntese Herreid (1998a) nos oferece uma compilação da sua experiência na elaboração de Casos, na qual sugere que um “bom Caso” deva apresentar as seguintes características: *Um bom Caso narra uma história; Um bom Caso desperta o interesse pela questão; Um bom Caso deve ser atual; Um bom Caso produz empatia com os personagens centrais; Um bom Caso inclui citações; Um bom Caso é relevante ao leitor; Um bom Caso deve ter utilidade pedagógica; Um bom Caso provoca um conflito; Um bom Caso força uma decisão; Um bom Caso tem generalizações e Um bom Caso é curto.*

O autor justifica o porquê destas características, segundo os argumentos que sintetizamos a seguir:

Um bom Caso narra uma história: se essa história apresenta o final aberto, estes Casos são denominados de Casos abertos, por dar margem a várias soluções plausíveis dependendo do raciocínio que se faz. Os estudantes devem analisar os fatos, avaliá-los e pesar os prós e contras das diferentes opções e as consequências da decisão ou decisões que eles devem tomar. Por exemplo, em relação a uma pergunta crítica de um Caso hipotético sobre energias alternativas tal como: “O Brasil deve construir novas usinas nucleares?”, haverá alunos que se posicionarão a favor e outros contra, e em ambos os lados por razões diversas. Herreid considera que este tipo de Caso se localiza no limite superior da taxonomia de Bloom sobre a aprendizagem, em que a síntese, a análise e a avaliação são habilidades que desempenham um papel fundamental na tomada da decisão. No limite inferior da escala, posiciona os Casos que podem ser considerados como fechados. Estes Casos não possuem uma resposta certa ou errada, e para ele Casos desse tipo valorizam os fatos, os princípios e as definições. Como exemplo ele cita que muitos Casos utilizados em faculdades de medicina são assim; neles, um paciente apresenta uma queixa particular, o diagnóstico correto é essencial, e o medo de errar, que implica em perda de prestígio, pode surgir tanto sobre o estudante quanto com o médico (HERREID, 2007, p. 46).

Um bom Caso desperta o interesse pela questão: para que um Caso pareça real, Herreid afirma que convém que haja um drama, um suspense. Para ele o Caso deve ter uma questão a ser resolvida. Argumenta ainda que boas histórias nem sempre relatam fielmente a verdade, mas são plausíveis, transmitem um sentimento de credibilidade. O Caso vai ser julgado pela sua verossimilhança, diferentemente de um modelo, teoria ou hipótese científica que o é pela sua verificabilidade experimental ou em argumentos de autoridade⁴ (HERREID, 2007, p. 46).

Um bom Caso deve ser atual: deve tratar de questões atuais, de modo que o estudante perceba o problema como algo importante e significativo. O autor salienta que apesar de Casos históricos serem interessantes para os especialistas em ensino de ciências, os estudantes tendem a preferir tópicos atuais que veem na mídia. Um artigo que me parece corroborar esta afirmação de Herreid é o de Halkia, K. e D. Mantzouridis (2005); no qual os autores realizam uma pesquisa planejada para investigar a reação de estudantes gregos de ensino médio ao código de comunicação utilizado em artigos jornalísticos sobre ciência, com o objetivo de analisar seu potencial como instrumento de aprendizagem no ensino de ciências (HERREID, 2007, p. 46).

Um bom Caso produz empatia com os personagens centrais: Aqui Herreid nos diz que personagens influenciam na maneira como certas decisões são tomadas. Nesta questão a subjetividade desempenha um papel importante, os personagens influenciam na maneira como os alunos tomam certas decisões, o que pode gerar conflitos entre os participantes do debate. Um personagem que se perceba como arrogante, inescrupuloso, antipático, leva o estudante a posicionar-se contrário ao seu argumento pelo simples fato de ser o posicionamento desta personagem, mesmo que os fatos o favoreçam, afinal, somos humanos e a ciência é feita por humanos (HERREID, 2007, p. 46).

Um bom Caso inclui citações: Herreid considera que esta é a melhor maneira de compreender uma situação e ganhar empatia para com os personagens. Deve-se adicionar vida e drama a todas as citações (HERREID, 2007, p. 46).

⁴ Fé humana respaldada na credibilidade da pessoa que diz em vez do que foi dito

Um bom Caso é relevante ao leitor: Herreid afirma que os Casos escolhidos devem envolver situações que os estudantes tenham elementos suficientes para resolver, ou como encontrá-los. Isto melhora o fator empatia e faz do Caso algo motivador, que valha a pena ser estudado (HERREID, 2007, p. 46).

Um bom Caso deve ter utilidade pedagógica: Segundo Herreid a ABC deve ser percebida como algo útil para o desenvolvimento do curso e para a aprendizagem do conteúdo pelo aluno (HERREID, 2007, p. 46).

Um bom Caso provoca um conflito: Herreid afirma que a maioria dos Casos é fundamentada sobre algum tema controverso, que exige reflexão e alguma ação (HERREID, 2007, p. 46).

Um bom Caso força uma decisão: Herreid sugere que deve haver um clima de urgência e seriedade envolvido na resolução dos Casos (HERREID, 2007, p. 46).

Um bom Caso tem generalizações: O saber desenvolvido a partir da ABC, segundo Herreid, deve ter aplicabilidade geral, não sendo específico de um Caso particular ou apenas uma curiosidade (HERREID, 2007, p. 46).

Um bom Caso é curto: Por fim, Herreid propõe que os Casos devem ser curtos, o suficiente para introduzir seus fatos e circunstâncias condicionantes, sem levar a uma leitura e análise tediosa (HERREID, 2007, p. 47).

Por sua vez, Selma Wassermann (1994b, p. 69-73) sugere como atributos de um bom Caso: *A brevidade; A coerência; A agilidade; A clareza; A variação de extensão e sintaxe das frases de modo a intercalar curtas e longas; O estímulo sobre todos os sentidos do leitor e não só a razão; A não repetição das expressões.*

Além dos atributos acima, segundo Wassermann, os Casos devem apresentar as seguintes características: *O começo do relato deve atrair a atenção do leitor; Começam com uma*

ação; Centram-se em acontecimentos importantes; Intensificam a tensão entre pontos de vista antagônicos; Despertam interesse pelos personagens; Concluem com um dilema.

Para levar a bom termo a elaboração do relato de um Caso, Wassermann afirma que seja necessário:

Desenvolver uma grande ideia: Wassermann define as grandes ideias como o núcleo de cada Caso; o problema principal; o que queremos que os alunos estudem; um conceito do programa da disciplina.

Inserir esta ideia em uma história: As fontes da história, segundo Wassermann, podem ser: livros, textos; artigos de revistas; prontuários médicos; artigos de jornais; algum desenvolvimento tecnológico.

Criar os personagens - Os personagens, segundo Wassermann, devem apresentar as seguintes características: Ter vida; Parecer reais; Possuir personalidade; Apresentarem-se em quantidade adequada para um relato ágil; Possuírem nomes de impacto; Não ser estereotipados.

A existência de um dilema - Wassermann propõe que o personagem principal enfrente um dilema, o qual é a força que move as discussões. Para a autora o dilema deve ser real ou crível, proporcionando a identificação do leitor com ele. Leva à tomada de decisões mesmo que não se disponha de dados considerados importantes. As pressões externas devem influenciar as convicções e as necessidades pessoais, os princípios. O fim do relato constitui o ponto máximo de desenvolvimento do dilema.

Versões sucessivas - Segundo Wassermann, elaboram-se duas ou mais versões até alcançar a redação final, que deve apresentar as seguintes características: Os parágrafos iniciais possuem um impacto adequado; A simplicidade é a chave da elegância; A brevidade é um valor a ser alcançado.

A criação de perguntas críticas: Ao propor que os Casos possuam perguntas críticas, Wassermann afirma que estas devem possuir as seguintes características: fomentar a reflexão; ser claras; ser inequívocas; não ser sugestivas em demasia; não ser excessivamente abstratas; não ser muito gerais.

O ordenamento das perguntas possibilita que o exame crítico comece pelos problemas superficiais e avance aos de maior profundidade. Para ordená-las, Wassermann as agrupa em três classes:

- A primeira classe de perguntas examina os acontecimentos e personagens, os detalhes.
- A segunda classe realiza uma análise profunda, requer avaliações e juízos e propostas de solução para os problemas.
- A terceira classe de perguntas proporciona a colocação de novas ideias, a conjecturar, a teorizar, a formular hipóteses e juízos e a aplicar princípios.

No que se refere à redação das perguntas que estimulem o pensamento, Wassermann afirma que, se as questões direcionam os alunos de imediato a procurar uma resposta inequívoca, a reflexão e discussão chegam a seu término rapidamente, inclusive porque se considerará aceitável somente o que é “*correto*”. As principais características das perguntas críticas, segundo a autora, são: Convidar em vez de exigir, e exemplifica: em lugar de “Explique”, use “Como você explicaria?”. Em lugar de “Justifique”, perguntar “Quais são os dados que corroboram suas ideias?”. Destacar-se pela clareza; Evitar a abstração em excesso, a generalidade marcante e o demasiado suggestionamento.

A professora Wassermann define a melhor maneira de se avaliar o grau de eficiência do relato de um Caso em uma frase que considero de grande respeito pela pessoa, diversidade e trabalho dos professores que venham a trabalhar com a ABC:

O aspirante a escritor de Casos não tardará em descobrir que a melhor maneira de conhecer qual é o grau de eficácia do relato de um Caso e de suas perguntas conceituais é por à prova seu rendimento no “mercado” (WASSERMANN, 1994b, p. 129).

Com “mercado” entendo que a autora se refere a aulas com ABC em situações reais de ensino e aprendizagem no nível escolar para o qual o Caso foi elaborado.

Parafraseando Wassermann, para melhor expressar um dos objetivos deste trabalho, que é o de analisar os Casos que escrevi para ensinar física aos meus alunos, considero que: *A melhor maneira de conhecer qual é o grau de eficácia do relato de um Caso e suas perguntas críticas, é utilizá-lo em sala de aula.*

À luz das características que deve apresentar um bom Caso – segundo os autores acima citados – procurarei refletir sobre os meus Casos, trabalhados no contexto da sala de aula com meus alunos.

As características e atributos que Herreid e Wassermann consideram que um “*bom relato de um Caso*” deva apresentar estão sintetizados no ANEXO A.

2.6 Como ensinar com Casos

Acolhemos com boa vontade o que concorda com nossas ideias, assim
como resistimos com desgosto ao que se opõe a nós,
enquanto todo preceito de bom senso exige exatamente o oposto.

- Michael Faraday -

Há uma diversidade de formas para conduzir o ensino por meio da ABC em sala de aula e a decisão de qual forma empregar cabe ao professor. Herreid (1998), a partir de sua experiência com a ABC no ensino superior, sugere algumas formas, que em sua opinião, proporcionam bons resultados de aprendizagem sem descaracterizar a estratégia. São elas:

- *Tarefa individual*: O aluno deve solucionar problemas dentro do contexto do Caso, sendo o produto deste trabalho a elaboração de uma explicação histórica das ações que o conduziram à resolução.

- *Aula expositiva*: O professor expõe uma história (Caso) aos seus alunos. Essa história é considerada um Caso por ser muito elaborada e com objetivos específicos de ensino e aprendizagem, refletidos no conhecimento teórico disciplinar presente no texto ou necessário para analisar e elaborar soluções para as situações problematizadas no Caso. Esta forma de conduzir o ensino foi utilizada por James Conant nas suas aulas de história da química, com o objetivo de apresentar aos estudantes a maneira como o conhecimento científico é construído (ênfase no lado humano da ciência) (CONANT, 1949; CONANT, 1957). Aqui a dialogicidade pode se apresentar, por exemplo, em debates ou em questionamentos por parte do professor.

- *Discussão*: A discussão é a forma mais popular de conduzir uma aula com a ABC, exige grande habilidade para garantir que os alunos argumentem racionalmente, aprendam uns com os outros, procurando evitar discussões passionais, promovendo o respeito pela opinião alheia. O Caso apresenta um dilema a ser resolvido e os alunos devem ler e estudar com antecedência o Caso

e textos anexos propondo uma solução. Na aula com a ABC o professor questiona os alunos a respeito das suas opiniões, hipóteses, argumentações e soluções para tal dilema. Um dos maiores problemas nesta forma de conduzir a ABC recai sobre a habilidade do professor em promover adequadamente a discussão e em que os alunos leiam o Caso com antecedência.

- *Atividades em pequenos grupos:* O Caso é uma narrativa analisada por grupos pequenos de estudantes, que trabalham em colaboração. Os estudantes *leem parte do Caso* em voz alta, a seguir discutem os elementos apresentados até aquele ponto no Caso, listam o que já sabem e elaboram uma agenda de aprendizagem, ou seja, um conjunto de assuntos que eles concordam em pesquisar e estudar individualmente antes do encontro seguinte. Este processo se repete até a resolução do Caso. O professor, nesta sugestão, desempenha o papel de mediador durante as discussões.

- *Quebra-cabeça:* Potencializa o uso de Casos em pequenos grupos. A cada grupo de estudantes são fornecidas informações diferentes, parciais e ambíguas a respeito do assunto tratado no Caso sendo desafiados a entrar em acordo sobre o problema do Caso. Cada grupo representa uma parte interessada, com uma especialidade e interesses definidos de acordo com as características do seu personagem e das informações fornecidas. Tomemos por exemplo o Caso da pesca predatória no entorno das Ilhas Galápagos. Quando o governo do Equador tomou medidas contra essa atividade ilegal, vários grupos de pescadores foram à Estação Científica Charles Darwin e tomaram como reféns os cientistas. O professor trabalhando com este Caso pode configurar os diferentes grupos representando os cientistas, pescadores, turistas, empresários e políticos. Então, depois que os grupos estabelecem suas posições iniciais, o mediador estabelece novos grupos, cada um com um representante dos grupos acima, e solicita que entrem em acordo novamente.

- *Tutorial:* Os Casos podem ser estudados de forma tutorial ou com tarefas individuais. Um dos Casos mais interessantes é o uso Caso diálogo. O professor encarrega um aluno da tarefa de escrever uma peça de teatro curta sobre um tema polêmico, por exemplo, o uso de células tronco para pesquisa. Solicita que o aluno escreva um diálogo hipotético, entre pessoas articuladas e bem informadas sobre o assunto, com opiniões divergentes e contraditórias a respeito das questões do Caso. O aluno deverá escrever pelo menos 20 comentários e respostas para cada personagem.

Quanto à forma de condução do ensino Herreid comenta que é desejável que os comentários sejam substanciais e não frívolos como "Você é um idiota!" Sugere também que ao final do trabalho o aluno deve escrever sua própria opinião e fornecer algumas referências. Não é de surpreender, segundo Herreid, que os estudantes muitas vezes mudem de lado para completar sua missão, o que ele enxerga como bom para sua aprendizagem.

São encontrados na literatura exemplos de ABC, nos quais os professores lançam mão de um ou mais destes formatos ou com variações em um ou outro aspecto. Isto se verifica, por ex., em uma aplicação denominada como *formato do Caso Interrompido*, variante do formato de *atividades em pequenos grupos*. Nesse formato, os trabalhos se iniciam quando o professor fornece aos alunos (idealmente divididos em grupos) um Caso que trata de um problema que foi realmente enfrentado por pesquisadores de determinada área, e solicita que apresentem possíveis caminhos para sua resolução. Depois que os alunos discutem o Caso por aproximadamente 15 min., o professor pede que relatem suas ideias a respeito do problema. Em seguida, o professor acrescenta novas informações sobre o Caso, o que acarreta em dificuldades adicionais na sua resolução, e pede aos estudantes que imaginem possíveis soluções. Novamente, depois de discussões, eles relatam suas ideias e, então, o professor fornece dados adicionais para suas interpretações. Finalmente, o professor apresenta a resolução sugerida pelos pesquisadores e a confronta com as oferecidas pelos grupos de alunos.

Outra variante do formato de *atividades em pequenos grupos*, denominada *Formato de Múltiplos Casos*, foi relatada por Tärnvik (2002). Neste formato, durante um intervalo de 2 h, vários Casos curtos são apresentados e discutidos em sala de aula. Em seguida, a resolução de cada Caso é apresentada por alunos, representantes de determinados grupos, e o professor encoraja o estabelecimento de discussões a respeito das soluções encontradas.

Uma variante do *formato de aula expositiva*, denominada *Formato do Caso Dirigido*, busca aprofundar e solidificar a compreensão de conceitos ministrados na disciplina em foco, e foi descrita por Cliff e Curtin (2000). Neste formato o instrutor cria Casos curtos e os insere em cada uma das unidades que são apresentadas na tradicional aula expositiva. Cada Caso é acompanhado por questões que podem ser respondidas, individualmente ou em grupo, através de consultas a livros ou a anotações realizadas durante as aulas expositivas.

2.6.1 Avaliando o trabalho dos alunos na ABC

Para Herreid (2001), avaliar os estudantes é uma tarefa ingrata para os professores, particularmente para os que utilizam a ABC. “Eles se aborrecem por ter que classificar segundo algum critério a participação dos alunos nas discussões em sala. Além da insegurança em relação a que tipos de provas devem submeter aos alunos de forma eficaz e justa” (HERREID, 2001). Quanto aos alunos, a avaliação na ABC também não é algo de todo grato: “[...]os alunos ficam perplexos em relação às expectativas do professor a respeito de sua produção e atitudes em aulas com a ABC, e com o que, e como estudar para os exames” (HERREID, 2001).

Nesta questão Herreid afirma que a melhor forma de classificar o desempenho dos alunos na ABC é avaliar sua participação nos Casos.

Se você ensina com Casos você deve avaliar com Casos; nada me parece mais injusto que ensinar os estudantes com uma estratégia em sala de aula e então avaliar seu desempenho com outra estratégia. Eu vi muitos exemplos deste tipo de duplicidade em minha carreira. Eu não consigo entender o que motiva o professor a fazer isto. Eu penso que deve ser mais por descuido do que intencional (HERREID, 2007, p. 395).

Ao tratar da perplexidade dos alunos a respeito de como devem estudar para obter um bom desempenho no trabalho com Casos, Herreid opina que isto leva tempo como qualquer outra estratégia de ensino nova com que se trabalhe. Seu argumento é que não é fácil para os alunos este processo, e que o professor deve estar atento a isso ao avaliar, auxiliando os estudantes a cumprir esta etapa de adaptação em como aprender com a ABC. A partir de sua experiência, sugere algumas ações que um professor pode tomar:

Para auxiliar os estudantes nesta dificuldade, muitos professores optam por resumir brevemente os Casos, enfatizando pontos essenciais. Mais adiante, eles lhes falam ao começo do semestre sobre quais são suas expectativas em relação ao seu trabalho com a ABC, lhes dá exemplos de perguntas ou até mesmo mostra a eles provas de anos anteriores. (HERREID, 2001, p. 430).

2.6.2 Trabalho em grupo e avaliação individual

Na opinião de Herreid (2007), as diferentes formas de conduzir o ensino com a ABC podem ocorrer tanto dividindo os alunos em pequenos grupos como trabalhando com todos eles em um grande grupo. Esta característica, segundo Herreid, torna a ABC uma estratégia de ensino

extremamente flexível para os professores de ciência e contribui para a aprendizagem dos estudantes. No entanto, ressalva que até mesmo alguns aficionados por trabalho em grupo sentem certa inquietação ao observar os estudantes em ação.

A questão inquietante costuma ser a de como saber se estão fazendo o trabalho que devem. O autor afirma que até mesmo quando os professores propõem um projeto em grupo, têm dúvidas em como avaliar a aprendizagem dos alunos, e que com a ABC não é diferente. Normalmente estabelecem apresentações individuais para a determinação de uma nota pessoal.

O professor Herreid opõe-se a esta forma de pensar. Ele afirma que grandes projetos podem ser desenvolvidos de forma eficaz por grupos de pessoas, e se o professor não valoriza o trabalho do grupo, qual o incentivo em participar? Ele ainda argumenta que empregadores relatam que a maioria das pessoas é demitida porque não conseguem se relacionar com outras pessoas no ambiente de trabalho. Nem todos são, naturalmente, bons companheiros. Ele afirma que em um trabalho realizado em grupo, inclusive o trabalho no grande grupo da sala de aula durante o debate do Caso, os grupos invariavelmente apresentam um desempenho melhor do que o aluno individualmente, mesmo para os mais capacitados. Entretanto levanta um senão, “[...] nós temos que nos precaver na avaliação por pares dos denominados ‘vadios sociais’ e ‘trabalhadores compulsivos’ que existem em qualquer sala de aula” (HERREID, 2007, p. 398).

Ao defender que o melhor modo para ensinar na ABC é organizar os alunos em grupos, faz uma ressalva, aconselhando que o professor monte um sistema para monitorar a ação dos alunos e auxiliá-los a aprender em grupo. “Em ABP é comum que haja tutores que podem realizar estas tarefas. Eu acredito que é essencial usar ações semelhantes na ABC” (HERREID, 2007, p. 398).

A forma como Herreid conduz o ensino com intuito de avaliar os alunos é fundamentada nos trabalhos de Larry Michaelsen (2002) sobre trabalho em grupos, a partir de sua experiência na Escola de Administração da Universidade de Oklahoma. As dificuldades em avaliar com a ABC e suas sugestões de solução são descritas por Herreid (2001):

No começo de todo curso explico que me valho de avaliações entre pares anônimas. Eu mostro para os estudantes o formulário que eles preencherão ao término do semestre [...]. Então lhes peço que nomeiem os colegas do grupo e atribuam para cada colega o número de pontos que reflita as suas contribuições individuais para a resolução dos Casos ao longo do curso. Digo ao grupo que têm cinco membros—cada pessoa do grupo terá 40 pontos para dar aos outros quatro membros do seu grupo. Se o estudante compreende que todos os membros do grupo contribuíram igualmente, então ele deveria dar a cada colega do grupo 10 pontos. Obviamente, se todo o mundo em um grupo sente o mesmo sobre todos os outros, todos eles alcançarão uma nota comum de 10 pontos. Pessoas com uma média de 10

pontos receberão 100 por cento da nota dada ao grupo por qualquer atividade pontuada nas atividades com ABC (HERREID, 2007, p. 397).

E sobre a avaliação com Casos conclui:

Quando eu olho para a essência dos métodos de avaliação na ABC, eu tenho que concordar que eles são uma mistura de elementos objetivos e subjetivos. Algumas coisas são facilmente quantificáveis e outras não (HERREID, 2001, p. 432).

Por sua vez, Wassermann propõe alguns aspectos que podem ser observados pelo professor para avaliar os alunos. No âmbito do desenvolvimento intelectual, das habilidades e atitudes.

DESENVOLVIMENTO INTELECTUAL

- Clareza no raciocínio;
- Percepção da grande ideia do Caso;
- Demonstração de tolerância às ideias e opiniões dos demais;
- Distinção entre opiniões e fatos, entre suposições e fatos;
- Tolerância aos dados que não favorecem sua posição;
- Dá exemplos que apoiam suas ideias;
- Faz interpretações inteligentes dos dados;
- É original, inventivo e criativo em seu trabalho;
- Demonstra atitudes reflexivas.

HABILIDADES

- Comunicação das ideias;
- Demonstra um pensamento de qualidade quando escreve;
- Demonstra um pensamento de qualidade quando fala;
- Habilidades para investigar;
- Reúne e ordena os dados com inteligência;
- Obtém e ordena a informação com exatidão;
- Apresenta habilidades interpessoais;
- Atento às ideias dos demais;
- Contribui e facilita a discussão nos grupos.

ATITUDES

- Tem uma atitude positiva;
- Tolerar a ambiguidade;
- Vê os problemas e questões desde uma perspectiva global;
- Sabe fazer uma autoavaliação de qualidade.

Wassermann também sugere algumas atividades e produções que podem ser realizadas pelos alunos e auxiliarem na avaliação do seu desempenho nas aulas com a ABC. Propõe duas categorias de atividades, que denomina de geradoras e analíticas (WASSERMANN, 1994b, p. 223).

Atividades geradoras

O ensino com Casos insiste na formação de hábitos de pensamento, e convém utilizar materiais de avaliação que meçam a capacidade de pensar de forma ordenada dos alunos. Eis motivo pelo qual a avaliação não pode se limitar a determinar o que sabem. Deve determinar em que medida são capazes de aplicar os princípios e conceitos aprendidos na resolução de problemas.

Temos denominado geradoras as tarefas de avaliação incluídas porque requerem que os alunos apliquem o que aprenderam de um modo novo e criativo. Essas tarefas possibilitam demonstrar sua aptidão para realizar projetos escolares, estudos de campo e apresentações orais e escritas. As tarefas geradoras são facilmente aplicáveis em quase todos os níveis educativos e áreas temáticas (WASSERMANN, 1994b, p. 223).

Entre outras, a autora sugere:

Apresentação dos alunos: Uma apresentação dá aos alunos, em qualquer disciplina, a oportunidade de expressar suas ideias e sentimentos de uma forma distinta da produção escrita. Pode ser feita por um ou vários alunos. Assumir a forma de debates, júris simulados, exposição oral individual ou em grupo, interpretações musicais, dramatizações, etc. O importante é que reflitam as investigações realizadas sobre determinados temas do Caso, sua análise e a proposta de solução.

Estudo de campo: A solução para o Caso pode demandar um estudo de campo, o qual requer a participação ativa dos alunos na aplicação dos princípios gerais da aprendizagem escolar a situações da vida real. Os alunos podem participar diretamente em tarefas de investigação, projetos, excursões, como também em atividades investigativas no laboratório por exemplo.

Atividades analíticas

A capacidade de redigir análises inteligentes dos dados é um aspecto do pensamento crítico estreitamente vinculado a ABC. Pode-se avaliar o desempenho dos alunos referentes às seguintes funções cognitivas de ordem superior: comparações, aplicação de princípios, avaliação e formulação de juízos, interpretações, confecção de resumos, classificação, tomada de decisão, capacidade de inovação e de investigação.

3. Desenvolvimento da pesquisa

Existem muitas hipóteses em ciência que estão erradas. Isso é
perfeitamente aceitável, elas são a abertura para achar as que estão certas.

- Carl Edward Sagan –

3.1 Professor e pesquisador

Coloquei-me duas questões ao iniciar este trabalho: Um professor pode refletir sobre o processo de ensino e aprendizagem sendo ao mesmo tempo participante deste processo? Podemos pesquisar situações de aprendizagem enquanto tentamos construí-las?

Analizando a formação do professor, Cristina Maciel (2003) afirma que as características da sociedade atual e sua influência na educação apresentam desafios ao trabalho do docente, e que, frente a tais desafios, o perfil do professor deve ser o de um professor estratégico⁵.

Monereo et al. (1998) investiga a formação do professor ao experimentar estratégias de ensino em sala de aula onde existam

[...] processos de tomada de decisão (conscientes e intencionais) nos quais o professor elege e recupera, de maneira coordenada, os conhecimentos que necessita para completar uma determinada demanda ou objetivo, dependendo das características da situação educativa na qual se produz a ação (MONEREO, FONT *et al.*, 1998, p. 27).

Monereo (1998) ressalta a necessidade de pensar em uma formação contínua que tenha em conta o professor como aprendiz e como docente estratégico, proporcionando instrumentos para:

- Interpretar e analisar as situações profissionais nas quais atua.
- Tomar decisões como aprendiz e como docente estratégico que permita enriquecer sua formação.

⁵ O conceito de professor estratégico, segundo Monereo, é o de um profissional com habilidades de regulação para planejar, orientar e avaliar os próprios processos cognitivos, sejam estes de aprendizagem ou de conteúdos a ensinar ou relacionados com sua atuação docente (MONEREO, FONT *et al.*, 1998, p. 18).

A ideia de regulação é fundamental no conceito de estratégia para estes autores. Implica reflexão consciente e controle permanente do processo de ensino e aprendizagem (planejamento, realização da tarefa, avaliação da própria conduta).

Maciel (2003) afirma que a aplicação consciente do sistema de regulação origina um terceiro tipo de conhecimento, o condicional ou estratégico.

Este surge de analisar as condições que determinam que uma estratégia seja adequada, e permite estabelecer relações com certas formas de pensamento e de ação. A atuação estratégica se realizaria segundo o conhecimento condicional que o sujeito havia construído para essa situação, o que havia atualizado no caso de que as circunstâncias forem similares as de uma situação anterior na qual utilizou eficazmente a estratégia (MACIEL DE OLIVEIRA, 2003, p. 93).

De acordo com Schön (1983), o enfoque reflexivo sobre a prática reconhece a necessidade do docente de analisar e de compreender a complexidade das situações áulicas e institucionais das quais toma parte. Schön analisa o conhecimento prático como um processo de reflexão na ação. Sobre o conceito de reflexão, Pérez Gómez (2000, p. 417) afirma:

A reflexão implica a imersão consciente do homem no mundo de sua experiência, um mundo carregado de conotações, valores, intercâmbios simbólicos, correspondências afetivas, interesses sociais e cenários políticos. A reflexão, diferentemente de outras formas de conhecimento, supõe tanto um sistemático esforço de análise, como a necessidade de elaborar uma proposta totalizadora, que captura e orienta a ação (PÉREZ GÓMEZ e ÁNGEL, 2000, p. 417).

O mesmo autor distingue de acordo com Schön (1983), os seguintes conceitos que integram a concepção mais ampla do pensamento prático do profissional diante as situações da prática:

- Conhecimento na ação, que se manifesta no saber fazer.
- Reflexão na ação, que implica pensar sobre o que se faz ao mesmo tempo em que se atua, quer dizer, um metaconhecimento na ação.
- Reflexão sobre a ação e sobre a reflexão na ação, como a análise que o sujeito realiza sobre a própria ação depois de tê-la feita.

O conhecimento construído, relatado neste trabalho a partir desta experiência educacional com a ABC, se enquadra, a meu ver, em uma reflexão sobre a ação.

Penso que para justificar esta pesquisa basta uma breve reflexão sobre a validade do conhecimento construído.

Segundo Zeichner (1993), a prática de todo professor é resultado de uma ou outra teoria, quer ela seja reconhecida quer não. Ele afirma que os professores estão sempre a teorizar à medida que são confrontados com os vários problemas pedagógicos, tais como a **diferença entre as suas expectativas e resultados**. Em sua opinião, a teoria pessoal de um professor sobre a razão por que uma lição de leitura correu pior, ou melhor, do que esperado, é tanto teoria como as teorias geradas nas universidades sobre o ensino de leitura: ambas precisam ser avaliadas quanto a sua qualidade, mas **ambas são teorias sobre a realização de objetivos educacionais**. O autor conclui que a diferença entre teoria e prática é antes de mais, um desencontro entre a teoria do observador e a do professor, e não um fosso entre a teoria e a prática.

Creio que cada professor apropria-se do conhecimento teórico e da prática de uma forma particular; construindo o seu *saber fazer* orientador de sua ação pedagógica – que apresenta sempre uma componente dinâmica – aprendizagem de novos conhecimentos – e outra resiliente, devida ao caráter e aos hábitos arraigados, sendo o grau de influência de cada variável, uma função do contexto, da reflexão sobre a prática e das suas opções.

Quanto à pesquisa do prático, Zeichner e Noffke (1998) afirmam ser uma forma legítima de questionamento educacional que deveria ser avaliada com critérios que são sobrepostos, mas, que de alguma forma sejam diferentes daqueles usados para avaliar a confiabilidade da pesquisa educacional acadêmica.

Já Anderson & Herr (1999) argumentam que a legitimação da pesquisa dos práticos nas universidades constitui um problema complexo, tendo em vista que:

[...] membros dessas comunidades devem legitimar a si próprios em um ambiente onde se apresenta tanto uma cultura universitária que valoriza pesquisa básica e conhecimento teórico quanto uma cultura da escola onde se valoriza a pesquisa aplicada e narrativa (ANDERSON e HERR, 1999, p. 16)

Os autores pensam que a organização do conhecimento obtido pelo prático, com um olhar fundamentado na teoria, possibilita uma simbiose positiva dos saberes, adequando a cultura da escola à cultura universitária, produzindo um conhecimento distante da ideia preconcebida de “fosso entre teoria e a prática”. Uma evidência da separação entre os denominados “acadêmicos” e os denominados “práticos”, os autores vêm no trabalho de revisão realizado por Cochran-Smith e Lytle (1990), no qual não encontram nenhuma pesquisa que tenha sido gerada a partir da sala de aula e feita pelos próprios professores. Na maioria dos trabalhos, os professores são objetos das

investigações dos pesquisadores e espera-se que sejam consumidores e implementadores desses resultados. Cochran-Smith e Lytle (1990) argumentam que o que está faltando são as vozes dos próprios professores, as questões que eles se colocam, os quadros referenciais interpretativos que eles usam para compreender e melhorar sua própria prática de sala de aula.

Procuró sustentar minha reflexão na literatura sobre a ABC; esta experiência didática com Casos pode ou não ser relevante para outro professor que queira trabalhar com Casos no seu contexto escolar, isto não quer dizer falta de rigor, mas, como argumenta Threatt:

Eu não concordo que sejamos um grupo "menos teórico". Nossa "discussão teórica" ocorre diferentemente, mais embebida em materiais de contextos nos quais trabalhamos em descrições da dinâmica da classe, no que nós fazemos e dizemos (*THREATT, 1999 apud MIZUKAMI, 2003, p. 228*).

Este trabalho acadêmico pode apresentar algum viés pelo fato de o autor ser ao mesmo tempo *professor e pesquisador* que, a meu ver, é algo totalmente diferente de ser *professor pesquisador*. Acredito que o meu olhar sobre os dados é, por vezes, favorecido pelos saberes oriundos da condição de professor e de pesquisador, sobretudo a possibilidade do contexto de ensino poder ser mais vivenciado além de uma experiência didática pontual na escola. Acredito que uma total isenção tanto da parte do pesquisador como do professor na interpretação dos dados é utópica, o que pode ser questionada é a coerência da interpretação dos dados com o referencial teórico adotado, e não tanto validade do conhecimento construído.

3.2 A escola e seus personagens

As aulas compostas pelas situações de aprendizagem com os Casos configuram o contexto imediato para análise do ensino com a ABC nesta pesquisa, e junto com a produção escrita dos alunos, condicionadas pelas situações concretas de trabalho na escola, constituem os dados para a investigação da aprendizagem.

As situações de aprendizagem com a ABC foram desenvolvidas em uma escola pública, estadual, localizada na região central de Campinas, da qual fui professor efetivo entre os anos de 2008 e 2010, período no qual ocorreu esta experiência didática.

Em termos de recursos materiais, a escola possuía uma boa biblioteca, com serviço de reprografia, funcionando no período matutino e vespertino, com um funcionário desempenhando a função de bibliotecário. Possuía, ainda, uma sala de vídeo bem equipada. Entretanto, não possuía laboratório de informática nem de física, já o de química continha uma quantidade razoável de vidraria e de reagentes, graças ao empenho e esforços da professora de dessa disciplina. Por sua localização em uma zona central da cidade, atende a alunos de vários bairros; muitas vezes, a escola fica próxima ao local de trabalho do aluno, e grande parte dos alunos possui uma ocupação profissional no contra turno.

A escola foi construída na década de 60 e em décadas passadas era muito procurada pela comunidade. Possui dezesseis salas de aulas funcionando no período da manhã, à noite o ensino médio, e à tarde o ensino fundamental II. A ocupação das salas para as três séries do ensino médio, nos anos que ali exerci a docência, se dá de forma desigual. Pela manhã, a maioria das salas é do primeiro ano, reduzindo a metade para o segundo ano, restando somente quatro salas no terceiro ano. No período noturno, são três turmas de ensino médio, uma para cada série. Um dos fatores que me levou a escolher trabalhar com as turmas do terceiro ano foi justamente o número reduzido de turmas, podendo, assim, trabalhar em todas.

Os temas previstos pela proposta da SEESP_Física (2008) para serem tratados nesta série - equipamentos elétricos no primeiro semestre, e matéria e radiação no segundo - , parecem-me interessantes para uma abordagem CTSA a partir da ABC. Outro fator para a escolha é o de já ter trabalhado com grande parte dos estudantes nas séries anteriores, acreditando assim conhecer melhor meus alunos, junto à expectativa de que, por estarem no último ano do ensino médio, teriam

maior maturidade para trabalhar em grupo e expressar suas opiniões. Esses são todos os fatores decisivos para minha escolha.

3.2.1 O professor

Antes de chegar às questões relacionadas à aplicabilidade da ABC ao ensino de física no nível médio, houve necessidade de uma compreensão e adaptação do meu saber fazer ao contexto de ensino e aprendizagem da escola pública em que atuaria como professor, uma vez que nunca havia trabalhado no ensino público.

Após a minha posse lidei com a seguinte questão: O que ensinar da física dispondo de duas aulas de 50 minutos por semana? As variáveis eram tantas que me senti perdido e temeroso em fracassar. No entanto, no início das aulas, a Secretaria de Educação começou a implantação de um currículo oficial comum às escolas do estado de São Paulo para os níveis de ensino Fundamental (Ciclo II) e Médio (SEESP, 2008), o que me deu certa tranquilidade. Embora não aceitasse acriticamente a proposta da SEESP, havia um ponto de partida por onde começar.

Outra questão que surgiu é: Como ensinar? Meu primeiro movimento foi apoiar-me na proposta da SEESP.

3.2.2 Os alunos

As situações de aprendizagem com a ABC ocorreram no decorrer do terceiro e quarto bimestre de 2009, período em que trabalhei nas quatro turmas da manhã 3ªA, 3ªB, 3ªC e 3ªD. Em 2010 trabalhei com todas as turmas do terceiro ano do ensino médio, sendo 4 turmas do período da manhã, 3ªA, 3ªB, 3ªC e 3ªD e o 3ªE do noturno, e as situações de aprendizagem foram trabalhadas no decorrer do primeiro e terceiro bimestres.

Em todas as salas havia sido professor da maioria dos alunos durante toda 2ª série e, de alguns, inclusive na 1ª série.

Todas as classes possuíam em média 30 alunos. A expectativa de um vestibular para o prosseguimento dos estudos no nível superior não era a da maior parte dos alunos, prevalecendo a entrada no mercado de trabalho ou a busca de uma colocação melhor remunerada, em menor número, um curso técnico.

3.3 A proposta da SEESP

Só se pode entender a essência das coisas quando se conhecem sua origem e seu desenvolvimento.

Heráclito

A apresentação da Proposta Curricular do Estado de São Paulo está dividida em dois tópicos: Uma educação à altura dos desafios contemporâneos e Princípios para um currículo comprometido com o seu tempo. Este segundo tópico apresenta os seguintes itens: I) Uma escola que também aprende; II) O currículo como espaço de cultura; III) As competências como referência; IV) Prioridade para a competência da leitura e da escrita; V) Articulação das competências para aprender e VI) Articulação com o mundo do trabalho. Assegura ainda que esta iniciativa procure “[...] garantir a todos uma base comum de conhecimentos e competências, para que nossas escolas funcionem de fato como uma rede [...]” (SEESP, 2008, p. 7), priorizando a competência de leitura e escrita.

Ainda nessa apresentação, são citados outros materiais que darão suporte à Proposta Curricular, como, por exemplo, as Orientações para a Gestão do Currículo na Escola dirigido à equipe gestora, e os Cadernos do Professor (SEESP, 2008, p. 4).

O texto de apresentação afirma que a sociedade do século XXI

[...] é cada vez mais caracterizada pelo uso intensivo do conhecimento, seja pra trabalhar, conviver ou exercer a cidadania, seja para cuidar do ambiente em que se vive. Essa sociedade, produto da revolução tecnológica que se acelerou na segunda metade do século passado e dos processos políticos que redesenharam as relações mundiais, já está gerando um novo tipo de desigualdade, ou exclusão, ligada ao uso das tecnologias de comunicação que hoje mediam o acesso ao conhecimento e aos bens culturais (SEESP, 2008, p. 9).

A Proposta Curricular apresenta como princípios centrais:

[...] a escola que aprende, o currículo como espaço de cultura, as competências como eixo de aprendizagem, a prioridade da competência de leitura e de escrita, a articulação das competências para aprender e a contextualização no mundo do trabalho (SEESP, 2008, p. 11).

Lembrando sempre que a quantidade e a qualidade do conhecimento devem ser “[...] determinadas por sua relevância para a vida de hoje e do futuro, além dos limites da escola.

Portanto, mais que os conteúdos isolados, as competências são guias eficazes para educar para a vida” (SEESP, 2008, p. 13).

A Proposta Curricular faz menção também à necessidade da articulação da educação com o mundo do trabalho, reforçando a necessidade da alfabetização tecnológica básica, no sentido de preparar os alunos para a inserção num mundo em que a tecnologia está cada vez mais presente na vida das pessoas e também da compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicos da produção de bens e serviços necessários à vida.

[...] À medida que a tecnologia vai substituindo os trabalhadores por autômatos na linha de montagem e nas tarefas de rotina, as competências para trabalhar em ilhas de produção, associar concepção e execução, resolver problemas e tomar decisões tornam-se mais importantes do que conhecimentos e habilidades voltados para postos específicos de trabalho (SEESP, 2008, p. 19).

Portanto, além da ênfase na centralidade da linguagem nos processos de desenvolvimento dos alunos, amparada em habilidades e competências, os conteúdos propostos devem estar articulados com a repetição de tarefas e com o mundo do trabalho.

3.3.1 Os conteúdos de física

Os conteúdos de física a ser ensinados de acordo com as diretrizes gerais da proposta devem ser selecionados segundo uma perspectiva de formação mais ampla.

A seleção de conteúdos a serem trabalhados no Nível Médio, embora possa ser variada, deve ter como objetivo a busca de uma formação que habilite os estudantes a traduzir fisicamente o mundo moderno, seus desafios às possibilidades que o intelecto humano oferece para representar esse mundo. Para tanto são necessários conhecimentos em Física, pois competências e habilidades somente podem ser desenvolvidas em torno de assuntos e problemas concretos, que exigem aprendizagem de leis, conceitos e princípios construídos por meio de um processo cuidadoso de identificação das relações internas do conhecimento científico (SEESP_FÍSICA, 2008, p. 6).

E quanto à seleção dos conteúdos, propõe:

Entretanto, no intervalo de tempo destinado, dentro da educação média, ao ensino de Física e às competências e habilidades correlatas, fica impossível tratar de todos os tópicos da Física; será necessário fazer escolhas que dependem da realidade escolar, e estabelecer os critérios que levem em conta os processos e fenômenos físicos de maior relevância no mundo contemporâneo. Também é preciso garantir o estudo de diferentes campos de fenômenos e diferentes formas de abordagem, privilegiando a construção de um olhar investigativo sobre o mundo real (SEESP_FÍSICA, 2008, p. 6).

Em síntese, um conteúdo amplo relacionado com o cotidiano, tratando dos tópicos de física relevantes à realidade escolar de cada estabelecimento de ensino.

3.3.2 A implantação da proposta da SEESP

Minha vivência com a implantação da proposta da SEESP se deu da seguinte forma:

No começo de 2008, a SEESP elaborou o *Jornal do Aluno* para toda rede estadual paulista. Durante os 42 dias iniciais do ano letivo, os alunos faziam uma recuperação pontual em português e matemática, cujo conteúdo e atividades didáticas a serem desenvolvidas estavam contemplados no *Jornal do Aluno* e na *Revista do Professor*.

Depois desse período, os cerca de 3,6 milhões de estudantes que participaram desta “recuperação” foram avaliados por meio de uma prova de múltiplas escolhas. Os que não atingiram os níveis desejáveis, e no critério da SEESP ainda necessitavam de reforço, tinham a possibilidade de continuar em processo de recuperação no contra turno. O que na prática consistia em aulas extras de português e matemática no horário de almoço entre o turno matutino e vespertino.

Com pouca experiência no ensino público, trabalhar com o *jornal do aluno* foi para mim de grande ajuda.

Constatai certa resistência na aceitação da proposta por parte dos colegas mais antigos. Sem aprofundar esta questão, pareceu-me algo que valeria a pena tentar, uma vez que eu não sabia mesmo por onde começar; então o que tinha a perder?

A implantação da proposta, ainda mais da forma açodada como foi feita, levou o corpo docente a assumir posturas refratárias a sua implementação, ignorando, parcialmente ou em sua totalidade, as atividades. Minha percepção é que anteriormente à proposta, cada professor definia o conteúdo e como este seria abordado com os alunos, não havia uma homogeneidade curricular, alguns seguiam a sequência convencionada nos livros didáticos, outros, o que julgavam ser prioritário. Em particular na física, com 2 aulas por semana, beira o impossível cumprir um conteúdo tão extenso como o comumente previsto nos livros didáticos e cobrado nos vestibulares. Outro fator complicador, a meu ver, é a falta de professores efetivos de física na rede. Com o agravante da mudança constante de professores, quando os há, o que traz consigo a variação tanto

no conteúdo como na forma do que é ensinado. De qualquer forma havia, agora, uma proposta clara da SEESP, da qual podia concordar ou discordar.

Ao trabalhar com o *jornal do aluno*, notei certa perplexidade e resistência dos alunos, que atribui ao fato de estarem acostumados a copiar a teoria da lousa e resolver exercício de *lápiz e papel*, como eles me haviam dito. Com a recuperação pontual priorizando português e matemática, nas aulas de física as situações de aprendizagem trabalhavam interpretação de texto, gráficos e diagramas. No Anexo B as aulas de física presentes no *jornal do aluno*, sobretudo as aulas 11 e 12, propõem a leitura e interpretação de um texto em trabalho colaborativo, que resultou em manifestações da parte dos alunos tais como:

-Eu não vou ler em voz alta!

-Para que serve isto!

-Não é melhor o senhor explicar primeiro!

-Eu não fico com eles que não sabem nada!

Fui me dando conta da necessidade de promover mudanças nos significados que os alunos apresentavam ao trabalhar com este tipo de proposta. Comecei por explicar os objetivos de aprendizagem de algo assim, devo confessar que foi um trabalho ingrato, mas que preparou o terreno para o futuro quando trabalhei com a ABC, o que naquele momento não constava dos meus planos, uma vez que minha pesquisa no doutorado tratava de usar a ABC na formação de professores.

Depois do *jornal do aluno*, o processo de implantação do currículo prosseguiu com o *Caderno do Professor*, distribuído para todo o corpo docente da rede pública de ensino. Consistindo em quatro volumes anuais, um por bimestre, para todas as disciplinas. O material foi elaborado com sequências didáticas e sugestões de trabalho, nas quais o professor pode se basear para desenvolver o conteúdo previsto. Em 2009, após uma consulta aos professores, pedindo sugestões para aperfeiçoar a Proposta Curricular e revisar o material, se elabora o *Caderno do Aluno*, específico para cada disciplina, sendo entregue aos estudantes de todas as séries a cada bimestre. A presunção é que nele o aluno registre suas anotações, faça os exercícios e desenvolva as habilidades e competências previstas com a coordenação e mediação do professor.

No final de 2009 a SEESP dá como consolidada a proposta com o seguinte argumento:

Com os bons resultados da implantação da Proposta Curricular no Estado de São Paulo, avaliados pelo Saresp, pelas devolutivas do corpo professor das escolas e na voz da comunidade escolar, o Currículo da rede pública estadual está consolidado. O conceito de aprendizagem respeita as estruturas de pensamento de crianças, adolescentes e jovens de todo o Estado (SEESP, 2009, p. 12).

3.3.3 Impressões sobre o ensino e aprendizagem na escola pública

Alguns elementos me chamaram a atenção nesta escola pública, que acredito serem comuns a muitas escolas.

Um deles credito à presença, no imaginário do aluno, da física e da matemática como disciplinas irmãs; daí pode surgir perplexidade no fato de ler e argumentar em aulas de física, uma vez que é incomum ocorrer dinâmicas como estas em aulas de matemática, esperando a dinâmica tradicional de apresentação e treinamento no algoritmo necessário à resolução de “problemas” de lápis e papel. E ainda há a crença, bastante estendida, que dificuldades em matemática redundam automaticamente em baixo desempenho em física.

Chamou-me a atenção também que frequentemente, sobretudo nos últimos bimestres, os alunos pedissem aos professores um “trabalhinho” para tirar uma nota, os quais, na grande maioria das vezes, são copiados de alguma fonte da internet, levando alguns professores a pedir este trabalho manuscrito. No seu pensar, pelo menos houve uma leitura do texto, ocorrendo comumente que um faça e os outros copiem – Vale lembrar que exponho impressões, seria leviano generalizar – daí, apesar de toda a argumentação contrária, o “trabalhinho”, a meu ver, é percebido pelo aluno como algo de possível realização, enquanto uma prova de “problemas” de lápis e papel, devido ao pouco treinamento, ou seus senões com a matemática, frustra qualquer esforço do aluno por aprender, convencido de que “[...] isto eu não sei fazer”.

São questões que levaremos em conta na análise uma vez que a ABC é uma estratégia de ensino que tangencia estes dois aspectos, leitura e argumentação, bem como trabalho escrito.

3.4 A organização das aulas com a ABC

Procurei trabalhar com a ABC no ensino regular de física, de forma integrada e congruente aos objetivos preconizados pela proposta curricular de 2008 do ensino público paulista (SEESP_FÍSICA, 2008), mesmo ano do meu ingresso na rede estadual de ensino do Estado de São Paulo. Fiz esta opção em primeiro lugar por não achar justo trabalhar exclusivamente para elucidar minhas questões de pesquisa, descolado do que a escola e meus alunos esperavam do meu ensino. Em segundo lugar, para que os alunos não percebessem as aulas como uma quebra de continuidade no processo de ensino e aprendizagem, ou seja, uma aula diferente, com um antes e um depois desconectado das outras aulas, o que poderia ser percebido, a meu ver, como uma atividade intermediária sem fim pedagógico. Um aluno fictício poderia expressar esta ideia com a seguinte frase: “Isto não vale nota” ou “*não vai cair na prova*”.

Em terceiro lugar, gostaria de experimentar a ABC como um apoio a outras situações de aprendizagem do bimestre que seriam como as *atividades de seguimento* sugeridas Wassermann(1994b).

Para as situações de aprendizagem fundamentadas na ABC escrevi dois Casos para o terceiro ano do ensino médio:

- Banho Quente e Barato (BQ) – Para o conteúdo do segundo bimestre.
- Irradiação de Alimentos (IA) – Para o conteúdo do terceiro bimestre.

A escolha do assunto do qual tratariam os Casos foi feito a partir dos temas estruturados para o ensino de Física propostos nos PCNs+(BRASIL, 2002), que fundamentam a proposta da SEESP para o ensino médio.

Os PCNs+ privilegiam seis temas estruturadores para organizar o ensino de Física:

F1 Movimentos: variações e conservações

F2 Calor, Ambiente, Fontes e Usos de Energia

F3 Equipamentos Eletromagnéticos e Telecomunicações

F4 Som, Imagem e Informação

F5 Matéria e Radiação

F6 Universo, Terra e Vida

Esses temas apresentam uma das possíveis formas para a organização das atividades escolares, explicitando para os alunos alguns elementos de seu cotidiano. E reorganizam as áreas tradicionalmente trabalhadas, como a Mecânica, Termologia, Eletromagnetismo e Física Moderna, dando a estes novos sentidos (BRASIL, 2002).

O processo de partir dos objetivos, conceitos e conteúdos a serem trabalhados e elaborar um Caso que se articule com estes não é de todo trivial.

Descrevo nos capítulos 4 e 5 a elaboração de cada Caso, o ensino e os resultados destas experiências didáticas com a ABC.

3.5 Expectativas

Vimos no capítulo 2 as possibilidades e objetivos de ensino e aprendizagem da ABC segundo os autores citados. Minha opinião é de que um professor, ao recorrer a uma estratégia de ensino, tenha expectativas de ensino e aprendizagem específicas que o levaram a escolher esta estratégia. Esta escolha vai além da aprendizagem do conteúdo, e o resultado pode ir além ou ficar aquém das expectativas iniciais do professor; explicitá-las é fundamental para a análise do processo de ensino neste trabalho.

Esperava, ao trabalhar com os Casos, promover questionamentos com a pretensão de assim tornar mais significativa a aprendizagem do conteúdo de física e possibilitar aos alunos explicitar e compartilhar o conjunto de conhecimentos utilizados, construídos e mobilizados por eles no processo de resolução do Caso.

Minha expectativa geral era desenvolver nos alunos, a partir das aulas com a ABC, atitudes no trabalho em grupo como algo realmente colaborativo, que vá além da divisão de tarefas e superposição de resultados. Trabalhando com problemas pouco estruturados, esperava que os alunos percebessem que a resposta não é única, tendo que lidar com opiniões divergentes e defender suas ideias através da argumentação, além de promover a dialogicidade com o professor. Esperava que os alunos também desenvolvessem o poder de síntese, tanto na apresentação oral como escrita, de suas soluções, e elaborassem um trabalho que fosse além da simples cópia.

3.6 Questões observadas e características avaliadas.

A partir do que é apontado na literatura no capítulo 2, como características e critérios de ensino e aprendizagem promovidos pela ABC, estabeleci os seguintes critérios para avaliar as características e algumas questões que podem ser observadas no *ensino com a ABC* com meus alunos :

Características

- I. **Qualidade de um Caso:** A literatura aponta que a qualidade de um Caso é fundamental para despertar o interesse dos alunos pelos problemas apresentados.
- II. **Capacidade de comunicação:** Uma das promessas associadas a ABC é promover o desenvolvimento da capacidade dos alunos de comunicar suas ideias com clareza.
- III. **Capacidade de análise:** Desenvolver a capacidade de analisar problemas complexos de um modo mais crítico é outra promessa associada a ABC.
- IV. **Decisões como algo próprio:** Uma mudança perceptível em sua capacidade para tomar decisões como algo próprio. Fazer escolhas conscientes após uma reflexão crítica e consciente dos fatos e informações, em vez de somente expressar opiniões e afirmações de outros.
- V. **Interesse pelo tema:** Ao trabalhar com a ABC, segundo a literatura, os alunos se apresentam mais curiosos. Seu interesse geral na aprendizagem tende a aumentar. Indicadores deste aumento é a discussão dos temas do Caso durante o intervalo das aulas ou em seus lares, a leitura sobre os conteúdos relacionados ao Caso como atividade extraescolar.
- VI. **Respeito pela opinião alheia:** A ABC promete promover um maior respeito pelas opiniões, atitudes e crenças dos outros alunos que são alheias ou divergentes da sua.
- VII. **Tolerância à ambiguidade:** As possibilidades da ABC proporcionar o desenvolvimento de uma maior tolerância à ambiguidade e uma melhor compreensão das complexidades dos conceitos e problemas envolvidos no Caso e outra das promessas que analisei.
- VIII. **Habilidade de Leitura:** Especialmente quando se trabalha com alunos que frequentam o ensino médio ou que não tenham um bom domínio da língua falada e escrita, a leitura é outro fator a ser levado em conta na escolha dos Casos.

- IX. **Sentimentos intensos:** A maioria dos Casos promove sentimentos intensos, causa um impacto emotivo no leitor, provocando suas paixões. Convém que os Casos sejam elaborados de modo a produzir tal impacto.

Questões que podem ser observadas no ensino com a ABC

- X. **Participação ativa:** A promoção pelo professor da participação ativa do maior número de alunos no processo analítico e outra questão de análise.
- XI. **Diversidade de soluções:** Não há um único modo de resolver as questões, não há uma única resposta inequívoca a ser encontrada, há diversidade de modos de resolver os Casos e de respostas.
- XII. **Trabalho em grupo:** A estratégia solicita que os alunos trabalhem em grupo de forma colaborativa e ressalva que não basta reuni-los para que isto aconteça.
- XIII. **Natureza mal estruturada dos Casos:** Um dos problemas no aprendizado através da ABC está relacionado com as dificuldades que os estudantes encontram em lidar com a natureza mal estruturada dos Casos. O que pode ser traduzido segundo Easton em três perguntas: *"O que nós devemos fazer?"*, *"O que nós estamos aprendendo?"* e *"Por que o professor não ensina?"* (EASTON, 1982, p. 72).
- XIV. **Perguntas críticas:** São aquelas que procuram orientar os alunos a examinar as ideias importantes, noções e problemas relacionados com o Caso.

Estas perguntas, pela forma que estão redigidas, pretendem levar os alunos a uma reflexão profunda sobre os problemas, o que as diferencia de perguntas que pedem somente informação sobre fatos, e a reproduzir respostas específicas (memorização) (WASSERMANN, 1994b, p. 20).

- XV. **Acentuação do dilema:** Uma característica dos Casos é a acentuação do dilema.

Os Casos que terminam com um dilema incentivam uma discussão aberta. Só podemos saber 'o que fazer' ou 'qual é o caminho correto', depois de ter refletido, ponderado e examinado os problemas em toda a sua complexidade, reunindo mais dados (WASSERMANN, 1994b, p. 56).

O dilema como promotor do aprofundamento sobre o tema é outra categoria de análise.

- XVI. **Material de tipo técnico:** Recorrer a um texto técnico, como manuais de equipamentos pode causar ansiedade nos alunos uma vez que tal texto foi elaborado para um público com conhecimentos mais específicos do que o escolar, e grande parte dos alunos teve uma

experiência limitada com conteúdo de orientação técnica. A literatura aponta que é mais fácil para o professor tentar aliviar a ansiedade através de aulas transmissivas. Greewald (1991, p. 195) sugere que uma abordagem que favoreça a discussão é mais eficaz, especialmente quando os estudantes devem aplicar estes conhecimentos técnicos em problemas práticos.

3.7 Análise do ensino com a ABC

Para análise do processo de resolução do Caso pelos alunos estabeleci níveis de 0 a 4 (tabela 1) de maneira que se recolham de forma acumulativa os principais procedimentos por mim esperados na produção escrita dos alunos ao resolver um Caso qualquer. Para a identificação dos diferentes níveis no trabalho dos alunos, comparam-se os passos que eles seguem com aqueles que estabeleci previamente às aulas em função das minhas expectativas em relação a sua produção escrita para cada um dos Casos.

A partir deste protocolo geral (tabela 1) para o trabalho com a ABC, estabeleci os protocolos específicos para o Caso BQ (tabela 4) e o Caso IA (tabela 13).

<i>Nível</i>	<i>Categoria de resposta</i>
0	Não realiza uma leitura e análise séria do Caso, fixando atenção somente nas perguntas críticas, não usa fontes de informação, dando uma solução superficial, quando a dá, e de senso comum para o Caso, sem algo que a justifique ou que é incoerente com a física.
1	<i>Fonte de informação única.</i> Clarifica o objetivo, o que se busca, realiza descrições verbais ou gráficas da situação e analisa o Caso: usa uma única fonte de informação que justifique a posição que deseja defender; faz escolhas baseado em concepções prévias à busca de informação; procura mais convencer que argumentar, e sua solução são cópias da informação obtida; não contrasta sua solução com outras possíveis.
2	<i>Contrasta mais de uma solução entre as possíveis.</i> Além do descrito no nível anterior, usa mais de uma fonte de informação e contrasta as diferentes soluções possíveis, emite hipóteses e argumenta coerentemente.
3	<i>Sintetizar e convencer.</i> Além do descrito no nível anterior, usa várias fontes de informação, sendo que uma delas é um argumento de autoridade (fonte fidedigna).
4	<i>Análise do resultado.</i> Além do descrito no nível anterior, analisa a coerência teórica da solução em relação ao conhecimento técnico e científico; analisa se a solução proposta se ajusta ao contexto do Caso; avalia sua solução frente às soluções alternativas.

Tabela 1-Protocolo geral de avaliação da produção escrita dos alunos quando solucionam um Caso na perspectiva da ABC.

Convém recordar, entretanto, que como os níveis de categorização dos usos de procedimentos durante a solução do Caso se organizam de forma acumulativa, se obtém dois tipos de dados: por um lado, se dão casos de alunos que podem cumprir com os requisitos de nível superior sem superar os de níveis inferiores e, por exemplo, podem ter utilizado mais de uma fonte, sintetizado suas conclusões de modo convincente dentro do contexto do Caso, mas sua solução são cópias da informação obtida, ou não é coerente com a física, como, por exemplo, considerar a irradiação de alimentos um agrotóxico. Por outro lado, estes estudantes cumpriram outros requisitos dos níveis superiores, assim consideramos um avanço que um aluno analise se a solução proposta se ajusta ao contexto do caso, sem a contrastar com outras possíveis e a argumente de forma coerente. Em vista de que busco uma avaliação global do processo de resolução do Caso, não creio interessante centrar a avaliação somente em incoerências no conteúdo desligado do contexto geral. Não considero um avanço, por exemplo, que um estudante analise uma solução sem haver emitido previamente hipóteses racionais. Por outro lado, quando incluo na análise um estudante de nível superior, aquele teve que cumprir satisfatoriamente com os requisitos dos níveis prévios. Assim, um estudante de nível 4 cumpre com os requisitos do nível 3, com a emissão de hipótese de nível 2 e com a justificativa do nível 1. Portanto, o número de estudantes que elaboram uma solução usando uma *fonte de informação única* para cada Caso se obtém somando os estudantes incluídos nos níveis 1, 2, 3, 4; os que *Contrastam mais de uma solução entre as possíveis* serão os que obtêm os níveis 2, 3, e 4, etc. Estes dados considero de maior interesse posto que correspondem à utilização dos procedimentos inter-relacionados de uma forma lógica e coerente com a estratégia global de solução de um Caso conforme a minha expectativa. Quando analisarmos os Casos específicos que trabalhamos com os alunos, apresento e analiso as duas tabelas. Vale ressaltar que meu interesse em avaliar o processo mais do que o conteúdo se justifica pelo fato de as aulas com a ABC serem um ponto de partida na aprendizagem dos alunos, cujas questões mal resolvidas e os questionamentos se procuram sanar nas atividades de seguimento segundo a perspectiva de Wassermann.

4. Caso Banho Quente e Barato (BQ)

"Educar é tornar tudo o que já sabemos mais rico e mais simples.

Mais simples de entender e mais à mão para mexer."

Autor - Sá , Eduardo Fonte: Notícias Magazine (DN) / 20050424

Há sempre algo de autoral na elaboração de um Caso. Na concepção de um Caso estão envolvidas escolhas objetivas e subjetivas relacionadas ao conteúdo, gostos pessoais e a grande ideia que vai ser explorada com os alunos. No Caso ao qual denominei “Banho Quente e Barato” não foi diferente, como veremos.

A inspiração para este Caso se deu a partir de uma notícia veiculada em um telejornal diário (Jornal Nacional) em que se divulgavam os resultados de uma pesquisa da USP a respeito da solução mais econômica para um banho quente (MARTINS, 2008). Como estava com a questão do Caso para escrever em mente, ao ver a notícia me ocorreu a seguinte questão: Qual sistema para um banho quente seria mais econômico?

Era um tema atual, real e relacionado aos conteúdos específicos a trabalhar com os alunos naquele bimestre.

4.1 Justificativa

O Caso se relaciona aos temas estruturadores F2, calor, ambiente, fontes e usos de energia; e F3, equipamentos eletromagnéticos e telecomunicações, dos PCNs+. Escrevi com o objetivo de ser contexto e pretexto para o ensino e aprendizagem dos conteúdos específicos do tema equipamentos elétricos – previstos para o 1º e 2º bimestres na proposta curricular da SEESP –, com os respectivos conceitos de física envolvidos, relacionados a um banho quente. Vejamos a seguir:

1º Bimestre

Circuitos elétricos

- Diferentes usos e consumos de aparelhos e dispositivos elétricos residenciais e os significados das informações fornecidas pelos fabricantes sobre suas características;

- O modelo clássico de matéria e de corrente na explicação do funcionamento de aparelhos ou sistemas resistivos;
- Dimensionamento do custo do consumo de energia em uma residência ou outra instalação, propondo alternativas seguras para a economia de energia;
- Os perigos da eletricidade e os procedimentos adequados para o seu uso.

2º Bimestre

Motores e geradores

- Funcionamento de motores, geradores elétricos e seus componentes evidenciando as interações entre os elementos constituintes ou as transformações de energia envolvidas.
- Produção e consumo de energia elétrica
- Processos de produção da energia elétrica em grande escala (princípios de funcionamento das usinas hidroelétricas, térmicas, eólicas, nucleares etc.) e seus impactos ambientais (balanço energético, relação custo-benefício);
- Transmissão da eletricidade a grandes distâncias;
- Evolução da produção, do uso social e do consumo de energia, relacionados ao desenvolvimento econômico, tecnológico e à qualidade de vida ao longo do tempo.

Um banho consiste no uso de água doce para limpar o corpo. O banho é um hábito cultural, existindo diferentes maneiras de fazê-lo. Pode ser diretamente nas águas de um rio, em uma banheira, ou pelo uso de chuveiros e duchas, entre outras possibilidades. Em muitos lugares existe o hábito de tomar banho com água aquecida a uma temperatura que se apresente agradável para quem o toma.

Para tanto a água pode ser aquecida de diversas maneiras para uso residencial, como, por exemplo, pelo uso de aquecedores solares, pelo uso de aquecedores a gás ou, como é comum no Brasil, pelo uso de chuveiros elétricos que, não por acaso, é uma invenção brasileira.

Um chuveiro elétrico consiste de um sistema dotado de uma resistência em seu interior que se aquece quando submetida a uma corrente elétrica. Quando a água passa pelo interior do chuveiro é acionado um sistema que permite a passagem de corrente elétrica pela resistência elétrica que é aquecida e há troca de calor entre a água e a resistência; como resultado, a água é aquecida. A temperatura que a água atinge depende tanto da potência do chuveiro quanto do tempo que a água permanece em contato com a resistência aquecida. O tempo depende da vazão da água ao passar

pelo chuveiro, que pode ser controlada pelo usuário por meio de uma válvula, observando que a vazão máxima depende, principalmente, da altura do reservatório de água em relação ao chuveiro.

Um sistema básico de Aquecimento de água por Energia Solar é composto de coletores solares (placas) e reservatório térmico (Boiler). As placas coletoras são responsáveis pela absorção da radiação solar que aquece a água que circula no interior de trocadores de calor.

O reservatório térmico, também conhecido por Boiler, é um recipiente para armazenamento da água aquecida. São cilindros de cobre, inox ou polipropileno isolados termicamente com poliuretano expandido. Desta forma a água é conservada aquecida por mais tempo para posterior consumo. A caixa, contendo água na temperatura ambiente, alimenta os coletores, mantendo o reservatório térmico do aquecedor solar sempre cheio.

Em sistemas convencionais, a água circula entre os coletores e o reservatório térmico através de um sistema de convecção denominado termossifão. Como a água dos coletores fica aquecida e, portanto, menos densa que a água no reservatório, por convecção há troca de massa de água recentemente aquecida com a água presente no reservatório. Esses sistemas são denominados circulação natural ou termossifão. A circulação da água também pode ser feita através de motobombas em um processo chamado de circulação forçada ou bombeado, e são normalmente utilizados em piscinas e sistemas de grandes volumes.

O ***aquecedor a gás por passagem*** possui um queimador semelhante ao de um fogão, a água fria passa por um sistema de serpentina distribuída ao redor da câmara de combustão (local onde a chama fica acesa).

Funcionamento: O acionamento do aparelho ocorre quando é aberto um ponto de consumo de água. Isto é, a chama é acesa quando a água entra pelo aquecedor e movimenta uma peça fazendo com que o gás seja liberado, e simultaneamente ao acionamento do gás a unidade eletrônica (pilha) recebe um comando para produzir uma faísca, assim acendendo o fogo (a chama). Além de produzir a faísca, a pilha também mantém a válvula do gás aberta para que o fogo continue aceso durante o tempo todo que o ponto de água estiver aberto.

Desta forma a água é aquecida gradualmente, à medida que passa pelo aparelho. Neste sistema não há necessidade do aparelho ter um reservatório por acumulação, portanto, o consumo da água é imediato.

Já os ***aparelhos por acumulação***, conhecidos como boilers, necessitam de um reservatório de acumulação (como o próprio nome já diz). Isto é, cada aparelho apresenta um

cilindro vertical onde a água fica armazenada, e onde é aquecida pela chama (que é produzida em um tubo no centro do cilindro). O controle do aquecimento da água é feito por meio de um termostato que mantém automaticamente a temperatura dentro dos limites estabelecidos, enquanto a perda do calor é controlada pelo revestimento térmico existente no cilindro. Com este sistema de aquecimento o consumo da água pode ser imediato ou posterior.

Funcionamento: A chama fica acesa o tempo todo, conhecida como chama piloto (não necessita de energia elétrica), mantendo a água sempre em aquecimento. Pode ser regulada (para uma chama maior) minutos antes do uso para que a água fique mais quente. Ou a chama pode ficar o tempo todo em um nível superior para que a água sempre esteja quente, conseqüentemente o consumo do gás será maior. A quantidade de litros de água aquecida depende do tamanho do reservatório, portanto, a água quente é limitada.

Um banho demorado contribui para o agravamento de problemas ambientais como a escassez de água e a degradação ambiental causada, por exemplo, pela construção de novas hidrelétricas, devido à maior demanda de energia elétrica ou reservas de gás.

Os elementos acima parecem ser suficientes para que a discussão sobre como tomar um banho quente da forma mais econômica possa ser considerada uma *grande ideia* para a elaboração de um Caso para uma abordagem CTS com a ABC no meu curso de física.

Objetivos do Caso (BQ)

Minha expectativa era que a análise do Caso BQ com os meus alunos poderia proporcionar questionamentos, e assim tornar mais significativa a aprendizagem do conteúdo de física previsto no bimestre e de outros que surgissem na produção escrita e na discussão do Caso. O trabalho se basearia tanto nas aulas com a ABC como nas atividades de seguimento que no meu planejamento consistem das situações de aprendizagem propostas no caderno do aluno da SEESP. Esperava, nessas aulas que se seguiriam, associar de forma recorrente o contexto do Caso ao conteúdo ensinado, procurando que o aluno associasse o conhecimento da física a situações cotidianas em que se deve tomar uma decisão. No Caso BQ, em qual sistema de aquecimento investir meus tostões para tomar um banho quente e barato?

Em síntese, o trabalho deveria suscitar questões e dúvidas a serem respondidas ao longo do bimestre – ancorando as outras situações de aprendizagem do bimestre no Caso –, trabalhando

conteúdos relacionados à potência, geração e consumo de eletricidade, racionalização da energia, fontes de energia, etc.

4.2 Elaboração do Caso BQ

Escolhido o tema, como escrever o Caso?

Aqui cabe um comentário a respeito da diferença entre um Caso e um problema aberto. Poderia simplesmente propor aos alunos um trabalho resolvendo a seguinte questão: Qual o melhor sistema para tomar um banho quente e barato?

A questão acima é bastante aberta, mas falta um contexto, uma história em que essa questão surja de forma natural e crível, e que seja significativa para os alunos. As alternativas eram várias. Após algumas semanas, veio-me uma ideia e elaborei a seguinte situação: Uma mesa de bar, amigos discutindo a respeito da compra de um apartamento por um deles, com um grande diferencial utilizado pela incorporadora para a venda das unidades: o sistema solar de aquecimento da água para um banho quente e barato. A discussão torna-se acalorada, um empresário na mesa ao lado fica interessado no assunto, e propõe que estes estudem a questão com profundidade e apresentem a melhor solução para um sistema para um banho quente e barato. Argumento que utilizará para vender umas casas que pretendem construir no sul de Minas Gerais, prometendo retribuir a quem o convencer do melhor sistema com 10% dos lotes pelos seus esforços. Com esse enredo em mente, escrevi o Caso BQ.

4.3 O Caso BQ

Banho Diário Quente e Barato:

Um Caso de Ensino para Explorar o Conceito de Energia e Potência

Por Valter César Montanher-Professor de Física

E. E. Adalberto Nascimento-Campinas-SP

Sexta-feira, fim de tarde em Campinas, um bar, grupos animados conversando, uma profusão de assuntos e ideias. Quatro amigos em uma mesa de canto conversam animadamente. Carlos levanta-se e, com certo encantamento na voz, diz:

-Moçada, custe o que custar ano que vem caso com a Ana Rita.

-Vai morar com a sogra ou alugar uma casinha? Caso for alugar, tenho uma tia que...

-Não! Nada disso, nem sogra, muito menos aluguel; dei uma entrada em um apartamento moderno.

-Moderno! Por que moderno? Já vem com internet?

-Não é isso, o lance é a economia de energia, o sistema de aquecimento de água, sabe... é solar, nada de chuveiro elétrico, vou tomar banho quase de graça.

-Bem, vai ter que pagar a água.

-Além da água, o vendedor pediu um extra, pelo custo do aquecedor solar e alguns acessórios, mas, com o tempo, saio no lucro.

-Sai nada! O cara te passou a perna! Ouvi falar que a construtora investiu pesado em aquecimento solar para aumentar as vendas, argumentando a economia na conta de luz no final do mês, aí a companhia de gás instalou gás encanado no prédio, que é um sistema mais econômico que o aquecimento solar.

-Que nada! Minha irmã, que é professora, disse-me que ninguém bate o chuveiro elétrico na questão econômica, é simples e tão barato quanto.

-Sei não! Lá na colônia de férias do sindicato, onde meu primo é caseiro, o aquecimento é elétrico e central. Sindicalista não perde dinheiro meus irmãos, deve ser o sistema mais econômico.

-Moçada não me desanime, gastei um bom dinheiro pelo tal aquecimento solar, já foi difícil convencer a Ana Rita, que queria aquecimento a gás. Expliquem melhor isto aí, caso

contrário, nem água quente baratinha, nem casamento. Além de ter que ouvir do pai dela, que é eletricista, que eu quero acabar com o ganha-pão dele.

-Senhores, desculpem-me pelo atrevimento, estava ouvindo a conversa de vocês, e fiquei curioso; já me explico. Possuo uns lotes lá em Minas, e pensava construir umas casinhas para vender. Pensei no que vocês falavam e veio-me uma ideia, poderia utilizar esta estratégia do banho quente e barato para vender as casas, mas, qual é a solução mais econômica? Vocês que estão interessados no assunto, estudem a coisa toda e, uma vez convencido, darei 10% das vendas na planta para dividirem entre vocês, e são 30 lotes.

-Ótima ideia, a gente não tem nada a perder.

-Como não? E a Ana Rita? Não conta?

-Está bem, mais que os 10%, o importante é a Ritinha.

-Vou falar com meu primo eletricista.

-Eu vou atrás de uns catálogos, e você pega uns livros de física com seu filho que está no ensino médio.

-Aproveita e pede para o seu dar uma pesquisada na internet.

-Oh turminha animada sô!

-Bem, pensando melhor, façamos da seguinte forma: cada um de vocês apresente um relatório para mim a favor de um método e contrário aos outros, assim terei mais argumentos para poder decidir. Quem me convencer leva os 10%.

-Teremos que trabalhar sozinhos?

-Não necessariamente, você ia falar com seu tio e você com seu filho, ninguém sabe dos 10%, vejam lá como pedir ajuda. Eu quero os relatórios e a apresentação para decidir.

-E nós os 10%.

-Fechado, até mais ver.

-Já ia me esquecendo, quero o e-mail de vocês, oportunamente lhes mandarei algumas questões; o meu é: vcmontanher@gmail.com

De: Antonio Junqueira [mailto:ajunque@terra.com.br]

Enviada em: terça-feira, 6 de outubro de 2009 21:05

Para: 'Turma do chuveiro'

Assunto: Perguntas no ar!!

Meu caro amigo,

Vi a apresentação de vocês, li os relatórios e discutimos a questão com todos reunidos, mas, ainda estou em dúvida.

Para decidir gostaria da sua opinião para este Caso.

Na sua resposta, além do que me queira dizer, responda as seguintes questões:

Você concorda ou discorda da solução apresentada pelo seu grupo? Por quê?

Qual a solução mais econômica para um banho quente e barato em sua opinião?

Por que esta solução e não outra?

O que você levou em conta para chegar a essa conclusão, excluindo as outras soluções apresentadas?

Antonio Junqueira

Análise do Caso BQ em relação às características de um bom Caso apontadas pela literatura

As características apontadas na literatura do que seja um bom Caso discutem-se na seção 2.5. No ANEXO A, apresento uma síntese destas características.

Características e atributos apontados por Herreid

Quanto a *narrar uma história*, no Caso BQ isso me parece evidente. Uma vez que apresenta um final aberto pode ser denominado como um Caso aberto, por dar margem a várias soluções plausíveis dependendo do raciocínio que se faz para convencer o empreendedor de que o sistema de aquecimento proposto é o melhor.

Herreid afirma que convém que haja um *drama*, um *suspense* além do *caráter realista* para *despertar o interesse pela questão*. O Caso BQ foi aceito com naturalidade pelos alunos, os quais não afirmaram em nenhum momento que a situação era fantasiosa, absurda ou exagerada. Já o contexto de bar ou lanchonete com mesas nas calçadas, a discussão em torno da compra do apartamento, a questão do banho e o desafio proposto pelo empreendedor, promove o suspense e a dramaticidade, junto com a novidade da proposta em uma aula de física. O que me leva a afirmar

que o Caso BQ cumpriu seu papel de despertar o interesse pela questão, como aponta as discussões acaloradas após a sua leitura.

A *atualidade* do Caso BQ é respaldada pela reportagem no telejornal sobre o assunto. Um grupo de alunos observou que um de seus dramas é a reclamação dos pais pelo tempo de seus banhos, devido ao impacto no valor da conta da energia elétrica no fim do mês.

A *empatia com os personagens centrais* me pareceu pouco significativa para as soluções apresentadas, o que credito à pouca profundidade que o Caso BQ proporciona sobre a personalidade dos personagens, por exemplo, uma questão básica, não identifiquei no texto os nomes dos personagens. Se o Caso apresentasse os personagens que defendem soluções distintas - gás, chuveiro elétrico, solar, etc.-, carregando as tintas na simpatia de uns e na arrogância de outros, a meu ver, poderia influenciar as soluções escolhidas pelos alunos. Modificar o Caso para investigar essa questão é assunto de pesquisas futuras.

A *relevância do tema* é corroborada quando da justificativa do Caso BQ, apresentando elementos suficientes para sua solução ou como encontrá-la, uma vez que não houve crítica dos alunos a este respeito.

A percepção dos alunos sobre a *utilidade pedagógica* das aulas com a ABC demandou um esforço de explicação. Em um primeiro momento, os estudantes apresentaram dificuldade em relacionar a ABC como algo útil para o desenvolvimento do curso, o que foi sendo compreendido na medida em que os problemas específicos a respeito do Caso foram sendo identificados, como o princípio de funcionamento do chuveiro elétrico e sua relação com a vazão da água; os quais são mais facilmente relacionados à aprendizagem de conteúdos relacionados à física.

Nas atividades de seguimento é que a aceitação da ABC como algo importante para o desenvolvimento do curso ficou mais clara, ao relacionar o que se ensinava com a aprendizagem inicial no contexto do Caso. Como exemplo, posso citar o conceito de corrente elétrica, o efeito Joule e o funcionamento do chuveiro elétrico. Isso ocorreu na primeira vez que trabalhamos com esse tipo de estratégia de ensino; quando vimos o segundo Caso, não houve questionamento sobre a utilidade pedagógica da ABC.

O *conflito* no Caso BQ apresenta-se na competição entre os grupos por defender o seu sistema de aquecimento da água como o de menor custo. O que exige reflexão, por haver fatores objetivos e subjetivos a serem levados em conta, tais como: temperatura, vazão da água, tempo do banho, além das questões ambientais a serem consideradas. A defesa de uma solução tanto como

sua elaboração demanda ação para encontrar os dados necessários, tais como: custos do equipamento, durabilidade, eficiência, funcionamento, manutenção e outras características técnicas.

O Caso BQ *força uma decisão* ao determinar que se escolha o melhor sistema, outro fator promotor de uma decisão é a competição entre os personagens, o *clima de urgência e seriedade* é dado pelo empreendedor que contextualiza o uso da informação obtida, vender as casas que construirá em Minas Gerais.

As *generalizações* do saber desenvolvido a partir da ABC com o Caso BQ possibilitam aplicabilidade geral, não sendo específico deste Caso ou apenas uma curiosidade, uma vez que promove a aprendizagem de conteúdos e de conceitos que não se relacionam exclusivamente a um banho quente, tendo aplicabilidade em situações diversas da do Caso.

O Caso BQ é *curto*, introduzindo os fatos e circunstâncias condicionantes sem levar a uma leitura e análise tediosa, o que seria um complicador ao trabalhar com alunos do ensino médio. É preciso considerar também o tempo disponível e as habilidades de leituras desta faixa etária. Esta experiência com a ABC me leva a recomendar que a primeira leitura do Caso seja feita pelo professor de forma compartilhada com os alunos, com a entonação necessária para um efeito mais dramático, com o intuito de dar mais vida à história e envolver os estudantes. A leitura individual é comumente feita por um só elemento do grupo, o qual explica do que se trata aos outros, um possível reflexo da ideia de divisão de tarefas no trabalho em grupo. Outro fator que corrobora que a leitura seja feita pelo professor é a constatação, pelo menos com os meus alunos, de que poucos se sentem à vontade ou querem ler em voz alta.

Características e atributos apontados por Selma Wassermann

Quanto à *brevidade, coerência, agilidade e clareza*, o Caso BQ se mostrou à altura de tais exigências, além do dito anteriormente nos atributos comuns aos autores citados, houve poucas dúvidas sobre a história em si, as dúvidas surgem mais sobre o que eu espero que façam e o como fazer, o que atribuo ao fato de ser a primeira vez que trabalham com esta estratégia de ensino.

Quanto às características, além dos atributos acima, a autora sugere que o relato do Caso *deva começar atraindo a atenção do leitor*, aqui um papo de mesa de bar, algo não muito comum em uma aula de física do ensino médio, o que no mínimo despertou a curiosidade dos alunos. O

Caso BQ, mais do que uma ação, começa com uma discussão e os acontecimentos importantes giram em torno da compra da casa própria do personagem que vai se casar, a discussão intensifica a tensão entre pontos de vista antagônicos sobre o sistema de aquecimento mais eficiente e barato.

Minha percepção é que o Caso despertou pouco *interesse pelos personagens* e mais para o dilema com o qual conclui o relato, o que atribuo ao fato de não aparecer no relato os nomes dos personagens principais. Uma forma de se intensificar este interesse pelos personagens poderia ser de os alunos interpretarem em uma dramatização cada um deles. Uma questão de pesquisa interessante é a de quanto este interesse seria influenciado pela popularidade do aluno que interpretasse o personagem e a consequente escolha da opção defendida por este.

Quanto às sugestões de Wassermann para a elaboração do relato de um Caso

A *grande ideia* no Caso BQ expressa na pergunta: Como tomar um banho quente da forma mais econômica? Inserida em uma história fictícia, promove um contexto que pode ser significativo para os alunos, os quais provavelmente já ouviram ou participaram de uma discussão em uma mesa de bar ou lanchonete. O fato configura a percepção dos personagens como reais, apesar de a história não realçar sua personalidade, nem possuírem nomes de impacto; entretanto, o relato me parece ágil e os personagens não são estereotipados.

O *dilema* do personagem central, de saber se fez um bom negócio em comprar um apartamento com aquecimento solar, se desdobra em um dilema para todos os personagens. Como saber e convencer qual é o sistema de aquecimento mais econômico para um banho quente residencial? Parece-me ser um dilema crível influenciado por questões ecológicas, por exemplo. Foram poucas versões escritas para a elaboração do texto final tal como apresentado aos alunos.

A *pergunta crítica* no Caso BQ é única e fomentou a reflexão, por ser clara, inequívoca, e não sugerir uma solução específica, não sendo abstrata nem geral em demasia, pelo contrário, é um contexto bem concreto.

A pergunta parece contemplar as três classes de perguntas propostas por Wassermann, uma vez que promove o *exame dos acontecimentos*, personagens e detalhes. Requer *avaliações e juízos e propostas de solução* para os problemas que comportam e a *colocação de novas ideias*, a conjecturar, a teorizar, a formular hipóteses, juízos e a aplicar princípios.

4.4 Condução da aula para o Caso BQ

Tudo passa e tudo fica porém o nosso é passar, passar fazendo caminhos (...)

Caminhante, são tuas pegadas o caminho e nada mais; caminhante, não há caminho,

se faz caminho ao caminhar.

Antonio Machado

Uma vez escrito o Caso, elaborei a condução das aulas com ABC. Para este Caso, me baseei no denominado *método do Caso interrompido*, uma variante das denominadas *atividades em pequenos grupos* (HERREID, 2007, p. 169).

Ao planejar o ensino com o Caso BQ nas primeiras aulas em que utilizaria a ABC com meus alunos, fiz a opção de desenvolver o trabalho em quatro aulas, cada uma de 50 min. de duração. Pode parecer pouco tempo, mas perfaz 18% das 22 aulas do bimestre; em minha opinião, não seria justo utilizar uma grande parte do bimestre com a ABC. Não que o conhecimento desenvolvido com a ABC fosse algo menor do que as várias situações de aprendizagem a ser trabalhada com os alunos propostas no caderno do aluno. Além do mais, durante o período que trabalharam fora da sala de aula, por várias vezes fui solicitado a esclarecer dúvidas, tanto em sala de aula como pelos corredores da escola, mediando assim o processo.

Essa questão das poucas aulas com o Caso BQ não me parece relevante dado que utilizei as situações de aprendizagem previstas no resto do bimestre na proposta da SEESP, sobre as quais não discutirei aqui por ir além do pretendido neste trabalho, como atividades de seguimento. Dentro dessa perspectiva, posso dizer que os frutos do trabalho com a ABC não se reduz aos aspectos abordados nesta investigação.

As aulas exclusivamente com a ABC com o Caso BQ

2009

AULA	DATA	ATIVIDADE DO ALUNO
1	2/09/2009-3ªB e 3ªD 3/09/2009-3ªC e 3ªA	Apresentação do Caso; Entrega do diário; Explicação da tarefa; Discussão no grupo com elaboração de hipóteses de trabalho e organização e distribuição de tarefas.
2	29/09/2009-3ªA e 3ªC 30/09/2009-3ªB e 3ªD	Apresentação das soluções pelos grupos.
3	1/10/2009-3ªA, 3ªB e 3ªC 2/10/2009-3ªD	Discussão em sala de aula com grande grupo sobre as diversas propostas. Entrega de textos controversos ao final da aula.
4	13/10/2009-3ªA, 3ªC 14/10/2009-3ªB, 3ªD	Entrega do e-mail individual com a solução pessoal para o Caso (Tarefa 1) e a avaliação dos componentes do grupo (Tarefa 2). E discussão dos textos controversos em grupo.

Tabela 2 – As aulas exclusivas com o Caso BQ em 2009

2010

AULA	DATA	ATIVIDADE DO ALUNO
1	27/07/2010-3ªA, 3ªB e 3ªD 29/07/2010-3ªC, 3ªE	Apresentação do Caso, discussão em grupo e elaboração de hipóteses.
2	17/08/2010-3ªA, 3ªB e 3ªD 19/08/2010-3ªC, 3ªE	Entrega da elaboração individual com a solução para o Caso BQ. e debate e comentários..
3	24/08/2010-3ªA, 3ªB e 3ªD 26/08/2010-3ªC, 3ªE	Apresentação de alguns e-mail e Discussão em sala de aula com grande grupo.
4	31/08/2010-3ªA, 3ªB e 3ªD 2/09/2010-3ªC, 3ªE	Elaboração em grupo da resposta conjunta.

Tabela 3 – As aulas exclusivas com o Caso BQ em 2010

Condução das Aulas em 2009

Na *primeira aula* apresentei e li o Caso com alunos reunidos em grupos de 3 a 5 alunos, previamente estabelecidos, expliquei a proposta e o que se esperava deles. Na sequência deixei os grupos discutirem e planejarem como resolver o Caso, prestando quando necessário algum esclarecimento.

Pretendia que os alunos utilizassem um diário individual para relatar e anotar todas as decisões, procedimentos, hipóteses, dúvidas e perplexidades. Pedi a eles que fizessem estas anotações no seu diário desde o primeiro dia, forneci um caderno por grupo, pensando assim facilitar o processo.

Orientei que nele colocassem tudo que viesse a cabeça, cálculos e pensamentos relevantes para a resolução do Caso, enfatizando que o diário seria como um rascunho a partir do qual as ideias seriam organizadas no relatório final. Com o diário, esperava ter uma noção do processo empregado na resolução dos Casos. Minha expectativa não compreendia uma análise exaustiva, não era este o objetivo, mas pretendia evidenciar algumas hipóteses, mecanismos, fontes de informação, discussões, cálculos, etc. Além disso, pensava poder observar as tentativas e erros dos alunos que comumente não aparecem no trabalho final.

A partir destes elementos dispersos, esperava poder corroborar algumas conclusões obtidas na análise das outras fontes de dados. Em resumo, desejava obter elementos para compreender como eles resolveram os Casos.

Ainda a partir da análise do diário, poderia propor algumas questões críticas extras, as quais seriam pertinentes ao encaminhamento que os grupos estavam dando ao trabalho, socializando as questões levantadas por cada grupo com os outros.

Orientei que teriam três semanas para elaborar uma solução e uma forma de apresentação, esta poderia ser uma apresentação oral, cartazes, dramatização, jingle, etc. Ressalvei que levassem em conta que apresentavam uma proposta para um empresário, procurando convencê-lo a investir na sua ideia. Coloquei-me à disposição para mediar este processo tanto pessoalmente como por e-mail.

Três semanas após a primeira aula, aconteceu a apresentação e a entrega das soluções acordadas no grupo, tendo cada grupo 10 min. para apresentá-la ao restante da sala. Com isso,

esperava que desenvolvessem habilidades de síntese. Ao final das apresentações dos alunos, exibiu vídeo da notícia veiculada no telejornal sobre a pesquisa da USP.

Na **terceira aula**, no mesmo dia ou em dia subsequente à apresentação, dependendo da turma, realizaram o debate do Caso. O porquê das escolhas, as hipóteses que foram levadas em conta, etc. Forneci, ao final da aula, alguns textos controversos (ANEXO C), os quais discutimos em grande grupo na **quarta aula**, após a entrega do trabalho final (Tarefa1 e Tarefa 2), duas semanas depois, conforme a seguinte orientação.

Não escreva nesta folha, responda em folha à parte ou por e-mail.

Nome _____ Grupo _____ Turma _____

Tarefa 1

Escreva, na folha fornecida para tal, suas conclusões para o caso, respondendo ao e-mail abaixo.

De: Antonio Junqueira [mailto:ajunque@terra.com.br]

Enviada em: terça-feira, 16 de agosto de 2009 21:05

Para: 'Turma do chuveiro'

Assunto: Perguntas no ar!!

Meu caro amigo,

Vi a apresentação de vocês, li os relatórios e discutimos a questão com todos reunidos, mas ainda estou em dúvida.

Para decidir gostaria da sua opinião para este caso.

Na sua resposta, além do que me queira dizer, responda as seguintes questões:

Você concorda ou discorda da solução apresentada pelo seu grupo? Por quê?

Qual a solução mais econômica para um banho quente e barato?

Por que esta solução e não outra?

O que você levou em conta para chegar a esta conclusão e excluir as outras soluções apresentadas?

Antonio Junqueira

Tarefa 2

Esta é uma oportunidade para avaliar as contribuições de seus colegas de equipe na análise e solução do caso Banho Quente e Barato. Por favor, escreva os nomes de seus colegas de equipe e lhes dê a nota que você acredita que eles mereçam. Se você está em um grupo de 5 pessoas, terá 40 pontos para distribuir. Você não se dá pontos. (Se está dentro de um grupo de quatro pessoas, você dispõe de 30 pontos para distribuir. Em um grupo de seis, teria 50 pontos, etc.) Se acredita que todo mundo contribuiu igualmente no desenvolvimento do trabalho em grupo, então você deveria dar para todos 10 pontos. Se todos no grupo trabalharam igualmente, todos receberão uma média de 10 pontos de seus colegas. Seja justo em suas avaliações, mas se alguém em seu grupo não contribuiu adequadamente, lhe dê menos pontos. Se alguém trabalhou mais que o resto, lhe dê mais que 10 pontos.

Há algumas regras que você tem que observar ao distribuir os pontos:

- Você não pode dar para ninguém do seu grupo mais de 15 pontos.
- Você não tem que distribuir necessariamente todos os seus pontos.
- Procure avaliar os estudantes com a nota que eles realmente merecem.

Membros do seu grupo	Nota
1. _____	_____
2. _____	_____
3. _____	_____
4. _____	_____

Por favor, indique por que você deu para alguém menos de 10 pontos.

Por favor, indique por que você deu para alguém mais de 10 pontos.

Se tivesse que dar pontos a você, quanto você pensa que merece? Por quê?

Condução das Aulas em 2010

Em 2010, fiz algumas modificações. O trabalho de análise e discussão da solução foi em grupo, mas a apresentação da solução escrita foi individual, consistindo no e-mail com a solução para o Caso BQ para o Sr. Antonio Junqueira contido no final do Caso BQ. Caso houvesse

dificuldades de acesso à internet, poderia ser entregue manuscrito ou impresso, e também dar uma nota entre 0 e 10 a seu juízo para cada participante de seu grupo.

Na *primeira aula* apresentei e li o Caso com alunos reunidos em grupos de 3 a 5 alunos, expliquei a proposta e o que se esperava deles. Na sequência, deixei os grupos discutirem e planejarem como resolver o Caso, prestando, quando necessário, algum esclarecimento, e forneci alguns textos controversos (ANEXO C).

Em 2010, optei por não me valer do diário pelas dificuldades de 2009.

Orientei que teriam cerca de três semanas para elaborar uma solução e uma forma de apresentação, e poderia ser uma apresentação oral, cartazes, dramatização, *jingle*, etc. Ressalvei que levassem em conta que apresentavam uma proposta para um empresário, procurando convencê-lo a investir na sua ideia. Coloquei-me à disposição para mediar esse processo tanto pessoalmente como por e-mail.

Três semanas após a primeira aula, houve a entrega das soluções elaboradas e debate e comentários sobre o Caso BQ no grande grupo, além da exibição do vídeo da notícia veiculada no telejornal sobre a pesquisa da USP.

Na *terceira aula*, no mesmo dia ou em dia subsequente, li algumas produções escolhidas aleatoriamente e continuamos o debate com o grande grupo; a partir daí, teriam duas semanas para entregar o trabalho final.

Como trabalho final, os alunos responderam individualmente ao e-mail do Sr. Antonio Junqueira contido no final do Caso BQ, caso houvesse dificuldades de acesso à internet, poderia ser entregue manuscrito ou impresso. Na aula subsequente, houve a elaboração em grupo de uma resposta única acordada entre eles.

4.5 O ensino com o Caso BQ⁶

Minhas Impressões sobre as aulas

Quanto ao *diário*, os resultados foram variados. Poucos grupos utilizaram este recurso como eu esperava, possivelmente por falta de familiaridade com o gênero ou por ser percebida como uma tarefa pouco significativa para a elaboração do trabalho final. Acredito que um trabalho continuado promoveria o aprendizado deste recurso. Como o diário era mais um instrumento de pesquisa do que de ensino, decidi dedicar mais atenção aos aspectos de ensino da ABC; entretanto, selecionei e analisei, somente, os diários dos grupos que apresentaram narrações quanto aos seus procedimentos para a solução do Caso.

As socializações de questões apresentaram dois inconvenientes, já que alguns grupos não desejaram a socialização, imbuídos que estavam em uma competição.

Grupo: “Não fale para eles! Fale só para nós!”

O que pode refletir uma motivação individualista e competitiva, de querer ser melhor.

Analisando o modo como o Caso BQ foi colocado, verifiquei que estava implícito na proposta um caráter de competição, evidenciado na frase abaixo:

Bem, pensando melhor, façamos da seguinte forma: cada um de vocês apresente um relatório para mim a favor de um método e contrário aos outros, assim terei mais argumentos para poder decidir. Quem me convencer leva os 10% (CASO BQ).

Interessante é notar que a avaliação do trabalho não se deu de forma comparativa, mas o texto parece ter induzido os alunos à competição, o que levaria a pensar que o contexto do Caso promoveria certas atitudes dos alunos. Situação análoga poderia se dar em um problema de lápis e papel em que o professor estabelece que quem apresentar a resposta correta primeiro obtém um prêmio (nota, pontos, etc.).

⁶ Em todo o trabalho os nomes dos alunos citados são fictícios e o texto foi reproduzido, com pequenas correções ortográficas, tal qual eles o escreveram.

O trabalho, na maioria dos grupos, transcorreu melhor do que comumente acontecia, sobretudo em 2010, em que não houve apresentação da solução pelo grupo como um todo. Já havia proposto algumas atividades para os alunos trabalharem em grupo em outras oportunidades. Fui levado a pensar que o fato de o trabalho ser em grupo com alguma produção e avaliação individual proporcionaria um maior empenho dos alunos em aproveitar a tarefa colaborativa para aprender e obter informações dos colegas que comumente lideram e realizam a maior parte do trabalho.

A elaboração individual do e-mail ou carta-resposta me pareceu uma solução adequada para um posicionamento pessoal dos alunos, como podemos ver nos trechos abaixo, extraídos da tarefa 2 de 2009, evidenciando que o aluno se sentiu à vontade para expressar suas convicções sobre o Caso:

Concordo com a opinião do meu grupo, pois visa apresentar a forma mais acessível para a população e que apresente mais economia, pois as outras formas apresentadas não são muito viáveis para a massa da população. Quanto à solução para o Caso, [...] isso irá depender da região a qual será aplicada, pois regiões onde se têm muito sol é viável energia solar, mais [sic] em lugares que não se tem sol, pode ser mais viável a energia a "gás". Então, isso vai da região e utilização. Mas de todas as apresentadas acho que a híbrida é a mais econômica. Pois o Brasil apresenta um clima tropical em grande parte de seu território, e nas grandes cidades como no Rio de Janeiro seria viável este tipo de energia, pelo próprio clima e da economia, a qual a instalação logo pode ser descontada da economia. E outras formas tem o problema de destruição da madeira, outra o risco do uso de gás. Para chegar a esta solução levei em conta a economia, região, as pessoas, segurança e meio ambiente. Outras soluções não apresentam esses requisitos (C28_2009_Tarefa1).

Análise dos resultados do Caso BQ segundo as categorias expostas no item 3.7

I. Qualidade de um Caso

Quanto a esta questão considero que o Caso BQ conseguiu promover o interesse em menor ou maior grau, como discutido no item 4.2. A pergunta crítica é única e se mostrou de fácil compreensão promovendo a busca dos alunos por uma resposta. Além disso, Caso ainda conseguiu envolver os alunos com os problemas que podem ser vistos em suas produções escritas conforme o seguinte trecho da solução apresentada por um grupo do 3ºB em 2009.

Sabe-se que diante ao caso exposto, levantando a indagação de qual seria a maneira de se tomar banho quente sendo este o mais barato, dentre as três opções o grupo Capoeiristas do Amor e os alunos da turma do terceiro B escolheram a energia solar como sendo a fonte de energia mais barata para se tomar um banho quente. Por meio dessa monografia tentaremos explicar a escolha da energia solar como sendo a mais econômica e viável ao caso apresentado. O desenvolvimento desse trabalho será, eu espero, como mergulhar a ponta dos dedos no molho, a fim de experimentar um pouco do sabor da refeição que esta para ser servida. Refeição, analogia ao tema que envolve a energia solar.[...] (introdução Grupo 3B_2009)

A linguagem coloquial e a solução comercial contrária aos dados estritamente “científicos” da pesquisa do Centro Internacional de Referência em Reuso de Água (CIRRA), vinculado à USP, indicam, a meu ver, engajamento e posicionamento com o Caso BQ que vai além do que poderia ser mais uma tarefa para nota como evidencia a conclusão a que chegam.

[...] Levando em consideração as informações pesquisadas que estão baseadas no estudo do CIRRA (Centro Internacional de Referência em Reuso de Água no endereço: <http://www.banhoeconomico.com.br/download/ci160310.pdf>) falando sobre o sistema de aquecimento de água que pesa menos no bolso do consumidor sendo mesmo o elétrico, levando em conta os gastos com instalação de equipamento, perda de água no processo de aquecimento da água entre outras informações. Que entra em divergência com o meu trabalho, mas mesmo assim defendendo a implantação do sistema de aquecimento por energia solar nas moradias loteadas, mesmo sendo mais caras que o aquecimento por chuveiro elétrico. Mas sim pelos benefícios que o Vendedor pode obter ao tentar vender suas casas com a proposta de banho de graça e formando um forte marketing sobre seu produto, atraindo compradores. Estes futuros compradores que sofreram a consequência da implantação deste sistema e não o Vendedor que fez uso da energia solar como meio de vender seu produto. Sendo assim o Vendedor não sofrera prejuízos, pois o valor da implantação do sistema de energia, solar pode ser repassado sobre a venda das casas e posteriormente os compradores que irão pagar por futuros custos. (Conclusão do Grupo 3B_2009)

II. Capacidade de comunicação

Houve posicionamento claro dos alunos tanto na parte escrita como no debate, que pode ter sido favorecido pelo clima de competição. Alguns alunos foram prolixos na argumentação sobre o funcionamento dos sistemas de aquecimento e argumentaram com bastante propriedade, utilizando dados numéricos e calculando os custos. Como evidencia o trecho a seguir, extraído de uma elaboração individual para o Caso em 2010.

(A33_2010) O chuveiro híbrido, misto de elétrico e solar, é a opção mais econômica e ecológica, pois o gasto total é praticamente o mesmo que o chuveiro normal, mas o modelo ainda usa a energia solar quando é possível. O chuveiro elétrico consome 4 litros de água por minuto e gasta R\$ 0,22 um banho de 8 minutos. E o chuveiro solar com apoio elétrico para dias sem sol consome 8,7 litros de água por minuto e custa R\$ 0,35 por banho.

O chuveiro híbrido é uma união dos dois métodos: aquecedor solar para captar energia nos dias ensolarados e chuveiro elétrico para quando há chuva. Seu custo é o mesmo do chuveiro elétrico e o consumo de água são 4,1 litros de água por minutos sendo levemente maior. A vantagem é que ela faz uso de energia solar, mas quando não há sol, não é preciso aquecer todo o reservatório de água (levando mais de três horas de consumo de energia), como acontece com os modelos tradicionais.

O chuveiro a gás consome 9,1 litros de água por minuto e custa R\$ 0,58 por banho. Já o sistema central de aquecimento elétrico consome 8,4 litros de água por minuto e custa R\$ 0,78.

Imagine uma família de quatro pessoas em que cada uma toma um banho por dia:

Modelo	Custo por mês
Chuveiros solar e elétrico (híbrido)	R\$ 26,40
Aquecedor solar	R\$ 42,00
Chuveiro a gás	R\$ 69,60
Sistema central de aquecimento elétrico	R\$ 93,60

O chuveiro elétrico consome e gasta menos. O chuveiro híbrido consome um pouco mais e gasta o mesmo que o chuveiro elétrico. O sistema central de aquecimento elétrico consome duas vezes mais que o elétrico e o gasto é quase quatro vezes mais que o elétrico. O chuveiro a gás consome mais e gasta menos que o sistema central de aquecimento elétrico.

Agora vamos analisar o desperdício de água

Quando um chuveiro com aquecedor é ligado, a água que já está no encanamento, fria, é descartada. No caso do solar e do sistema central de aquecimento elétrico, na família de quatro pessoas, isso representa um desperdício de 600 litros por mês. O aquecedor a gás gasta 540 litros mensais. O chuveiro elétrico não tem esse problema, uma vez que a água já sai quente assim que ele é ligado.

Se você está construindo ou reformando o banheiro, existe uma indicação da melhor escolha: chuveiro híbrido para economizar dinheiro, água e energia.

Vale lembrar que o Caso não indica como calcular os custos. Muitos alunos perguntaram se havia fórmulas prontas para tal, outros levantavam hipóteses dos fatores inerentes a cálculo do custo, outros obtiveram estes dados prontos, por exemplo, na pesquisa da USP.

Por outro lado, outros foram mais sucintos, não recorrendo a dados numéricos em sua argumentação, muitas vezes confusa, mas em que se manifesta uma coerência, apesar da dificuldade com a linguagem, como evidencia o seguinte trecho de um e-mail:

(C5_2010) Chuveiro Elétrico Ou Aquecedor Solar? O Objetivo do trabalho e Mostrar Que através do entendimento que a energia solar é limpa, renovável e economicamente viável. Compreender o processo de conversão da energia solar em energia térmica e elétrica. Seu VALTER, Eu Guilherme Aconselho Você a Colocar Aquecedor Solar, Você Vai Ter Uma Economia Grande, Alem de Ta Ajudando O meio Ambiente. O Funcionamento, ele E Ocorrido Dessa Forma: O Aquecedor Solar São Canos De Cobre Alumínios, Fazendo Uma Grade, E Que Por Eles Mesmos Eles Condutores De Calor. O Cobre e o Alumínio eles Seguram A temperatura, Não como Um Dia De sol Bem Quente, Mas no Frio Ele Também Aquece (Mas Não Igual Ao Calor) (Uma Sugestão Também) Você Colocar Uma Resistência Nos Canos, Quando Estiver Muito Frio, Você Liga a Resistência Aquecendo o Cano Para Ficar Quente a Água.

Vários alunos, conforme informações das professoras de Língua Portuguesa, apresentam dificuldades no uso de maiúsculas e minúsculas ao redigir, cujo exemplo acima é paradigmático.

Ou apresentam uma argumentação que, apesar de apresentar algum dado numérico, tende a ser qualitativa.

(D16_2010) RESULTADOS: A energia solar apresenta-se como alternativa viável, pois já existem inúmeras residências que a utilizam para iluminação alternativa com "lâmpadas feitas com garrafas descartáveis" e aquecimento de água utilizando aquecedores industrializados ou produzidos com materiais recicláveis. Verificamos que a utilização de energia solar para aquecimento de água promove uma economia de até 65% na conta de luz. CONCLUSÃO: A energia solar é abundante e 100% gratuita, não poluem e representam uma maneira de amenizar os efeitos do aquecimento global. O uso de aquecedor solar demonstra um excelente equilíbrio entre o bem estar pessoal, desfrutando de água quente em abundância com economia, e uma consciência de meio ambiente.

No debate, ao aparecer argumentações qualitativas, os alunos que apresentavam dados numéricos argumentaram que os seus resultados são científicos por apresentarem cálculos e resultados numéricos. Em contrapartida, os alunos questionavam que os argumentos usados por eles eram tão científicos quanto os deles apesar de não terem números. Tal situação foi uma grande

oportunidade para discutirmos a natureza da ciência e da argumentação científica, a qual se deu no debate, mas que procuramos retomar nas atividades de seguimento, muitas vezes por proposta dos alunos. O que evidencia os inúmeros desdobramentos pedagógicos que podem se apresentar em uma aula com a ABC.

III. Capacidade de análise

O trabalho com o Caso BQ proporcionou argumentações bastante interessantes, como as de Luana, em 2010, que defende que há subjetividade na opção, além de apresentar fatores a serem levados em conta na questão. Apesar de não serem conclusivos, há um posicionamento sobre o tema e uma argumentação para justificar a ideia proposta.

*(Luana_2010): As vantagens de se obter o sistema de aquecimento solar em casa é que ele é ecologicamente correto, não polui, economiza energia elétrica, e proporciona ao usuário a satisfação de obter um sistema seguro. Em alguns lugares, por exemplo, no sul onde a maior parte do ano é fria, as pessoas acham que não seria uma boa ideia ter este sistema, mas eu digo que sim, pois lá eles têm um reservatório para este sistema, por exemplo, quando está sol o aquecedor ou a placa que fica em cima da casa ele está absorvendo a energia e guardando em um reservatório, quando muda o tempo as pessoas podem utilizar a energia que se tirou do sol da mesma forma que estivessem usando quando calor. Mas ainda há pessoas que prefiram a energia elétrica no tempo do frio, ou em qualquer outra época seja porque não saiba do sistema, ou porque acha que não é uma boa opção, **daí depende de pessoa para pessoa**. Então, apesar de o sistema de aquecimento solar ser correto e seguro, a maior parte da utilização é no período noturno onde não se tem mais sol. Assim ele pode ter vantagens e desvantagens dependendo do lugar e do tempo e do tipo de pessoa.*

Outro trecho que exemplifica a capacidade de análise é a feita por um grupo do 3ºB em 2009. Os alunos articularam bem as ideias e realizaram uma comparação entre os dois sistemas de forma articulada.

(Grupo_3ºB_2009) Com base nos dados obtidos, chegamos à conclusão de que o sistema híbrido – que utiliza coletores solares de baixo custo e chuveiro elétrico na ponta - é o melhor a ser usado, pois a quantidade de energia gasta pelo sistema solar é menor do que nos outros, e também é menor o desperdício de água do que através do sistema elétrico. Apesar de o sistema híbrido ter um preço de instalação maior que o chuveiro elétrico, esse sistema é a melhor solução, pois permite a utilização do chuveiro elétrico nos dias nublados e a economia de energia elétrica nos dias de sol.

No trecho de João, em 2009, evidencia-se uma articulação de ideias em contraposição ao argumento anterior, mas a análise é coerente. E é essa coerência na análise e diversidade de opiniões que alimenta a ambiguidade e enriquece o debate sobre o Caso.

(João_2009) [...] Em minha opinião nos dias de hoje compensa o chuveiro elétrico, pois ele é mais viável com menos custo. Bem, vou dar um exemplo e porque eu não usaria esse conceito: chuveiro a base da energia solar, seu custo ao longo do tempo vai ser mais barato, mas tem inconvenientes como você tem que comprar materiais e desembolsar uma quantia para a construção do sistema. Esses tipos de energia serão mais usadas e melhor projetadas para o futuro. O que me fez chegar à conclusão de que a energia melhor produzida em grande escala e de hidroelétrica e mais para frente quem sabe a nuclear ocupe esse espaço.

A aluna Carla, em 2010, realiza uma análise em sentido diverso dos dois anteriores, mas também apresenta coerência na argumentação.

(Carla_2010) [...] Isso irá depender da região a qual será aplicada, pois regiões onde se tem muito sol é a viável energia solar, mais em lugares que não se tem sol, pode ser mais viável a energia a "gás". Então isso vai da região e utilização. Mas de todas as apresentadas acho que a híbrida é a mais econômica. [...] pois o Brasil apresenta um clima tropical em grande parte de seu território, e nas grandes cidades como no Rio de Janeiro seria viável este tipo de energia, pelo próprio clima e da economia, a qual a instalação logo pode ser descontada da economia. E outras formas tem o problema de destruição da madeira, outro o risco do uso de gás.

A mesma coerência aparece nas respostas individuais de Paulo e Júlio, em 2009, e Laura, em 2010, que, além da argumentação, recorrem a dados numéricos para defender seu posicionamento. Além de uma análise qualitativa - a vertente democrática do uso do chuveiro elétrico - realiza uma análise quantitativa para defender sua solução.

(Paulo_2009) [...] Chuveiro elétrico é o grande democratizador do uso da água quente para uma população que dificilmente teria acesso a aquecedores a gás ou solar. Por sinal, pela existência do chuveiro elétrico e usinas hidroelétricas, o Brasil é uma das poucas sociedades de nosso planeta que permitiram o banho quente a toda sua população de baixa renda. Seguem algumas características:

1 - Sua potência é limitada, o máximo usual é de 5,6 KW.

2 - Com potência limitada, o fluxo de água se auto limita, pois quanto mais água passa, menor será a temperatura. Isto é, o chuveiro elétrico é um indutor para a economia de água.

3 - O fluxo de água de um chuveiro elétrico é baixo, de 2,5 litros a 4 litros de água por minuto.

4 - O chuveiro elétrico é um excelente conversor de energia, da eletricidade em calor. Segundo estudos, 95% da energia consumida são transferidas como calor à água.

5 - O chuveiro elétrico da linha popular, de plástico, pode ser adquirido por até R\$ 10,00 a unidade.

6 - Até recentemente 100% da energia consumida nos chuveiros elétricos nacionais vinha de usinas hidroelétricas. Não havia a queima de energéticos fósseis para a geração desta energia. Efetivamente a energia originada em usinas hidroelétricas é energia solar em forma elétrica. A água só chega ao rio que enche a represa, se o sol evaporar a água dos oceanos, o vento (outro subproduto da energia solar) empurrar esta umidade ao continente e esta, ao se transformar em nuvem, desaguar seu conteúdo nas nascentes dos rios. Resumindo, o chuveiro elétrico é um componente de aquecimento que tem lógica energética e social. Ele não tem contra indicação a não ser a de sobrecarregar o sistema elétrico devido ao horário concentrado (das 18 às 21 horas) em que estes equipamentos são ligados.

(Julio_2009) Então, num ambiente em que o conforto de banho é esperado, o aquecedor solar tradicional é imbatível, com sua eficiente forma de aumentar a temperatura da água até perto de 65°C, o automatismo da ligação do aquecimento auxiliar para os dias de chuva, a longa vida do equipamento, o "status" de poder apresentar um produto de primeira linha no telhado, permitindo, além disto, um retorno financeiro (sem custos de financiamento), no prazo de 2,5 a 3,5 anos, aliado à expectativa de vida do equipamento de 10 a 15 anos.

(Laura_2010) Eficiência do Gás na geração de eletricidade Agora que as usinas térmicas começam a assumir papel importante na geração de energia elétrica, pode-se (para facilitar a apresentação) imaginar que todo o processo de aquecimento elétrico de água utilize a energia proveniente destas novas usinas. Eficiência do uso do gás no aquecimento direto. Se o gás estiver sendo usado diretamente no aquecimento da água, 80% de seu conteúdo de energia serão entregue à água. Isto é, perde-se pela chaminé, pelo escape do gás queimado, 20% da energia contida no gás. Eficiência do uso do gás quando ele é usado para gerar eletricidade em Usina Térmica e esta energia for usada para aquecer água. Usando-se o gás para acionar usinas termoelétricas, somente 25 a 30% de sua energia se transformam em energia elétrica. O resto é perdido pelo escape do gás queimado. Esta energia passa pela rede de distribuição elétrica e no final ela aquece a água através do (por exemplo) chuveiro elétrico. Somando-se as perdas naturais que ocorrem na rede elétrica e os 5% de perdas típicas do chuveiro elétrico, dos 100% de energia originalmente contida no gás, somente 23 a 28% estarão sendo efetivamente usados para o aquecimento. O comparativo acima, 80% contra 28% de aproveitamento final deste energético nobre que é o gás natural, explica porque em países que nunca puderam contar com usinas hidroelétricas, o aquecimento elétrico de água não é aceito a não ser para aplicações especiais.

Este apanhado de trechos exemplifica o potencial do Caso BQ em desenvolver a capacidade de análise como indica a literatura sobre a ABC.

IV. Decisões como algo próprio

Nos trechos apresentados no item anteriormente analisado evidencia-se que esta análise muitas vezes se deu como algo próprio, em que é evidente o posicionamento dos alunos, que se mostraram mais curiosos pelo assunto na medida em que outros alunos ou grupos apresentavam soluções divergentes ou um dado novo. A possibilidade de opinar e não repetir algo pronto, a meu ver, levou-os a tomar decisões como algo próprio. Uma evidência é o exemplo de uma aluna do 3ºA_2009 que comentou com a família sobre a problematização do Caso BQ e assumiu como própria a seguinte questão levantada pelo pai, que trabalha na construção civil: o sistema de banho quente deve ser mais barato do ponto de vista de quem vende ou de quem compra? (Pai de aluna do 3ºA_2009)

Uma possível resposta nesse sentido é apresentada por *Luana 2010* no item 1, e ao que me consta não houve troca de impressões sobre o Caso entre eles.

Na reunião de pais ouvi de muitos a seguinte frase: *O senhor é o professor do banho quente?* O que pode indicar que os alunos trocaram impressões na família sobre o caso.

Ainda hoje encontro alunos que perguntam sobre o assunto dos Casos, e alguns trazem conhecimentos novos que obtiveram por sua própria conta.

(Helder_2009) Meu grupo escolheu o chuveiro elétrico, pois além de ser mais barato economiza BEM mais água, que os demais métodos indicados. Nos chegamos a essa conclusão tendo em vista mais o fator de gastar muita água, pois em um futuro não muito distante a água será mais caro do que petróleo. E também o valor dos equipamentos e a manutenção, MUITO superior ao "velho" chuveiro elétrico. "NÃO TROQUE O CERTO PELO DUVIDOSO, BANHO BOM, SIMPLES E BARATO!"

V. Interesse pelo tema

Os trechos das produções escritas, como o trecho da solução apresentada por *Clarissa*, em 2010, evidenciam de uma forma bastante clara, a meu ver, que o Caso BQ promoveu o interesse dos alunos.

Antes de começarmos a pesquisa qual chuveiro seria mais ecologicamente correto e barato, fomos pelo intuito de fazer a pesquisa e pensamos que seria, claro, o aquecedor solar. Porém, ao pesquisarmos, achamos um pesquisa feito pelo USP, onde diz que o chuveiro melhor e barato, não é o de aquecedor solar, e sim o chuveiro híbrido. O chuveiro híbrido, é a mistura de elétrico e solar, é a opção mais barata e ecológica, o custo dele é praticamente o mesmo do chuveiro elétrico, porém, o modelo ainda faz uso do energia solar quando possível. Essa pesquisa do USP durou 3 meses, testando chuveiros o gás, elétrico, híbrido, com aquecedor solar e boiler elétrico. Os resultados mostram que o chuveiro elétrico é o modelo que consome menos água (4L por minuto) e é o mais barato (R\$ 0,22 - 8 minutos). O aquecedor solar tradicional, com opção elétrica por dias sem sol, ficou bem atrás: seu consumo é de 8,7 litros de água por minuto e custa R\$ 0,35 por banho. Logo, o chuveiro híbrido, é uma opção aos dois métodos: aquecedor solar por os dias de sol, e chuveiro elétrico por quando há chuva. Seu custo é o mesmo do chuveiro elétrico e o consumo de água é de menor.

(Clarissa_2010)

Interesse também evidenciado pelo debate em ambos os anos, com discussões acaloradas, e o engajamento de muitos alunos que entregaram as atividades previstas, atingindo cerca de 80% dos alunos em ambos os anos. Pode parecer pouco, mas para o contexto da Escola Pública, em que a taxa de evasão e de reprovação é alta, somado ao fato de que a Física, com duas aulas semanais, não é a disciplina que eles mais se empenham, sendo junto com Química as disciplinas que abandonam quando surge algum problema. Minha percepção, nestes anos de docência nesta Escola Pública mostra que, no imaginário do aluno, ele será aprovado pelo Conselho de Classe se ficar retido em Física ou Química: o importante é passar em Português, Matemática, etc. O que leva ao abandono dessas disciplinas que são difíceis e pouco significativas, no seu entender.

VI. Respeito pela opinião alheia

O respeito pela opinião alheia foi algo mais difícil de promover. Eles tendem a serem submissos aos considerados bons alunos, e estes por sua vez tendem a desprezar a opinião dos denominados medíocres. O fato se dá principalmente no debate no grande grupo da sala de aula e é algo que necessita tempo para se desenvolver no sentido que queremos. Acredito que o trabalho com a ABC proporciona diversidade de respostas, caso se apresente como uma oportunidade para os alunos mostrarem em sala de aula habilidades e competências desenvolvidas em outros âmbitos que o escolar, o que pode promover um respeito maior de sua pessoa pelos bons alunos. Quando um dos alunos menos valorizados traz uma informação ou faz uma pergunta que sobressai começa a ser respeitado. Houve algumas ocorrências neste sentido, que foram significativas.

Houve uma sala em que havia de longa data certa competição interna entre os grupos, o que gerou muita confusão em 2009. A questão era que sistematicamente um grupo queria se sobressair aos demais e para isso se valia de apresentar em primeiro lugar seu trabalho, gastando bastante tempo da aula e deixando pouco tempo para os outros grupos. O fato da apresentação se restringir a 10 minutos causou protesto da parte do grupo e consequente crítica dos demais alunos. Apesar de esta turma ser considerada na escola a “melhor turma”, trabalhar com a ABC, tanto na apresentação como no debate, demandou um esforço suplementar para vencer estes obstáculos, não plenamente alcançado.

Como podemos notar até aqui, os problemas que ocorrem comumente em sala de aula não são alheios a ABC, como também a qualquer outra estratégia de ensino. Entretanto vejo na

ABC a possibilidade de evidenciar os problemas, possibilitando assim o diagnóstico e a chance de trabalhar no sentido de remediar estas situações.

Alguns trechos das cartas-respostas de 2009, nas quais o aluno é questionado se concorda ou não com a solução do seu grupo, nos dá alguma indicação da relação do aluno com as ideias dos componentes de seu grupo. Como eu esperava, a maioria dos alunos concordou com a solução do grupo. Mesmo após o debate, alguns poucos alunos, cujo grupo não havia apresentado a solução da pesquisa da USP, mudaram de opinião favorável a pesquisa. Nestas respostas individuais não transparecem as discordâncias presentes no processo.

(Luis_2009) Sim, eu concordo com a solução apresentada por meu grupo, pois esta utiliza as duas formas de energias mais abundantes em nosso país sendo, desse modo, mais econômica que as demais. [...]

(Bruno_2010) Eu concordo com a solução apresentada pelo meu grupo, por ser mais também econômico, mas principalmente por ser o único modo que preserva o meio ambiente, sendo assim muito importante. Vimos que a solução mais econômica é a Híbrida. [...]

VII. Tolerância à ambiguidade

No debate do Caso BQ se torna mais claro para os alunos que não cabe a denominação certa para uma solução e errada para todas as outras. O estudante tende a aprender que, dependendo da premissa e das hipóteses feitas, as soluções podem ser coerentes ou não. Tomando como premissa o aspecto ecológico, uma solução era mais coerente que outras, levando em conta o aspecto financeiro a curto prazo outra, e a longo prazo outra. A tolerância à ambiguidade aumentou na medida em que o trabalho com a ABC foi sendo assimilado e que se conscientizaram de que não seriam avaliados pela informação, mas, sobretudo, pela coerência com que articulassem suas ideias e a informação na elaboração de uma solução viável para o Caso, algo novo para eles. As primeiras aulas foram confusas, já que eles queriam saber se havia uma resposta correta. Para alguns grupos a descoberta da pesquisa da USP foi decisiva e a tomaram como certeza absoluta, entretanto, ao ver que outros grupos discordavam dos resultados apresentados como solução para o Caso BQ, começaram a argumentar que a pesquisa da USP tinha mais credibilidade e por isso era correta somente por ser um argumento de autoridade. Como visto nos trechos dos e-mails apresentados, que representam parcela significativa, apresentaram suas soluções baseadas em suas convicções e a respaldaram com a argumentação que lhes pareceu adequada. Para exemplificar, apresento duas

argumentações retiradas de produções individuais dos alunos que, apesar da referência ser a pesquisa da USP, a argumentação é diversa.

(Mariana_2009) Como mostra a pesquisa abaixo temos dois tipos de energia que compensa mais você usar, dando empate ou diferença mínima na pesquisa mostra que o sistema elétrico e o híbrido são os que mais ficam em conta pelo valor, mas também tendo os dois suas desvantagens como o tipo de energia híbrido que é melhor porque não prejudica tanto o meio ambiente e tem como aproveitar a energia do sol, mas fica em R\$ 888,00 para seu custo de instalação é aquisição , já o elétrico você gasta somente R\$ 31 ficando em vantagem mas não ajuda o meio ambiente e gasta 0,1 l a menos. Em minha opinião eu optaria para usar o híbrido porque além de não prejudicar tanto o meio ambiente ele é um sistema que você troca na hora que você quiser para elétrica ou solar, mas qualquer uma dessas duas que você escolher você ira sair com um bom lucro comparando com as outras.

Chuveiro elétrico: R\$ 26,40

Híbrido: R\$ 26,40

Solar: R\$ 42,00

Gás: R\$ 69,60

Boiler: R\$ 93,60

(Luis_2009) Sim, eu concordo com a solução apresentada por meu grupo, pois esta utiliza as duas formas de energias mais abundantes em nosso país sendo, desse modo, mais econômica que as demais. [...] A solução econômica para um banho quente e barato é a energia híbrida, que utiliza energia elétrica convencional e a energia solar juntas. Esta solução é mais econômica, pois no Brasil, a energia elétrica convencional é mais barata, devido sua abundancia e, como vivemos em um país tropical com sol constante, a energia solar torna-se econômica também, porém utilizando-as juntas a economia é maior do que se utilizando apenas uma ou outra. Para chegar a esta conclusão, levei em conta o valor pago, no final do mês, por cada tipo de energia. Pesquisando sobre elas, descobri que a energia híbrida é mais barata e não polui muito o ambiente, podendo excluir as outras que são mais caras e podem causar graves impactos ambientais.

VIII. Habilidade de Leitura

No Caso BQ procurei utilizar palavras conhecidas e nenhuma palavra técnica é utilizada, o que acredito ter facilitado a compreensão. Os alunos, além do Caso, deverim ler textos que ajudem na elaboração da solução. Os alunos poderiam ler um texto e obter a solução, como alguns o fizeram com a pesquisa da USP, outros procuraram outras fontes.

Muitos deles também leram as soluções dos colegas, bem como a sua, uma vez que o Caso não procura proporcionar uma mera ação de cópia de um texto, mas a elaboração de uma construção articulada pessoal de ideias, informação e argumentos que deve ser redigida de forma coerente e concisa como, por exemplo, o e-mail ao Sr. Junqueira.

(Lucas_2009) Você concorda ou discorda na solução apresentada pelo grupo? Por quê? Solução apresentada pelo grupo -> chuveiro elétrico ou chuveiro híbrido. E concordo com a solução apresentada pelo grupo, pois o chuveiro elétrico além de ser mais barato e sua instalação pode ser feito até pelo “maridão” da casa, ele também é mais econômico; o híbrido por sua vez, que é a mistura do Elétrico com o solar (que só não é a melhor solução pelo custo de sua mão-de-obra), pois, ele além de ser econômico (no uso) também é menos poluente. - Qual é a melhor solução para um banho quente e barato? Entre o chuveiro hídrico e o elétrico, o chuveiro elétrico, já que assim que ligado esquentar a água (e o solar ou a gás, precisam de auxílio, pois, a água demora mais ou menos 2 minutos para esquentar – e enquanto não esquentar pode-se perder até 5 litros de água). - Por que esta solução e não outra? Porque as perguntas eram relacionadas à temperatura e economia (não foi falado em poluição, por exemplo) sendo assim, sem dúvidas é o chuveiro elétrico.

(Claudio_2010) Nós do Grupo concordamos que o melhor modo seria a energia solar, pois não existem riscos de explosão e nem vazamentos podendo ocorrer acidentes. Mesmo não sendo o mais barato, mas com o tempo as pessoas poderão usufruir de água quente sem custo de energia.

IX. Sentimentos intensos

Os sentimentos intensos, no Caso BQ, são promovidos pela competição entre os personagens, evidenciado no trabalho com os alunos, em uma sala na qual, conforme informação obtida de meus colegas professores de longo tempo, havia uma competição acirrada entre grupos de alunos para superar os outros em desempenho. Os conflitos surgidos aí não se deram em outras salas, entretanto, parece que esse fator intensificou os sentimentos ainda mais, podendo indicar que os sentimentos intensos promovidos pelo Caso podem atrapalhar em vez de promover o envolvimento em certos contextos.

X. Participação ativa

Evidências para avaliarmos a participação ativa dos alunos se dão em parte pela avaliação feita pelos pares (Tarefa 2), a observação do professor e a efetiva execução do trabalho.

(Anne_2009) Dou menos de 10 para Ana e Thiago, porque acho que eles poderiam ter tido mais interesse e participação, não apenas na hora de montar e concluir o trabalho, mas também, na hora da pesquisa. Dou mais de 10 pontos para a Mariana porque ela ajudou a pesquisar, e a montar o trabalho. Acho que ela teve muito interesse diferente dos outros, portanto, merece esses 15 pontos. Eu acho que mereço 15 assim como a Mariana, porque nós duas fomos as que mais nos interessamos e corremos atrás de tudo; então, acho justo essa ser nossa nota.

Aqui o papel do professor foi fundamental para que os alunos mais articulados não promovessem a passividade dos alunos mais indiferentes ao processo de ensino e aprendizagem. Neste processo, mostrou-se mais eficaz promover os passivos a se envolverem mais ativamente nas atividades através de perguntas, sugestões, valorização das suas opiniões do que coibir a iniciativa dos alunos mais envolvidos. Após o trabalho com o Caso notei um posicionamento maior dos alunos com dificuldade de comunicar-se e tomar posição em sala: os mais tímidos começaram a me procurar em particular colocando questões que discutimos, o que levou alguns a ter a coragem de manifestar no debate no grande grupo seus pensamentos. Essa experiência me faz acreditar que um trabalho com a ABC mais contínuo proporcione o desenvolvimento da autoestima de alguns alunos com dificuldade de participar ativamente das atividades escolares.

XI. Diversidade de soluções

No Caso BQ, como esperado, foram apresentadas diferentes soluções para o Caso, e para cada uma delas houve também diversidade na argumentação que justifique esta solução, como vimos nos trechos apresentados nos outros itens. As soluções apresentadas não se detiveram ao contexto do Caso: “Convencer um empresário a respeito da melhor alternativa para um banho quente e barato, que seria utilizada para vender as casas que construirá em Minas Gerais”. Muitas das fundamentações para uma opção e exclusão das outras partiam de uma premissa básica, cujos argumentos foram em linhas gerais:

Ecológico: Preservação do meio ambiente, optando pela energia solar.

Alto custo inicial: No Caso da energia solar, optando geralmente pelo chuveiro elétrico.

Sistema faça você mesmo: Houve um aluno, em 2009, que propôs um sistema de aquecimento solar “faça você mesmo”, trazendo um vídeo explicando sua construção artesanal. Já outro, em 2010, apresentou um projeto artesanal de roda d’água, baseado na hipótese de que havia uma pequena queda d’água no fundo das casas.

Simplicidade e custo: Optando geralmente pelo chuveiro elétrico.

Argumento de autoridade: A solução proposta pela pesquisa da USP, que muitos argumentaram ser a certa, o que deu margem a várias questões interessantes no debate a respeito das premissas e hipóteses feitas pelos pesquisadores.

Os que mais apresentaram cálculos de custos diretos foram os que optaram pela pesquisa da USP.

Entretanto, no debate, muito se argumentou que o Governo, no caso o Governo do Estado de São Paulo, estaria procurando levar o consumidor a trocar o sistema de aquecimento do banho, uma vez que o consumo em horário de pico poderia causar o colapso do sistema de fornecimento de energia elétrica. Essa argumentação surgiu ao saberem que a pesquisa da USP foi financiada e amplamente divulgada pelo Governo Estadual, o que levou vários alunos a defender a opção pelo chuveiro elétrico. Por sinal, o chuveiro elétrico foi a opção com maior número em 2010, o que não ocorreu em 2009, em que a solar foi a preferida.

Vejamos alguns exemplos da diversidade de argumentação dos alunos nos e-mails e trabalhos apresentados.

(Monique_2010) O Custo do kWh Residencial 80 em minas gerais: (R\$/kWh) = 0,402. Se formos considerar todo o custo com a instalação com os mecanismos para o sistema de energia solar ou á gás, os gastos com certeza seriam consideráveis, além das manutenções anuais. O sistema elétrico brasileiro é único. É um dos sistemas mais confiáveis e de mais baixo custo operacional e ambiental do mundo. Sem contar que existem estados que reduzem a tributação por faixa de consumo. Exemplo disso é o Estado de Minas Gerais concede isenção de ICMS sobre o consumo de energia elétrica até 90 kWh/mês. O que nos dá mais um motivo de que realmente a instalação da energia elétrica nos dá muito mais vantagens. Também podemos citar que em Minas Gerais com energia elétrica temos mais opções em empresas de energia elétrica, pra que não haja apenas uma só opção seja de garantias ou de qualidades. Além de lhe privar de pequenos transtornos com fretes e taxas complementares. EMPRESAS DE ENERGIA ELETRICA: Cemig; Companhia Força e Luz Cataguazes Leopoldina; Departamento Municipal de Energia Elétrica de Poços de Caldas (DME); Empresa Elétrica Bragantina; Companhia Luz e Força de Mococa e Furnas Centrais Elétricas. Com os nossos serviços e com as empresas de nossa confiança faremos com que os seus custos e gastos sejam o menor possível.

(Bruno_2010) Eu concordo com a solução apresentada pelo meu grupo, por ser mais também econômico, mas principalmente por ser o único modo que preserva o meio ambiente, sendo assim muito importante. Vimos que a solução mais econômica é a Híbrida. Pois as outras soluções não dispõem o certo "dispositivo" que a híbrida possui, o dispositivo que quando não houver energia solar suficiente ativa o gás ou a energia elétrica. Concluímos neste relatório que o chuveiro elétrico é o sistema mais econômico para se usufruir. Primeiramente pelo seu

custo baixo, num mercado você pode comprar um chuveiro de qualidade na média de R\$25,00, a sua instalação é simples e o custo médio cobrado para instalar é de R\$40,00. Não é só na compra que o chuveiro elétrico é o mais econômico, o seu consumo de água é menor que a metade comparada ao aquecedor solar e o aquecedor a gás. Ainda temos a superioridade do chuveiro elétrico no consumo de eletricidade, mesmo o aquecedor solar não usando energia elétrica durante o verão, no inverno o consumo de energia elétrica dele supera a do chuveiro elétrico.

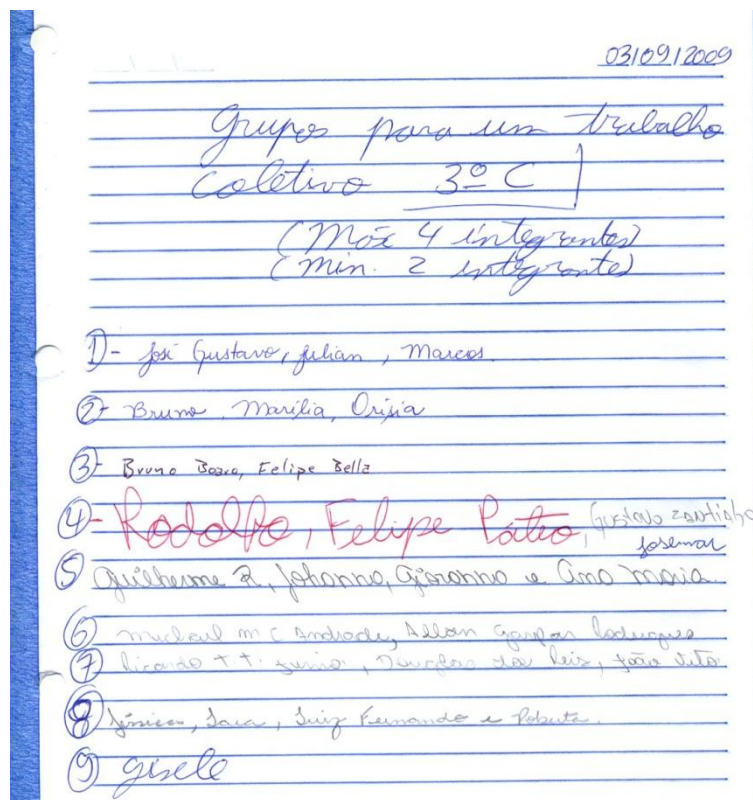
(Carlos_2009) Porque não o aquecedor solar ou o aquecedor a gás? O aquecedor solar tem um custo alto para compra e instalação os dois somados chegariam a mais de seis mil reais, fazemos uma pequena conta: 30 lotes x R\$ 5mil = R\$ 150mil. Este seria o custo para instalar o aquecedor solar em seus lotes se tiver apenas um chuveiro em cada. Outras desvantagens são o consumo de água que é o mais que o dobro de um chuveiro elétrico, e a energia elétrica gasta durante o inverno quando o sol não esquentar a água na temperatura ideal para um banho quente. O aquecedor a gás sai mais barato que o solar na compra e instalação (cerca de 3mil reais), seu consumo de água também comparado ao solar, é consideravelmente menor, porém apesar de quase não usar energia elétrica, a compra do gás é mais caro. Sendo assim o chuveiro elétrico é a forma de aquecimento de água mais barata e viável que existe.

Apesar da dificuldade de argumentação, os alunos procuraram ser coerentes com suas hipóteses iniciais, como o baixo custo da energia elétrica em Minas Gerais, apresentado pela aluna Monique, ou o custo inicial do sistema levantado pelo Carlos e pelo Bruno, mas, que optaram por soluções diferentes: chuveiro elétrico e sistema híbrido. Essa diversidade de argumentações promoveu uma aprendizagem mais rica que a mera cópia de textos, apesar do nível de argumentação apresentar falhas de lógica que podem ser sanadas no debate e nas atividades de seguimento.

XII. Trabalho em grupo

A estratégia solicita que os alunos trabalhem em grupo de forma colaborativa e ressalva que não basta reuni-los para que isto aconteça.

Quanto à formação dos grupos, os alunos tiveram liberdade para decidir como formá-los, contanto que respeitassem o número mínimo de 2 e no máximo de 4 integrantes. Houve uma aluna que quis fazer sozinha, como comumente acontece com alunos que apresentam dificuldades de socialização. Exemplo da distribuição dos grupos:



Promover o trabalho em grupo, como preconiza a ABC, demandou muito esforço. Para muitos deles trabalhar em grupo era dividir tarefas e cada um faz a sua parte. Não foi fácil convencer alguns grupos a discutir o Caso dentro do seu grupo. Eu deixei que os grupos trabalhassem soltos, orientei-os de forma geral e intervinha quando solicitado. Reforçava algumas ideias de quando em quando.

Professor: "Procurem escutar as ideias dos demais. Deixem que todos opinem."

Professor: "Não interrompa seu colega."

Professor: "Façam perguntas quando não entendam algo."

Eles solicitaram bastante a intervenção do professor. No começo, os grupos apresentavam-se desorientados, mas, à medida que percebiam que o professor estava disposto a visitá-los quando solicitado, começaram a se estruturar.

Abaixo apresento alguns exemplos das avaliações dos alunos a respeito da participação dos seus companheiros de grupo extraídos da Tarefa 2.

Grupo (A1_2009) Considero que todas nós do grupo participamos ativamente na realização do nosso trabalho. Nós dividimos os conteúdos e apresentamos as conclusões para todas as integrantes do grupo para chegarmos a uma conclusão. Tenho certeza que todas atingiram suas metas, pois procuramos sempre um trabalho em equipe, visando à participação de todas, para não sobrecarregar

ninguém. Se eu fosse me dar uma nota correspondente à minha participação no trabalho sem dúvida me daria 10, pois eu também colaborei assim como a Carla Ap e a Bruna. Cada uma fez a sua parte, e ajudamos mutuamente umas as outras. Sempre que tem trabalhos em equipe sempre procuramos fazer nós três, não querendo desmerecer outras pessoas, mas na nossa sala e assim como em qualquer lugar há aqueles que não estão nem aí e deixa tudo para um só fazer todo o trabalho. E nós procuramos sempre dividir as tarefas e por fim marcamos datas para entrega para concluirmos assim o trabalho todo.

Grupo (A5_2009) Foi dado mais de 10 pontos para Anne porque ela foi o membro que mais demonstrou empenho. Foi dado menos de 10 pontos para Aline e Claudia porque, apesar de serem parte do grupo, não tiveram o mesmo empenho que a Anne (e, como eu ia dar nota igual para as duas, não podia ser 8, porque a soma seria maior que os pontos que eu tinha). Pra mim, daria 10 pontos ou 12, porque, assim como a Anne, eu pesquisei algumas coisas e cheguei a escrever coisas no caderninho (DIÁRIO), considerando alguns sistemas de chuveiro. Porém, apesar de ter contribuído, não foi tanto quanto a Anne.

Grupo (A8_2009) Meu grupo defendeu o chuveiro híbrido, e como foi feito por 2 endividado deve ser distribuído segundo o pedido da tarefa em 15 pontos. Avalio da seguinte maneira o meu companheiro de grupo merece nota 8 por ter colaborado plenamente com o trabalho para que fosse executado de forma correta e objetiva essa é a minha avaliação sobre 2 participantes do trabalho. Já no meu caso se eu tivesse que me dar uma nota sinceramente seria uns 5, pois colaborei, mas não como meu companheiro deixei muito a desejar.

Grupo (A16_2009) Denílson: ele levou mais de 10, pois ele colaborou com o trabalho, ajudando com pesquisas. Felipi: ajudo pouco, pois como ele tinha conversado com o grupo ele não poderia estar se dedicando ao nosso trabalho por motivo particular. Natanael: ajudo pouco, não mostrava interesse em ajudar o grupo. Felipe Cabral: minha pontuação no meu modo de ver é a mesma do Denílson (13 pontos, pois a gente procurou se esforçar para fazer o trabalho.

Grupo (A32_2009) - Acho a nota 7.0 justas aos integrantes, pois esta de acordo com o que eles fizeram para o grupo. - 10.0 , pois eu tive grande participação no trabalho desde juntar todas as propostas colocadas no nosso grupo até a conclusão feita.

Grupo (A21-2009) Concordo. Porque meu grupo entrou em acordo que o aquecedor solar é a opção mais econômica no final do mês, a pessoa só tem que gastar mais na hora de instalar porque depois não gasta muito.

XIII. Natureza mal estruturada dos Casos: "O que nós devemos fazer?", "O que nós estamos aprendendo?" e "Por que o professor não ensina?"

"O que nós devemos fazer?":

Quanto a esta questão, o Caso BQ foi mais difícil que o Caso IA. No Caso BQ, eles queriam saber que fórmula usar, que cálculo fazer, onde procurar a resposta, falavam com outros grupos que pensavam de forma diversa. Causou grande confusão e alguns alunos chegaram mesmo a agredir verbalmente o professor.

“O que nós estamos aprendendo?”

Aqui surgiram questões que aquilo não tinha nada a ver com a Física, como sugerem as seguintes falas dos alunos:

Não vai cair no vestibular. (Adriele)

Tanto faz se é caro ou barato. É meu pai que paga. (Lucas)

Vai cair na prova? (Jairo)

Ao explicar as habilidades que pretendia que desenvolvessem, como trabalharíamos depois e a relação das situações de aprendizagem do caderno do aluno com o Caso BQ, o problema foi minimizado, mas não resolvido. Foi nas atividades de seguimento que os alunos, ao relacionar o conteúdo ensinado ao Caso, resolveram as questões, o que facilitou o trabalho com o segundo Caso IA. A ponto de ouvir de vários alunos a seguinte frase:

“Vai ter Caso este bimestre.” (Estela)

"Por que o professor não ensina?"

Essa questão inicialmente foi difícil de lidar, pois os alunos questionavam que o professor era pago para ensinar e não para supervisionar sua aprendizagem.

“Então eu fico em casa e aprendo sozinho., Para que eu preciso de você?” (Estefani_2009)

“A aula é bastante interessante, mas temo que não estejamos aprendendo muitas coisas.” (Antonio_2010)

Essa insatisfação inicial com a ABC, à medida que esclarecia as dúvidas e reconheciam o progresso que faziam, sobretudo, no debate com o Caso, acabou promovendo o interesse dos alunos pela estratégia e o porquê do professor não dar as respostas.

XIV. Perguntas críticas

No Caso BQ a pergunta crítica é única. Qual a solução para um banho quente econômico dentro do contexto do Caso?

Essa pergunta contempla o que Wassermann entende como pergunta crítica, que leva os alunos a uma reflexão profunda dos problemas, o que não é costumeiro em aulas de Física, na qual os “problemas” são mais estruturados, dependendo pouco de escolhas subjetivas e de hipóteses de trabalho. Este se mostrou um diferencial da ABC: era um tipo de tarefa que proporcionou uma autonomia que não conseguiam gerenciar. Já que estavam acostumados com tarefas bem estabelecidas e pouco criativas no âmbito da Física, muitos dos alunos com dificuldade nas aulas mais tradicionais se interessaram pelo processo achando possível uma contribuição de sua parte.

XV. Acentuação do dilema

No Caso BQ a acentuação do dilema se dá ao se propor uma competição em que várias alternativas estão em jogo e uma deve ser escolhida para ser defendida em detrimento das outras. Foi notável, em mais de uma turma que, ao chegar ao final da leitura do Caso, surgia um alvoroço e um envolvimento maior devido à competição proposta e as alternativas de aquecimento citadas, gás, solar, elétrica, nas quais nota-se que a híbrida não foi colocada de propósito no Caso com o intuito de não direcionar a solução.

XVI. Material de tipo técnico

A ansiedade proporcionada por esse tipo de material, segundo Greewald (1991, p. 195), como catálogos, pesquisas, manuais, etc. foi superada em grande parte. Principalmente quando não se lhes dá o que pedem, eles vão atrás e nos surpreendem. Como vemos em um trecho do trabalho apresentado por um grupo em 2009.

(Grupo A8_2009) Dados básicos para dimensionar um sistema solar: Orientação geográfica dos coletores; Ângulo de Inclinação dos coletores; Volume de água quente consumida; Área necessária para coletores; Características climáticas do local e Rendimento do equipamento.

Tais dados proporcionaram muitas discussões no debate e nas atividades de seguimento, me que foram discutidos em mais de uma sala, uma vez que as transformei em questões durante o debate quando alguém abordava o sistema solar.

4.6 Resultados com o Caso BQ

"Não é a resposta que nos ilumina, mas sim a pergunta."

Ionesco , Eugène

Gostaria de argumentar sobre uma questão que me parece importante para esta análise, ou seja, *que o tempo da escola não é o tempo da pesquisa*. Muitas vezes nas pesquisas sobre uma estratégia de ensino que se quer avaliar se esquece que a questão de pesquisa é do pesquisador e não do objeto de pesquisa, no caso os alunos. Acredito, a partir daí, poder afirmar que o fato de grande parte dos alunos não atingir níveis elevados não implica que não o consigam fazer. Vi o fato acontecer nas situações de aprendizagem presentes no caderno do aluno da proposta da SEESP, em que estratégias de ensino bem estabelecidas e fundamentadas na pesquisa em ensino de Física apresentam resultados diversos dependendo do empenho, disposição, motivação e interesse dos alunos bem como dos mesmos entre outros fatores relacionados ao docente.

E sobre este olhar que a análise foi feita neste trabalho. Ao avaliar a produção escrita dos alunos, procurei obter evidências de que a ABC promoveu o que promete, também no ensino de Física de nível médio. Para tanto, achei suficiente obter evidências de que alguns alunos atingiram os níveis máximos, exemplificando assim que a ABC possibilita uma produção deste nível aos alunos. As causas que levam os alunos a não alcançar níveis elevados poderia levar a uma casuística de difícil generalização, portanto, não entrei nessa análise nessas questões, a menos, quando alguma característica apontada pela literatura não foi cumprida da minha parte, por exemplo, ao não nomear os personagens no Caso BQ. Em seguida, analiso o trabalho dos alunos segundo os critérios gerais do protocolo de avaliação da produção escrita dos alunos quando solucionam Casos na perspectiva da ABC (Tabela 4), adaptado conforme a tabela 1 para o Caso BQ.

Nível 0. Considera-se que a solução do estudante se inclui neste nível quando não cumpre nenhum dos requisitos característicos dos níveis de 1 a 4 que detalhamos a seguir.

Nível 1. Considera-se que a solução do estudante se inclui neste nível quando a solução é coerente com o conhecimento físico, buscou uma única fonte de informação, apresenta alguma concepção prévia, e defende uma posição sem contrastar com outras e apresenta o resultado estritamente dentro do contexto do Caso.

Nível 2. Considera-se que a solução do estudante se inclui neste nível quando, além do que era esperado no nível 1, ele usa mais de uma fonte de informação, emite hipóteses e não apresenta concepções prévias.

Nível 3. Considera-se que a solução do estudante se inclui neste nível quando, além do que era esperado no nível 2, usa mais de 2 fontes de informação, sendo que uma delas é a do grupo da USP e apresenta argumentação original.

Nível 4. Considera-se que a solução do estudante se inclui neste nível quando, além do que era esperado no nível 3, consegue sintetizar sua conclusão de modo convincente.

Tabela 4. Critérios para a aplicação do protocolo da avaliação da produção escrita dos alunos quando solucionam o Caso BQ na perspectiva da ABC.

CASO BQ em 2009					
Nível	Categoria de resposta	Produção Individual			
		Número de respostas			
		3ªA n=31	3ªB n=27	3ªC n=30	3ªD n=23
0	<i>Ausência de análise</i>	6	6	8	5
1	<i>Fonte de informação única</i>	8	8	7	7
2	<i>Contrasta mais de uma solução</i>	6	6	5	5
3	<i>Sintetizar e convencer</i>	5	3	7	4
4	<i>Análise do resultado</i>	6	4	3	2

Tabela 5. Resultado da aplicação do protocolo de avaliação dos e-mails individuais dos alunos quando resolvem o Caso BQ em 2009.

Ao observar os dados da tabela 5, verificamos que a distribuição entre os vários níveis tende a ser equilibrada no 3ºA, considerada pelos professores uma turma que se empenha em realizar bem as tarefas escolares. Observando os resultados das outras turmas, notamos um equilíbrio até o nível 2. A divergência nos níveis superiores atribui a diferentes fatores, tais como o interesse do aluno pela tarefa, dificuldades de linguagem, ligeireza na busca de uma solução utilizando uma única fonte de informação, outras tarefas a realizar - uma vez que, no ambiente escolar, as tarefas que o aluno deve realizar são inúmeras e há que se adequar para realizá-las, priorizando algumas por gosto pessoal ou necessidade de se recuperar de avaliações desfavoráveis em outros bimestres.

Alunos que atingem o nível 3 com um empenho um pouco maior poderiam atingir um nível 4, principalmente após o debate em que hipóteses e pontos de vistas diferentes tendem a fornecer informações que poderiam enriquecer a argumentação no e-mail individual.

Por ser a primeira vez que trabalharam com a ABC, acredito que o desempenho poderia ser melhor se esta estratégia de ensino tivesse sido utilizada nos dois primeiros anos do Ensino Médio. Fundamento essa expectativa em uma comunicação oral proferida pelo Dr. Lee Shulman: [...] “Na ABC, como na ABP, para atingir os resultados almejados há que haver uma rotina, uma prática, certa regularidade como recurso didático”.⁷

CASO BQ em 2009					
Nível	Aspectos procedimentais	Produção Individual			
		Número de respostas			
		3ªA n=31	3ªB n=27	3ªC n=30	3ªD n=23
1	<i>Fonte de informação única</i>	25	21	21	18
2	<i>Contrasta mais de uma solução</i>	17	13	15	11
3	<i>Sintetizar e convencer</i>	11	7	10	6
4	<i>Análise do resultado</i>	6	4	3	2

Tabela 6 - Utilização de procedimentos com um sentido global pelos estudantes quando solucionam o Caso BQ em 2009.

⁷ Comunicação oral durante o Congresso PBL 2010 (EACH-USP), São Paulo.

Analisando a Tabela 6, na qual utilizamos um sentido global para análise, podemos observar que aproximadamente 50% dos alunos atingem o nível 2, contrastando mais de uma solução e, em algumas turmas, um terço dos alunos consegue sintetizar e convencer, atingindo o nível 3. Apesar de o trabalho ter sido colaborativo, a produção foi individual, o que a meu ver é um complicador para atingir o nível 4, em que o contraste de ideias facilitaria a análise dos resultados e a elaboração do e-mail.

CASO BQ em 2010						
Nível	Categoria de resposta	Produção Individual				
		Número de respostas				
Nível		3ºA n= 34	3ºB n=29	3ºC n=32	3ºD n=33	3ºE n=32
0	<i>Ausência de análise</i>	14	12	21	12	22
1	<i>Fonte de informação única</i>	4	8	2	1	0
2	<i>Contrasta mais de uma solução</i>	10	3	3	9	3
3	<i>Sintetizar e convencer</i>	2	3	2	8	7
4	<i>Análise do resultado</i>	1	3	4	3	0

Tabela 7 - Resultado da aplicação do protocolo de avaliação dos e-mails individuais dos alunos quando resolvem o Caso BQ em 2010.

Observando a Tabela 7 concluo que os resultados para 2010 ficaram piores que em 2009. Um fator que pode ter contribuído é o fato de o trabalho ser em grupo e todas as produções escritas individuais. O engajamento no trabalho colaborativo, entre os fatores que citei na análise de 2009, pode ter diminuído, uma vez que não seriam avaliados coletivamente em nenhum momento, o que poderia ter acarretado uma ínfima troca de ideias e consequentemente uma menor aprendizagem entre os participantes. A fraca produtividade no trabalho coletivo poderia ter empobrecido a elaboração da solução que acaba sendo feita somente a partir de esforços individuais. O debate em 2010 foi mais pobre do que em 2009, sendo monopolizado pelos alunos que atingiram o nível 4 e 3, o que reforça a minha hipótese. Apesar dessa diferença, a experiência foi satisfatória, uma vez que eles começaram a desenvolver o conhecimento e as habilidades necessárias à aprendizagem com a ABC, facilitando o trabalho com o Caso IA, além de

proporcionar uma motivação para com as atividades de seguimento, uma vez que muitos deles não haviam alcançado a compreensão das questões relacionadas a níveis inferiores, o que de certa forma promoveu o ensino dos conteúdos relacionados com o Caso.

Vale anotar que o 3ºE, turma do noturno, obteve um desempenho similar ao 3ºC nos três primeiros níveis, apesar das dificuldades de tempo, uma vez que todos trabalham durante o dia. Um fato interessante no debate do 3ºE foi terem trazidos questões oriundas de sua prática profissional. Como de uma aluna que trabalha em um salão de beleza onde as mulheres costumam lavar o cabelo antes de cortá-lo, normalmente com água quente aquecida em chuveiros elétricos individuais, levantando a questão se não seria mais econômico centralizar o aquecimento da água.

CASO BQ em 2010						
Nível	Aspectos procedimentais	Produção Individual				
		Número de respostas				
Nível		3ºA n= 34	3ºB n=29	3ºC n=32	3ºD n=33	3ºE n=32
1	<i>Fonte de informação única</i>	17	17	11	21	10
2	<i>Contrasta mais de uma solução</i>	13	9	9	20	10
3	<i>Sintetizar e convencer</i>	3	6	6	11	7
4	<i>Análise do resultado</i>	1	3	4	3	0

Tabela 8 - Utilização de procedimentos com um sentido global pelos estudantes quando solucionam o Caso BQ em 2009.

A análise da Tabela 8 mostra que somente 20% do total de alunos chegam ao nível 3 e 8% ao nível 4. Aproximadamente a metade dos níveis atingidos em 2009.

Para dar uma ideia da produção dos alunos apresentamos alguns trechos das opiniões, no Caso BQ enviadas após a apresentação e a discussão dos resultados de cada grupo em sala de aula, manifestando se continua ou não com a posição inicial apresentada por seu grupo e por quê. Exemplos de cartas consideradas de nível de 1 a 4 estão recolhidas no ANEXO G.

A22_ Sim, eu concordo com a solução apresentada pelo meu grupo. Porque, nós pesquisamos sobre os tipos de energia citados no Caso, que são a elétrica, a gás e a solar. Assim podemos concluir que a energia elétrica, através do que foi pesquisado foi a solução mais econômica, claro que considerando o número de pessoas que residirão na casa, consideramos quatro pessoas, um banho de 15 minutos diários e também foi analisado o preço do KW/h, que é baixo, e o preço de instalação do chuveiro, e também o preço do mesmo. No Caso, o nosso grupo apresentou a proposta de que se o construtor escolhesse a nossa empresa ELETROCONT ele estaria levando um chuveiro de designe moderno grátis.

A21_ Eu concordo com a solução escolhida por meu grupo, que foi a energia elétrica sendo a mais vantajosa economicamente. Para se chegar a esta conclusão, as três maneiras em questão (elétrica, gás e solar), foram analisadas detalhadamente cada. Onde, tanto o grupo quanto eu, pude pesquisar e realizar os cálculos reais dos gastos de cada.

D13_Sim Concordo. A solução que foi dada é a do chuveiro Solar, onde você tem um Custo Inicial e Um Gasto mínimo de Energia, e uma maior duração no material essa Solução também foi mostrada pelo Jornal nacional e por que eu pesquisei todos os tipos de chuveiros O Custo inicial e o Custo que você pagaria na eletricidade e o custo que você teria para manter.

Nos exemplos transcritos, vejo que há alguma dificuldade e certa ligeireza para o aluno expressar sua opinião. Isso se deve a pouca familiaridade com o assunto, o que dificulta ainda mais sua capacidade de síntese. Creio que, dentro das limitações de tempo e espaço, os alunos manifestaram que a atividade foi trabalhosa. Em 2010, decidi que o trabalho final, individual, tivesse um peso maior, pensando assim promover um posicionamento pessoal, e deixei à disposição, na biblioteca, algumas referências contraditórias (ANEXO C), as quais poderiam recorrer se assim o desejassem, o que possibilitaria uma base comum para a discussão, além de facilitar o acesso a informação sobre o tema.

Por uma feliz coincidência, em 2009, na semana que discutimos os resultados apresentados, publicou-se nos jornais a intenção do governo de sobretaxar o kWh no horário das 18:00 às 20:00 h, o que levou os alunos a comentar que a pesquisa da USP que defende o modelo híbrido, solar e elétrico como mais vantajoso poderia ser uma tentativa governamental de influenciar a opinião pública a trocar o sistema de aquecimento, objetivando diminuir o consumo no horário de pico. O que mostra que o Caso estudado despertou a atenção dos alunos para uma questão posta na sociedade.

5. Caso Irradiação de Alimentos (IA)

"Face a realidade, o que julgamos saber claramente ofusca o que deveríamos saber."

Bachelard , Gaston

O segundo Caso deveria tratar da radiação nuclear, um tema frequentemente em evidência na mídia. Além de tratar de um assunto associado à física moderna, é polêmico o bastante para um Caso. Entre os temas relacionados que pesquisei, a irradiação de alimentos me pareceu excelente para um Caso. O próximo passo foi encontrar inspiração para uma história que abordasse o assunto proporcionando atualidade, realidade e significado, relacionado aos conteúdos específicos a trabalhar com os alunos no bimestre.

5.1 Justificativa

O Caso foi escrito tendo em vista o tema estruturador F5: matéria e radiação dos PCN+, usando o Caso como contexto e pretexto para o ensino e aprendizagem dos seguintes conteúdos específicos, previstos para o 3º bimestre na proposta curricular da SEESP (Anexo E).

3º Bimestre

Matéria: suas propriedades e organização

- Modelos atômicos e de organização de átomos e moléculas na constituição da matéria para explicação das características macroscópicas observáveis;
- Constituição e organização da matéria viva, suas especificidades e suas relações com os modelos físicos estudados;
- Os modelos atômicos de matéria (Rutherford, Bohr).

Átomo: emissão e absorção da radiação

- A quantização da energia para explicar a absorção e a emissão da radiação pela matéria.
- O problema da dualidade onda-partícula;
- Sistematização das radiações no espectro eletromagnético e sua utilização pelas tecnologias a elas associadas (por exemplo, em laser, emissão e absorção de luz, fluorescência e fosforescência, etc.).

Núcleo atômico e radioatividade

- Transformações nucleares que dão origem à radioatividade e o reconhecimento de sua presença na natureza e em sistemas tecnológicos;
- A natureza das interações e a dimensão da energia envolvida nas transformações nucleares para explicar o seu uso (por exemplo, em indústria e medicina);
- Radioatividade e radiações ionizantes e não-ionizantes: efeitos biológicos, ambientais e medidas de proteção

Fatores econômicos e sociais como custo, disponibilidade e hábitos alimentares têm tradicionalmente influenciado a escolha do consumidor. Neste sentido, esclarecimentos a respeito da irradiação, proposta como uma alternativa na conservação de alimentos, é um assunto atual, uma vez que seu uso comercial tem sido lento em função de interpretações controversas por parte dos consumidores.

Em uma pesquisa com estudantes de ensino médio a respeito do tema radiações, Prestes et al. (2008) apontam que antes da instrução os estudantes têm noções vagas e desarticuladas sobre radiações.

Menos de metade dos alunos reconhece o símbolo de substância radioativa. A maioria já ouviu falar de raios X e de raios ultravioleta, crê que as radiações podem ser percebidas pelos sentidos, sem especificar quais radiações e quais sentidos, e entende que os efeitos das radiações sobre os organismos vivos dependem apenas destes organismos e de suas diferenças intrínsecas. Nenhum dos estudantes sabe a diferença entre radiação ionizante e não-ionizante. Cerca de um terço aponta prejuízos das radiações. A maioria tem conhecimento de aplicações das radiações, em especial as médicas e as bélicas. Seu uso na eletrônica, na indústria e na geração de energia é menos citado. A maioria dos respondentes considera a irradiação em alimentos perigosa, desconhecendo seu potencial para diminuir brotamento, apodrecimento, contaminação por pragas e para garantir a qualidade de alimentos por mais tempo. Metade dos respondentes percebe que os raios X têm associados não apenas benefícios, mas possíveis prejuízos. (PRESTES, CAPPELLETTO *et al.*, 2008)

O autor conclui a partir dos questionários que o tema desperta o interesse dos alunos, os quais “demonstraram curiosidade em saber mais sobre o tema radiações, entender a diferença entre radiação ionizante e não-ionizante, conhecer os tipos de radiação, saber sobre seus benefícios e prejuízos, conhecer as tecnologias que usam radiação e estudar o tema em aula (PRESTES, CAPPELLETTO *et al.*, 2008).”

Ornellas et al.(2006) realizaram um levantamento do nível de conhecimento e aceitação da irradiação de alimentos, na cidade de Belo Horizonte (MG). Os resultados indicaram que

59,6% dos entrevistados não sabiam que a irradiação é um método de conservação de alimentos e não souberam responder se consumiriam produtos irradiados, 16% acreditam que alimentos irradiados significam o mesmo que alimentos radioativos. Além disto, 89% dos entrevistados consumiriam alimentos irradiados se soubessem que a irradiação aumenta a segurança alimentar (CLÉIA BATISTA DIAS ORNELLAS, MARIA PAULA JUNQUEIRA GONÇALVES *et al.*, 2006).

Ambos os trabalhos demonstram a atualidade e pertinência do tema para o aluno de ensino médio.

Atualidade do tema e diversidade de posicionamento da população pode ser analisada em uma série de comentários postados a respeito da notícia da normatização da irradiação de alimentos no Brasil no dia 6 de setembro de 2011, no blog do caderno agrícola do jornal O ESTADO DE SÃO PAULO (ANEXO F).

Objetivos do Caso (IA)

Com os questionamentos que a análise do Caso promovesse nos meus alunos, pretendia tornar mais significativa a aprendizagem dos conteúdos de física previstos no bimestre e outros que aparecessem na produção escrita e na discussão do Caso. Além das aprendizagens prometidas na literatura sobre a ABC e das inúmeras perguntas críticas incluídas neste Caso.

Em síntese, o trabalho deveria suscitar questões e dúvidas a serem respondidas ao longo do bimestre ancorando as situações de aprendizagem do bimestre no Caso, como atividades de seguimento. Em linhas gerais, os mesmos do Caso BQ.

5.2 Elaboração do Caso IA

Uma vez escolhido o tema, irradiação de alimentos, elaborei o seguinte enredo para o Caso: A carta de uma avó aflita que recorre ao neto – estudante de física na universidade – solicitando o esclarecimento de algumas dúvidas sobre irradiação de alimentos; caberia ao aluno escrever uma carta resposta à avó, posicionando-se a favor ou contra a irradiação, frente a um contexto concreto expresso no Caso: pequenos proprietários rurais sendo prejudicados na venda de seus produtos, frente à concorrência dos alimentos irradiados qualificados como melhores para o consumo.

Procurei algumas referências na internet opinando a favor e contra a irradiação de alimentos para ter uma ideia das perguntas críticas a elaborar.

Com este enredo em mente escrevi o Caso Irradiação de alimentos que meus alunos alcinham de o Caso da carta da vó.

5.3 O Caso IA

Caso Irradiação de alimentos

Irradiação de alimentos:

Um Caso de Ensino para Explorar o Conceito de Radioatividade

Por Valter César Montanher-Professor de Física

E. E. Adalberto Nascimento-Campinas-SP



Carauarai, 24/08/2010

Caro Carlos,

Há muito que não nos vemos; estou com saudades.

Desculpe-me incomodá-lo com esta carta.

A questão que descreverei abaixo está afligindo seu avô e a mim.

Desde que seus pais morreram e você partiu de Carauari, indo morar com sua tia em Campinas, lá se vão 10 anos, sobrevivemos do que produz a fazendinha que seu pai nos deixou em herança.

O pessoal da cooperativa tem nos ajudado a plantar, colher e vender. Apesar do pouco estudo das pessoas daqui, tudo ia muito bem, sem maiores preocupações.

Desculpe-me tomar tanto o seu tempo, mas aconteceram coisas preocupantes nestes últimos meses.

Um grupo de estrangeiros comprou algumas glebas de terra aqui perto, onde plantam frutas, verduras e criam gado. Causou-nos certa estranheza tamanha produção, dada a dificuldade em levar os produtos daqui para vender em Manaus ou Rio Branco, as estradas são péssimas e, com o calor e a demora no transporte, chega tudo estragado.

Neste meio tempo o pessoal do posto de saúde descobriu algo perturbador.

Eles estão colocando radioatividade nos alimentos! Alegam que isto mata os bichos e as frutas duram mais fora da geladeira, podem assim vender a maior parte da produção para o exterior e centros urbanos distantes.

Procuramos nos informar com uns textos que obtivemos sobre o assunto, porém, ficamos ainda mais confusos. Cada um diz uma coisa; envio os textos para que os leia.

Não estamos conseguindo vender mais, tem gente que comprava da cooperativa que só tá comprando o tal irradiado, dizem que dura mais e não têm bicho, seu avô pensa até em vender as terras.

As perguntas que nos intrigam são as seguintes:

O que é um alimento irradiado?

Há diferença entre irradiar o alimento e esquentá-lo no micro-ondas?

É comum as pessoas comerem alimentos irradiados aí na cidade grande?

Você comeria alimento irradiado?

Como posso saber se um alimento é irradiado ou não?

Se eu comer o alimento irradiado, vou ficar radioativo?

Se eu plantar uma semente irradiada, o alimento vai nascer já irradiado?

É verdade que o alimento irradiado não precisa nem lavar?

Quais os efeitos da radiação sobre o sabor, cor e textura do alimento?

Fale com seus amigos da universidade para ajudar a gente daqui. Todos na cooperativa aguardam sua resposta, prometi a eles que lerei sua carta na assembleia assim que chegar.

Um abraço de sua avó,

Deolinda.

PROPOSTA DE TRABALHO

Teremos duas aulas para trabalhar este Caso.

Primeira aula: 24 ou 26 de agosto

Leitura do Caso (15 min.).

Discussão com o seu grupo e organização das providências a tomar (15 min.).

(Deixarei alguns textos sobre o assunto na biblioteca).

Segunda aula: 21 ou 23 de setembro

Leitura de algumas cartas (e devolução)

Discussão entre os grupos da sala, cada um dando sua opinião.

Elaboração de uma carta resposta pelo grupo.

Contexto da carta:

Você é aluno do último ano de física na UNICAMP e tem que ajudar os seus avôs e os amigos da cooperativa que moram em Carauari no Amazonas.

Após discutir com seus amigos e professor sobre o assunto, escreva uma carta explicando as dúvidas para sua avó e os cooperados.

Lembre-se de que eles já leram alguns textos sobre o assunto (os textos discutidos em aula) e, mesmo assim, estão confusos. Sua opinião é importante para eles, confiam em você.

Observe que é uma carta para uma avó aflita, não é para responder um questionário, mas, explicar as questões, dando sua opinião fundamentada nos textos, na discussão em aula, etc.

Para redigir sua carta pode utilizar também outras referências que encontrar, sugerimos algumas no fim do texto.

A carta é individual, podendo ser manuscrita ou digitada.

Deve ser entregue pessoalmente ou pelo e-mail: ycmontanher@gmail.com até o dia 14 ou 16 de setembro, junto com uma narrativa com o tema: Como resolvi o Caso?

Os textos de referência do Caso IA

Deixei à disposição cópias dos textos sugeridos (MEDEIROS, 2005; **ENTREVISTA - Eric Marchioni**, 2006; CITIZEN, 2006; TÉBÉKA e HALLWASS, 2007), na biblioteca da escola para fotocópia, ou em formato digital enviado por e-mail, para quem assim o desejasse. Na Tabela 9 apresento o título, número de páginas e a fonte.

Texto	Referência	Número de páginas	Fonte
1º	A irradiação de alimentos e as famílias de agricultores.	2	www.citizen.org/cmep
2º	Radiações Nucleares: Histórico e Aplicação Industrial na Preservação de Alimentos.	2	I Congresso Norte Nordeste de Química
3º	Irradiação de alimentos: a tecnologia a favor da saúde.	3	REVISTA BRASIL NUCLEAR, ANO 11, NÚMERO 29,
4º	(MEDEIROS, 2005)A FÍSICA E A IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS.	4	XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física. Rio de Janeiro: Anais XVI SNEF 2005.

Tabela 9 – Textos de referências para o Caso IA

Escolhi os textos através de uma pesquisa aleatória através do Google; o termo de pesquisa utilizado foi “irradiação de alimentos”. Os critérios de seleção foram o número de páginas, credibilidade e posicionamento a favor ou contra a irradiação de alimentos e disponibilidade em formato PDF.

A partir daí selecionei os primeiros quatro textos que atendiam os critérios de seleção disponíveis no formato PDF, os quais poderiam ser enviados por e-mail. Com isto pensava em manter certa aleatoriedade, próxima a uma situação de pesquisa feita por alunos que muitas vezes se apropriam de informações disponíveis na rede com pouco rigor no critério confiabilidade da informação.

O primeiro texto é uma entrevista publicada na revista da ABEN - Associação Brasileira de Energia Nuclear e considereirei que o aluno o aceitaria como fonte fidedigna, são três páginas em que se é favorál à irradiação de alimentos.

1º TEXTO DE REFERÊNCIA DO CASO IA

2/08/2009

ABEN - Associação Brasileira de Energia Nuclear

Publicações : [Revista Brasil Nuclear](#) | [Fonte Nuclear](#)

ENTREVISTA - Eric Marchioni

REVISTA BRASIL NUCLEAR, ANO 11, NÚMERO 29,

Irradiação de alimentos: a tecnologia a favor da saúde

"A irradiação é um processo de tratamento de alimentos que não traz nenhum risco para o consumidor"

Quais são as vitaminas que estão presentes nos alimentos e como elas agem no organismo humano são algumas das questões que Eric Marchioni, professor de Química da Faculdade de Farmácia da Universidade Louis Pasteur, em Strasbourg (França) está empenhado em responder. Atualmente trabalhando em programas de alimentos nobres, o professor também se dedica à avaliação dos efeitos provocados por componentes específicos como, por exemplo, o fitosterol (proveniente das plantas e vegetais e que seria o equivalente ao colesterol) que as indústrias alimentícias estão adicionando aos produtos com o intuito de proporcionar maior bem-estar aos consumidores. Segundo Marchioni, o fitosterol poderá ser um forte aliado no combate a doenças cardiovasculares e cancerígenas. "Estudos demonstraram que o fitosterol reduz a incidência de câncer do cólon, mas ainda há muitas pesquisas a serem feitas nesse sentido. Muitas indústrias já estão adicionando fitosterol nos alimentos no sentido de auxiliar a reduzir as ocorrências de doenças cardiovasculares, mas é importante verificar até que ponto esse procedimento não estará, na verdade, aumentando o teor tóxico dos produtos", explica.

Especializado nos métodos de análises dos alimentos, o professor Marchioni também é um profundo conhecedor da irradiação de alimentos, somando mais de dez anos de experiência na área e tendo escrito vários livros sobre o tema. E é sobre esse assunto que ele fala nesta entrevista exclusiva à Brasil Nuclear, realizada durante o Inac 2005, do qual Eric Marchioni participou como palestrante.

A tecnologia de irradiação de alimentos avançou nos últimos anos? Quais foram as principais mudanças?

Em termos de técnicas de irradiação, uma das inovações é uma máquina poderosa, comercializada por uma empresa da Bélgica, que opera de duas formas. A primeira é através da aceleração de elétrons, de forma bastante potente. A outra, é utilizando os elétrons, fazendo-os incidir em alvo metálico gerando raios X. É uma grande inovação porque permite à indústria utilizar o acelerador de elétrons com grande poder e, com isso, obter uma boa qualidade na irradiação de produtos. Dessa forma não teremos mais problemas administrativos para obter autorização para trabalhar com fontes de Cobalto e outras dificuldades do tipo. Com o acelerador de elétrons é possível obter os aspectos positivos da tecnologia, sem a utilização de material radioativo.

Como é feita

essa conversão?

A eficiência da conversão de um processo para outro é físico. Não é preciso trocar de máquina. Com isso se obtém uma baixa eficiência de conversão, mas um altíssimo poder de penetração dos raios X. É aceitável perder um pouco de eficiência, mas se aumentarmos a energia do acelerador de elétrons, sua potência será muito maior. Se aumentarmos duas vezes mais a energia, teremos quatro vezes mais potência. Mas, isso pode ser um pouco perigoso. A questão é que se aumentarmos a energia, também aumentará a possibilidade de reação fotonuclear. Então é preciso tomar alguns cuidados no que se refere à segurança do processo. Estudos atuais estão sendo feitos para verificar o máximo de energia que se pode usar. Pode-se aumentar muito a energia e, com isso, se terá grande ganho de eficiência no processo de conversão. Mas ainda é necessário que sejam feitos mais estudos na indústria de irradiação de produtos no que tange às máquinas, aos objetivos pretendidos e, também, em relação aos resultados.

Quais são os principais benefícios propiciados pelo uso do acelerador de elétrons?

Obtém-se maiores ganhos, vantagens e eficiência ao se utilizar o acelerador de elétrons, em comparação à irradiação com o Cobalto 60. Essa máquina específica chama-se Rodotron e é o que há de mais moderno atualmente. A França desenvolveu o Rodotron, mas transferiu a tecnologia para uma empresa belga, que paga a patente e produz esse tipo de máquina. Alguns desses equipamentos já estão em operação em países como a Suíça, o Japão e a Alemanha. Esse acelerador de elétrons pode ser usado, na indústria, para irradiar polímeros, e também pode ser utilizado para irradiação de alimentos e para esterilização de materiais cirúrgicos, porque as máquinas são potentes e versáteis.

E com relação à detecção de alimentos irradiados, quais são as novidades?

Cada vez mais os consumidores querem saber o que estão comendo. Eles querem ter o poder de decidir se irão consumir produtos irradiados ou produtos não irradiados. Por isso, é necessário que isso esteja especificado nos rótulos e nas embalagens dos produtos. É um direito do consumidor decidir o que quer, de acordo com suas preferências e crenças. Algumas pessoas ainda apresentam resistência a adquirir produtos irradiados. Hoje, existem dez métodos oficiais para detectar se determinado alimento foi irradiado. São dez métodos para identificar um único processo. Eu não conheço nenhum outro processo, utilizado na área de alimentação, que apresente tantos métodos de controle. E é importante ressaltar que a irradiação é um processo de tratamento de alimentos que não traz nenhum risco para o consumidor.

Esses métodos são eficientes?

É possível identificar os alimentos que foram irradiados com grande eficiência. Mas atenção: apenas alimentos que foram irradiados. Alguns alimentos são compostos de um mix de produtos, como condimentos e outros ingredientes que podem ter sido processados por radiação, e isso não é possível detectar. Os métodos empregados não conseguem detectar se um determinado componente do alimento em questão foi irradiado porque a porcentagem de irradiação, nesses casos, é extremamente pequena. Mas existem outros métodos mais sofisticados que permitem verificar o nível do processamento por radiação nos componentes dos alimentos, para controle e para efeito de constar essa informação no rótulo dos mesmos. Se a empresa quiser saber, ela terá como identificar.

Mas, na minha opinião, porque alguém precisaria saber disso? De que adianta o consumidor saber, por exemplo, que aquele salame que ele está comprando tem 0,02% de um componente processado por radiação? Qual a utilidade disso? Não faz sentido a empresa gastar tanto dinheiro para analisar uma série de componentes dos produtos, cujo nível de mistura destes componentes processados por radiação é tão baixo. Claro que é um direito do consumidor saber, e também, há leis que determinam essa exigência. E, se os políticos quiserem isso, nós temos algumas possibilidades a oferecer para se detectar a irradiação de alimentos.

Quais países estão mais avançados em termos de irradiação de alimentos?

A França e os países do sul da Europa têm uma aceitação muito maior dessa tecnologia do que os países do norte europeu, como Alemanha, Finlândia, Holanda, etc. Utiliza-se mais a tecnologia para irradiar especiarias e condimentos, além de grãos para exportação. Na Europa, a irradiação de alimentos está diminuindo porque os supermercados não querem vender os produtos que foram submetidos a esse processo. Eles temem perder os consumidores por causa disso. Por isso, eles preferem produtos que não foram irradiados e, também, os que não possuem componentes que foram irradiados. A indústria não tem esse temor e nem essa visão, mas os comerciantes, sim. Isso está levando as empresas fabricantes de alimentos a investir num outro tipo de processo de tratamento de especiarias e condimentos - um processo de esterilização por vapor. Mas o custo é muito superior, e à medida em que você submete algumas especiarias ao vapor, perdem-se alguns componentes aromáticos e, por isso, as empresas acabam usando uma quantidade maior do produto para obter o mesmo gosto. Hoje, a Europa é uma união de países, e se uma indústria decide lançar um novo produto alimentício, por exemplo, ela sabe quais são os países mais ou menos resistentes à irradiação de alimentos e pode utilizar diferentes abordagens para comercialização nesses mercados. Uma empresa francesa, fabricante de queijo, decidiu não utilizar mais condimentos mas, sim, extratos de condimentos livrando-se, assim, da questão de se o condimento foi ou não irradiado, ou se passou por algum outro processo de esterilização. Ela usa um extrato natural, o que é mais simples, e não causa problemas emocionais nos comerciantes que ainda são resistentes à tecnologia nuclear.

Por que existe ainda tanta rejeição quanto à irradiação de alimentos? As pessoas ainda são muito mal informadas a respeito?

Eu não acho que seja um problema de ignorância sobre o assunto. Acho que trata-se de um problema emocional. As pessoas têm crenças e opiniões e, algumas vezes, essas opiniões não têm base científica. E elas têm escolhas. Eu me lembro de uma ocasião em que duas belas jovens universitárias visitaram meu laboratório. Eu pedi a elas que escolhessem entre dois produtos: um que tinha sido irradiado e outro não irradiado. Mas as avisei que aquele que não tinha sido irradiado estava contaminado com a bactéria Salmonela e o que tinha sido irradiado estava livre dessa bactéria e bom para o consumo. As duas escolheram aquele que não tinha sido irradiado, mesmo sabendo que estava contaminado. Claro que não permiti que elas consumissem o alimento contaminado, porque ficariam doentes. Mas essa é uma prova de que há um componente emocional importante que leva as pessoas a rejeitar a irradiação. E não eram pessoas incultas. Ambas tinham nível universitário.

Quais são os benefícios da irradiação de alimentos?

O maior benefício é a eliminação de várias bactérias patológicas. Nos EUA, há sérios casos de contaminação de alimentos pela bactéria E.Coli, e isso faz com que sejam destruídas várias toneladas de comida. Isso é um problema sério. Um estudo realizado naquele país revelou que, no período de um ano, 14 milhões de pessoas sofreram intoxicação alimentar, que levaram a 60 mil hospitalizações e resultaram em 1,8 mil mortes. Na França, temos o mesmo problema com a bactéria Listéria, muito comum nos queijos que são bastante consumidos, e também problemas com a Salmonela, que contamina a carne de frango, entre outros. A irradiação não é capaz de resolver todos esses problemas, mas pode contribuir para reduzi-los. Na África, existem problemas sérios de contaminação de alimentos, e isso está por toda parte. Poderíamos ajudar esses países através da esterilização de alimentos pela tecnologia nuclear e, com isso, eliminar as patogenias presentes nas carnes e em vários alimentos. Em minha opinião, a irradiação poderia ajudar esses países a produzir maior quantidade de comida saudável e segura, e também contribuiria para que pudessem exportar para os países ditos desenvolvidos. Eles poderiam vender produtos para a Europa, Ásia e América e obter mais dinheiro. A tecnologia também possibilita aumentar o tempo de prateleira de alguns produtos.

Que produtos não se pode irradiar?

Isso depende do processo a que são submetidos e, também, do tipo de alimento. Em alguns casos, não vale a pena, irradiar um produto menos nobre e de produção fácil e abundante, porque a irradiação é um processo caro. Um exemplo é o Japão, que irradia batatas. Não há sentido nisso, porque o preço da batata é muito inferior ao do processo de irradiação. Deve-se usar a irradiação para produtos de alto valor agregado, como condimentos e carnes. Os industriais e produtores investem muito dinheiro no processo produtivo, em maquinário e outros itens, e querem obter um retorno rápido do investimento. Mas, quando falamos do controle de contaminações em países como os da África, a tecnologia poderia ajudá-los. Apesar de o processo de irradiação ser caro, e isso acabar impactando no preço final dos alimentos, seria altamente compensador. Quanto aos alimentos que não devem ser

irradiados, há alguns como, por exemplo, o amendoim. Para eliminar as microtoxinas, comuns nesse tipo de alimento, a dose

necessária de irradiação é muito alta, e isso acelera a degradação do alimento. Isso, porque esse produto contém uma dose alta de óleo, de gordura. O mesmo ocorre com o leite. Quando se irradia o leite puro, ocorre uma quebra dos compostos, formando o ácido butílico, que altera o sabor. Por outro lado, o mesmo não ocorre com o queijo, que apesar de ser derivado do leite, é um alimento mais seco e tem a composição diferente. Quanto menos gordura, melhor. Em produtos ressecados, pode-se utilizar uma dose maior de radiação, e o sabor é menos alterado. O processo de irradiação é adequado, em muitos casos, mas não é algo mágico, no sentido de que não propicia a melhora da qualidade do produto. Trata-se de uma ferramenta para ser empregada em um objetivo específico. Existem muitos outros processos para conservação de alimentos, como o de redução de temperaturas com uso de nitrogênio, mas que são muito caras e, em muitos casos, inviabilizam sua aplicação. E, em muitos casos, a irradiação é o processo mais adequado e viável economicamente. No caso dos queijos, por exemplo, a irradiação possibilita a descontaminação de bactérias, como a *Listéria*. Na realidade, a irradiação se dá apenas na superfície do alimento, onde a bactéria se localiza. Esse é apenas um exemplo de inúmeras possibilidades e soluções que podem ser empregadas. É importante estudar e avaliar todas as possibilidades de forma a poder disponibilizar e propor novas alternativas para a indústria, que sejam viáveis economicamente.

Essa tecnologia, de modo geral, ainda é muito cara para fins comerciais?

Não disponho de números no momento, mas trata-se de um processo ainda dispendioso. Há custos altos em termos de investimentos em equipamentos, e em recursos humanos. Mas, depende de cada país e há vários estudos para viabilizar seu uso.

Existe muita discrepância no estágio em que o Brasil se encontra, em termos de desenvolvimento da tecnologia de irradiação, em comparação à Europa?

Eu não vejo por quê deveria haver alguma diferença no nível de conhecimento dessa tecnologia. Existe muito intercâmbio entre os cientistas no mundo todo. Em geral, o desenvolvimento ocorre primeiro nos países desenvolvidos, que dispõem de mais recursos financeiros e tecnológicos (equipamentos mais modernos). Mas há sempre muita troca de conhecimento, especialmente entre a França, a Alemanha e o Brasil.

Na sua opinião, o que deveria ser feito para aumentar o uso da irradiação de alimentos?

Os jornalistas e a mídia têm um papel fundamental no que se refere a informar mais, e melhor, o público sobre o que é a tecnologia e os benefícios que pode propiciar. Da parte dos cientistas, nós estamos tentando auxiliar as pessoas a encontrar outros tipos de aplicações dessa tecnologia. Por exemplo, temos tido grande contato com a África do Sul, que enfrenta problemas relativos à fome. Com a irradiação, pode-se aumentar o valor nutricional de alguns alimentos. Os cientistas da África do Sul estão trabalhando nisso. Nosso papel é o de descobrir e propor novas e diferentes aplicações da tecnologia e promover seu uso. Na França, não se utiliza a palavra irradiação. O nome usado para isso é ionização, que na realidade é o mais preciso. Porque, quando se faz a irradiação com raios Gama, na verdade está se removendo alguns elétrons do átomo. E o termo ionização, além de ser mais preciso e mais correto, também tem um peso emocional menor.

O que mais acha
importante acrescentar?

Na minha avaliação, a irradiação de alimentos é certamente o único processo que tem sido muito estudado no mundo do processamento de alimentos, sob o ponto de vista da segurança, da toxicologia, da adequação e do valor nutricional. É uma tecnologia que tem sido analisada e estudada de forma profunda, intensa e longa por vários cientistas no mundo todo. Daqui para frente, acredito que se utilizará menos os irradiadores a base de Cobalto 60, substituindo-os por máquinas aceleradoras de elétrons, cujos resultados são os mesmos.

O segundo texto é uma entrevista publicada na internet por uma entidade que pretende promover a cidadania através da discussão de temas polêmicos, é mais curto que o anterior, duas páginas, e é contra a irradiação de alimentos. Como não é identificado o entrevistado nem tão pouco o entrevistador, estimei que os alunos tomariam este texto como pouco confiável.

2º TEXTO DE REFERÊNCIA DO CASO IA



A irradiação de alimentos e as famílias de agricultores. A revolução industrial deu início ao declínio da estabilidade da agricultura familiar em todo o mundo. Agora, os últimos estágios da Era Nuclear e a Revolução Verde ameaçam terminar de vez com ela.

P: O que é irradiação de alimentos?

R: A irradiação de alimentos é o tratamento dos alimentos com altas doses de cobalto 60 radioativo ou cézio 137 ou uma aproximada velocidade de elétrons disparados por aceleradores lineares - o equivalente a centenas de milhões de raios X. A irradiação estabelece uma reação em cadeia na comida, modificando sua estrutura molecular e seu conteúdo nutricional. Os proponentes da irradiação defendem que ela torna o alimento mais seguro matando bactérias, mas a irradiação cria componentes químicos não identificados que nunca foram comprovados como seguros para o consumo humano.

P: Os consumidores querem alimentos irradiados?

R: Os consumidores não querem alimentos irradiados. Eles prefeririam que os alimentos fossem produzidos em condições higiênicas, de forma a evitar a infestação de bactérias ao

invés de irradiar depois que a infestação já ocorreu. Há numerosas preocupações com a saúde, associadas aos alimentos irradiados. O conteúdo nutricional é alterado, assim como a quantidade de proteína. Além disso, os cientistas na Europa e nos Estados Unidos encontraram animais de laboratório que comeram alimentos irradiados em sérias condições de saúde – incluindo morte prematura, anomalias genéticas, problemas reprodutivos, sistemas imunológicos reprimidos e muitas outras doenças. Evidências recentes ligam subprodutos químicos formados em alimentos irradiados ao desenvolvimento de câncer e tumores em ratos, e anomalias genéticas em células humanas.

P: Eu sou um pequeno agricultor familiar. Por que eu deveria estar preocupado?

R: A irradiação de alimentos, assim como os organismos geneticamente modificados e o agribusiness multinacional, ameaça o seu modo de vida. A irradiação é uma ferramenta vital para as corporações que dependem da produção no mundo em desenvolvimento e das fazendas automatizadas para fazer seus lucros. A irradiação pode estender drasticamente a vida de prateleira de alimentos, matar insetos invasores e mascarar a contaminação dos produtos da carne. Isso facilita o comércio internacional de alimentos e leva lucros mais altos para os grandes produtores industrializados que se transferem para o mundo em desenvolvimento.

Isto poderia devastar agricultores familiares, já que a produção é trocada para o Hemisfério Sul e as importações baratas inundam mercados europeus e americanos sob os acordos de livre comércio da Organização Mundial do Comércio. Agricultores familiares e pequenos produtores no Norte não poderão competir com a produção estrangeira e as grandes fazendas-fábricas que conduzem seus preços abaixo dos seus custos de produção. Simultaneamente, os fornecedores de alimentos no Sul não poderão competir com as exportações baratas e então a sua terra e trabalho irão tornar-se suscetíveis às joint ventures que cultivam produtos tropicais para colheitas lucrativas.

A relação comercial entre o Brasil e a Europa é um ótimo exemplo. A tabela a seguir detalha a relação do Brasil com irradiação e a União Européia (EU)¹. O governo brasileiro aprovou a irradiação de todas as categorias de alimentos, desde nozes ao peixe, à banana, em qualquer dose. Pelo menos 11 unidades de irradiação existem no Brasil e mais estão sendo construídas. O Brasil também é líder de exportação de frutas para a União Européia. Se a comida irradiada importada pode entrar na União Européia sob políticas comerciais multilaterais neoliberais, os pequenos produtores estarão ameaçados pela redução dos preços e o estímulo à produção estrangeira por grandes agribusiness.

¹ “União Comercial externa e intra-européia. Comissão Européia”, 2002. p. 74

A irradiação, ao favorecer grandes fazendas corporativas, avançando a industrialização agrícola. A agricultura industrializada usa quantidades massivas de herbicidas e antibióticos para aumentar a produção. Pequenas fazendas, que não produzem de forma barata a granel são expulsas do mercado. A irradiação dá mais poder ao agribusiness corporativo sobre o

fornecimento global de alimentos.

P: Quem está impulsionando a irradiação?

R: Esta lista detalha agências, países e corporações que endossaram a irradiação de alimentos.

1. Agências:

- a. A Agência de Energia Atômica Internacional da ONU, é responsável por encorajar países a adotarem tecnologias nucleares pacíficas, incluindo a irradiação. Não está preocupada com a saúde e segurança pública, somente com a preservação da indústria nuclear.
- b. A Organização Mundial da Saúde supostamente protege os padrões globais de saúde. Tem se socorrido em um punhado de estudos defeituosos para declarar a segurança dos alimentos irradiados, enquanto ignora evidências significantes com relação aos perigos dos alimentos irradiados.

2. Líderes da Indústria de irradiação

- a. Titan/Surebeam está baseada em San Diego, na Califórnia, e é famosa pelo desenvolvimento do “Sistema de Defesa Guerra nas Estrelas da América”. A Surebeam, que se originou como uma subsidiária de irradiação da Titan, comercializa irradiadores em todo o mundo, inclusive no Brasil.

Unidades de irradiação no Brasil Unidades de irradiação propostas para serem construídas no Brasil	11
Legislação sobre irradiação no Brasil	21
União Europeia importa frutas e vegetais do Brasil, ano 2000 (em bilhões de euros)	1.006

- b. A Tech Ion é a companhia líder em irradiação operando no Brasil. Usa o cobalto 60 radioativo nas suas unidades de irradiação.
- c. Gammaster was founded in 1968 na Holanda. Agora tem unidades de irradiação em todo o mundo, incluindo a França, Alemanha, Irlanda, Suécia e Holanda.
- d. IBA: IBA se posiciona como “uma resposta a todas as questões de segurança”. Controla cerca da metade do mercado de irradiação internacional (um faturamento global de aproximadamente 225 milhões de euros) com 37 unidades nos Estados Unidos, Europa e Ásia.

Para mais informações, entre em contato:

O terceiro texto é um artigo do I Congresso Norte Nordeste de Química que discute a aplicação das radiações nucleares na indústria e na preservação de alimentos. Além de apresentar uma breve introdução histórica, também é curto, duas páginas, e é a favor da irradiação de alimentos.

3º TEXTO DE REFERÊNCIA DO CASO IA

I Congresso Norte Nordeste de Química

Radiações Nucleares: Histórico e Aplicação Industrial na Preservação de Alimentos

Iris Raquel Maia Tébéka* (IC) e Fernando Hallwass (PQ)

*** escrevapramim@gmail.com**

Universidade Federal de Pernambuco – Departamento de Química Fundamental – Av. Prof. Luis Freire, s/n.Cidade Universitária - Recife - PE

Palavras Chave: radiações nucleares, irradiação de alimentos.

Introdução

Em 1895, Wilhelm G. Röntgen acidentalmente descobriu os raios X, o que levou ao estudo dessa radiação por diversos pesquisadores, dentre os quais Antoine H. Becquerel, que três anos depois descobriria a radioatividade. Essa descoberta tornou-se a pedra fundamental de sucessivas pesquisas e avanços importantes, traçando a história da Química Nuclear e de suas aplicações. Em 1900, o físico neozelandês Ernst Rutherford e o casal franco-polonês Pierre e Marie Curie identificaram as partículas. Paralelamente, o francês Paul Villard descobria a radiação γ . Em 1903, Rutherford formulou o conhecido modelo atômico, hoje conhecido como "planetário", prevendo a presença de um núcleo central em todos os átomos. Segundo ele, este núcleo seria capaz de emitir partículas e, assim como, radiação quando instável, sugerindo então que alguns elementos eram naturalmente radioativos. [1]

Posteriormente, em 1934, o casal Irène Curie e Frédéric Joliot descobriu a radioatividade artificial, através do bombardeamento com partículas de uma folha de alumínio, levando à criação do ^{30}P , um radioisótopo inexistente na natureza. A partir dessa descoberta, as radiações e emissões nucleares, tanto naturais quanto artificiais passaram a ser estudadas com mais afinco do ponto de vista tecnológico, e mais especificamente para aplicações industriais.

Entretanto, um real investimento financeiro na pesquisa nuclear somente se deu no final da década de 1930, movido por interesses bélicos: iniciava-se a II Guerra Mundial. A História então revelou que o progresso científico, quando não aplicado de forma pacífica, pode ser devastador, o que foi claramente ilustrado em 1945, com os episódios de Hiroshima e Nagasaki. Outras tragédias nucleares ocorreram desde então, não menos devastadoras, como o acidente nuclear de Chernobyl, na Ucrânia, em 1986 e o acidente radioativo de Goiânia, no estado de Goiás, no ano seguinte.

Em detrimento da alta periculosidade da tecnologia envolvida, a energia nuclear continuou sendo estudada e aplicada na construção de usinas geradoras de energia, que entre as décadas de 1970 e 1990 apresentavam-se como um bom método alternativo de geração de energia elétrica, sobretudo em substituição às usinas termoeletricas e hidroelétricas. Em termos ambientais, as desvantagens logo mostraram ser tão ou mais significativas quanto todas as vantagens trazidas por esta tecnologia, visto não ter sido possível estabelecer-se um meio seguro de descarte ou armazenamento em longo prazo do lixo radioativo produzido na geração de energia.

Atualmente, se a obtenção de energia elétrica a partir de reações nucleares já não é mais tão bem aceita, o mesmo não pode ser afirmado de diversas outras aplicações tecnológicas-industriais das radiações nucleares, tais como na Medicina, em métodos de diagnósticos, na Arqueologia, em técnicas de datação, na Química, em determinados métodos analíticos, na preservação de alimentos por irradiação, entre outros ramos de aplicação.

Segura, econômica e eficiente, a esterilização de alimentos através de radiação nuclear – ou ionizante – é uma técnica cuja aplicação industrial vem se desenvolvendo intensamente nos últimos 15 anos. Neste processo de preservação de alimentos, duas fontes de radiação podem ser utilizadas: raios γ , oriundos de um isótopo radioativo, como o ^{60}Co , método mais largamente utilizado, feixes de elétrons obtidos com o uso de aceleradores de partículas de alta energia ou ainda, mais raramente, raios X. [2] Neste trabalho, objetivou-se estudar o histórico das radiações nucleares e detalhar o método de preservação de alimentos por irradiação, assim como as implicações sanitárias deste método e a relação custo-benefício do mesmo.

Resultados e discussões

A irradiação de alimentos com radiação ionizante promove a melhor conservação dos mesmos, impedindo ou inibindo processos de deterioração tais como brotamento em bulbos e tubérculos, amadurecimento precoce de frutas e legumes e o desenvolvimento de parasitas e microorganismos patogênicos (Figura 1a e 1b), bem como promovendo a desinfestação de grãos e cereais e a esterilização de produtos sem a necessidade de aquecimento. Em geral, o processo de irradiação acarreta alterações químicas mínimas nos alimentos, mas nenhuma das alterações conhecidas é nociva ou perigosa, motivo pelo qual a Organização Mundial da Saúde – OMS – recomenda a aplicação e o uso da irradiação de alimentos. [3]

A irradiação de alimentos é uma tecnologia mundialmente utilizável, justificando vantagem ambiental associada a este método se comparada com métodos convencionais. Um atributo

importante refere-se à economia de energia requerida pelo processo de esterilização, cerca de 50 vezes mais eficiente energeticamente que a maioria dos métodos tradicionais. Esta redução energética representa não apenas uma vantagem econômica, mas também ambiental, pois implica numa menor emissão de gás carbônico necessário à geração de energia para tal processo. Este problema é mais expressivo em países Europeus e na América do Norte do que no Brasil, uma vez que a principal matriz energética brasileira advém de centrais hidrelétricas. No entanto, a irradiação é um procedimento pós-colheita, e por isso não dispensa o uso de agrotóxicos no cultivo dos produtos, apesar de substituir aditivos como conservantes e alguns estabilizantes nocivos à saúde.

Em processos que utilizam radiação nuclear, as principais emissões empregadas são as do tipo α , β , γ , nêutrons e raios X. Por possuírem alta energia, os nêutrons não são utilizados nos processos de irradiação de alimentos por serem potenciais formadores de elementos radioativos, efeito indesejável neste caso. Partículas α e β também não são utilizadas para irradiação por possuírem um baixo poder de penetração, razão pela qual a radiação de alta energia e, em alguns casos, os raios X são preferidos. Um inconveniente na utilização de raios X para irradiação é o baixo rendimento relacionado à produção dos mesmos: somente cerca de 4% da energia necessária à produção se converte efetivamente na radiação desejada. [2]

Quando a matéria é atravessada por qualquer forma de radiação ionizante, pares de íons são produzidos e átomos e moléculas são excitados, havendo absorção de parte dessa energia transferida. Estes pares iônicos podem ter energia suficiente para produzir novas ionizações e excitações, as quais são as responsáveis pelos efeitos biológicos das radiações. Os efeitos da radiação não podem ser descritos de maneira geral, para todos os organismos, uma vez que esses efeitos estão relacionados com a natureza do organismo e, principalmente, com a sua complexidade. A correlação da sensibilidade à irradiação é, de maneira geral, inversamente proporcional ao tamanho do organismo. [4]

O processo de irradiação é influenciado pela temperatura, umidade e tensão de oxigênio do meio, assim como pelo estado físico do material a ser irradiado. A eliminação de microorganismos depende também do meio em que se encontram, e da idade fisiológica das células. Por este motivo, para cada produto a ser irradiado são estabelecidos procedimentos específicos, inclusive diferentes doses de radiação. [5]



Figura 1. Uso da irradiação para evitar

- (a) o amadurecimento precoce
- (b) o desenvolvimento de microorganismos que promovem deterioração de alimentos.

Figura 1 - Uso da irradiação para evitar o amadurecimento precoce e o desenvolvimento de microorganismos que promovem deterioração do alimento.

Conclusões

Do ponto de vista histórico, a Química Nuclear deixou mais marcas negativas do que positivas de sua aplicação. Entretanto, os principais investimentos tecnológicos atuais nessa área estão direcionados para a aplicação pacífica das radiações nucleares, tais como a irradiação de alimentos. Este método permite a conservação dos produtos sem a necessidade de aquecimento, principal método atual para esterilização, assim como a prevenção do amadurecimento precoce de frutas e legumes, a desinfestação de grãos e cereais, a inibição do desenvolvimento de microorganismos e agentes patogênicos, entre outros. A irradiação também possui a vantagem de consumir menor quantidade de energia no processo de tratamento dos alimentos se comparado a métodos convencionais.

A radiação mais utilizada no processo de conservação de alimentos é a do tipo γ , mas também são utilizados em menor escala raios X e feixes de elétrons. A incidência da radiação sobre o produto alvo induz a formação de íons dos átomos do material, incluindo-se os microorganismos presentes, levando à alteração biológica dos componentes potencialmente capazes de deteriorar o produto irradiado. Com isso, torna-se possível o armazenamento dos alimentos por um prazo mais extenso, comparado ao armazenamento sem irradiação prévia, dispensando o uso de conservantes químicos muitas vezes nocivos à saúde. A irradiação apresenta-se, portanto, como um método simples e seguro para a preservação e armazenamento em longo prazo de alimentos, além de atender a medidas de preservação ambiental, diminuindo gastos energéticos e riscos sanitários.

Agradecimentos

Os autores agradecem à professora Helen Koury, do Departamento de Energia Nuclear da UFPE, pelas informações acerca das aplicações da radiação ionizante, assim como ao CNPq pelos incentivos financeiros concedidos.

1 Xavier, A. M. *et al. Quim. Nova.* **2007**, 30 (1).

2 <http://www.cena.usp.br/> acessado em Janeiro 2007

3 <http://ipen.br> acessado em Fevereiro 2007

4 Domarco, X. *et al. Sci. Agric.* 1996, 53 (1).

5 Santos, A. F. *et al. Cienc. Tecnol. Aliment.* 2003, 23 (2).

O quarto texto é um artigo do XVI SNEF (Simpósio Nacional de Ensino de Física), que, além de uma introdução histórica, discute vários conceitos relacionados à radiação, a aplicação das radiações na preservação de alimentos, apresentando vantagens e desvantagens. São quatro páginas, nas quais esperava que os alunos elucidassem parte de suas dúvidas a respeito de conceitos citados nos outros textos, podendo ainda obter elementos para de forma ponderada posicionar-se em relação à irradiação de alimentos.

4º TEXTO DE REFERÊNCIA DO CASO IA

A FÍSICA E A IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS

Oliveira, Laura C. ^a [laura@curiango.ipen.br] Medeiros, Ilca M.M.A. ^a [immamed@yahoo.com.br]
Zamboni, Cibele B. ^a [cbzamboni@curiango.ipen.br] Maschio, Marco A. ^{a,b} [lomaschio@ig.com.br]

^a Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN - CNEN - SP

^b Colégio Franciscano João XXIII - São Paulo - SP

Resumo

Este trabalho tem por objetivo descrever os processos físicos que envolvem a irradiação de alimentos, as radiações utilizadas, os efeitos que causam nos alimentos bem como vantagens e desvantagens com relação ao seu emprego.

Introdução

Com a descoberta da radioatividade em 1896, por Henri Becquerel, verificou-se em laboratório que as radiações ionizantes afetavam os sistemas biológicos. Os primeiros experimentos envolvendo a irradiação de alimentos foram realizados em 1899, no Instituto de Tecnologia de Massachussets (MIT-EUA), e alguns anos depois, por volta de 1914 na Europa, inicialmente na Alemanha e França e somente na década de sessenta na URSS e Israel. Esses estudos foram realizados com diversos alimentos e mostraram que a irradiação possuía a capacidade de desinfetar frutos, vegetais e grãos, atrasar sua decomposição, eliminar e/ou diminuir organismos patogênicos bem como aumentar o tempo de prateleira de carnes, frutos do mar, frutas, sucos de frutas sem a necessidade do uso de refrigeração.

No ano de 1963 a FDA (Food and Drug Administration) permitiu a irradiação de trigo e derivados, assim como do bacon, entretanto, os resultados dessas pesquisas não foram animadores, pois o processamento de irradiação provocava alterações que comprometiam a aceitação do produto pelos consumidores. Mesmo assim, as pesquisas com irradiação de alimentos prosseguiram e, paralelamente, diversos órgãos ligados a saúde, como a Organização Mundial de Saúde (OMS), em conjunto com Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) e com a Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA), tem acompanhado os resultados desses estudos através de uma série de reuniões com especialistas de diversos países do mundo. Sim, em setembro de 1997, a conclusão final foi divulgada: a OMS aprova e recomenda a irradiação de

alimentos, em doses que não comprometam suas características organolépticas, sem a necessidade de testes toxicológicos. Atualmente, a irradiação de alimentos já foi aprovada pelas autoridades de saúde em mais de 40 países.

Particularmente no Brasil a legislação sobre irradiação de alimentos existe desde 1985 (Portaria DINAL no. 9 do Ministério da Saúde, 08/03/1985) e apenas uma empresa realiza esse tipo de serviço o Centro de Energia Nuclear para Agricultura (CENA), órgão da Universidade de São Paulo. Já, o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), órgão da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), além de pesquisas na área, realiza trabalhos junto aos produtores, mostrando os benefícios da irradiação de alimentos.

Inicialmente os alimentos irradiados foram servidos a voluntários, astronautas, pacientes imunodeprimidos e militares de várias partes do mundo e hoje faz parte da dieta de grande parte da população mundial. Entretanto, a opinião pública se tornou mais crítica e passou a exigir uma série de explicações, tais como: Os alimentos irradiados são radioativos? A irradiação produz toxinas nos alimentos ou acarreta a perda de nutrientes? As doses de radiação empregadas são seguras para a saúde e para o meio ambiente? Desde então, inúmeras pesquisas vem sendo realizadas, grande parte delas realizadas nos EUA, com intenção de responder a estas questões. Com o intuito de esclarecer estas questões este trabalho discute os mecanismos físicos envolvidos no processo de irradiação.

Processos físicos envolvidos

As formas de radiação utilizadas no processo de irradiação de alimentos provocam ionização, ou seja, criam cargas positivas ou negativas, portanto trata-se de um processo que se passa em nível atômico. A formação dessas cargas resultam em efeitos químicos e biológicos que impedem a divisão celular em bactérias, pois muitas vezes chegam atingir seu material genético.

O alimento quando irradiado não entra em contato direto com a fonte de radiação.

Alem disso, as radiações utilizadas, a saber, Raios Gama, Raios X e Elétrons, não possuem energia suficiente para provocar uma reação nuclear no alimento, e assim não deixam nenhum resíduo radioativo após sua irradiação. Assim, os átomos que compõem o alimento irradiado são momentaneamente transformado em íons positivos, pois perdem elétrons (íons negativo) deslocando-se para o meio, impulsionados pela energia cinética adquirida no processo. Esta

energia, por sua vez, é então dissipada através da interação (colisões) com elétrons de outros átomos, encontrados em sua trajetória, até serem capturados pelas moléculas do meio.

A escolha do tipo de irradiação (Raios Gama, X ou Elétrons) depende do alimento. Os irradiadores de feixe de elétrons podem ter vantagens econômicas sobre irradiadores gama quando a demanda de produtos é grande e o tamanho ou espessura do produto a ser tratado é pequena, como é o caso de grãos. Já, os irradiadores gama são preferíveis quando o produto a ser irradiado possui dimensões maiores, tipo engradados, latas, etc, visto que os raios gama possuem um poder maior de penetração comparativamente aos elétrons.

Efeitos sobre a constituição dos alimentos

A irradiação de alimentos pode induzir a formação de algumas substâncias chamadas de produtos radiolíticos. Estas substâncias não são radioativas e nem exclusivas dos alimentos irradiados sendo que muitas delas são encontradas naturalmente nos alimentos ou produzidas durante o processo de aquecimento (glicose, ácido fórmico, dióxido de carbono). A água, presente em quase todos os alimentos, quando irradiada sofre radiólise (quebra da molécula de água pela radiação) que resulta em alguns produtos primários como: OH^- (radical hidroxila), e^-_{aq} (elétron aquoso), H (átomo de hidrogênio), H_2 (hidrogênio), H_2O_2 (peróxido de hidrogênio), H_3O^+ (próton hidratado), levando à sua ionização e conseqüentemente seu rearranjo eletrônico, o que pode ocasionar a produção de radicais livres. Estes, por serem altamente reativos, interagem quimicamente entre si ou com moléculas próximas e, como conseqüência, novas moléculas podem ser danificadas passando a disputar elétrons com o meio. Portanto, os alimentos sólidos, por possuírem menor quantidade de água, são favorecidos com a irradiação.

Quais são as doses seguras para a saúde

De acordo com a OMS, alimentos irradiados com doses de até 10K Gy não necessitam de avaliação toxicológica ou nutricional.

A dose de radiação é medida em Grays (G) ou quilograys (kGy), onde 1 Gray = 0,001 kGy = 1 Joule de energia absorvida por quilograma de alimento irradiado. Usualmente, para retardar o amadurecimento de frutas, por exemplo, não é necessário mais do que 1 kGy. Já, para inibir o brotamento de raízes e tubérculos (batata, cebola, alho, etc.) a dose necessária varia de 0,05 a 0,15 kGy e para prevenir que os grãos sejam infestados por insetos, 0,1 a 2kGy são suficientes.

Vantagens e desvantagens da Irradiação de Alimentos

Estudos dos possíveis problemas dos efeitos da radiação gama comprovaram que não há efeitos negativos em relação a toxicologia, perda nutricional e geração de microorganismos. Do ponto de vista nutricional, as perdas de glicídios e proteínas são pequenas. Com relação a alimentos com grande quantidade de gorduras, que rancificam com facilidade por oxidação, quando submetidos a irradiações apresentam melhorias nas suas propriedades organolépticas. Assim, a irradiação de alimentos possui uma série de vantagens sobre os métodos tradicionais. Trata-se de um processo a frio que pode descontaminar alimentos congelados sem causar efeitos indesejáveis em suas propriedades organolépticas e físico-químicas; facilita a distribuição e venda de frutas frescas, vegetais e carnes pelo aumento da vida útil desses produtos, sem alterar a sua qualidade; substitui os tratamentos químicos que deixam resíduos nos alimentos e particularmente no caso de produtos avícolas, a irradiação oferece um método de custo efetivo para garantir ao consumidor proteção contra doenças transmitidas por alimentos, principalmente salmonelose e campilobacteriose; além disso atinge organismos (ovos e larvas de insetos, vermes, etc.) dentro dos alimentos. Com relação as desvantagens, certos alimentos podem sofrer modificações no odor, cor, sabor, textura e, em alguns casos, pode acarretar na diminuição, embora muito pequena, de algumas vitaminas e produção de produtos radiolíticos, alguns dos quais podem ser tóxicos.

Referências

- DOVLE, M. Ellin. Food Irradiation. Food Research Institute, University of Wisconsin – Madison, 1999. < <http://www.wisc.edu/fri/briefs/foodirrd.htm> >. Acesso em: 14 de abril de 2004.
- INTERAÇÃO BIOLÓGICA DA RADIAÇÃO IONIZANTE – Site na Internet
<<http://rt.no.sapo.pt/RB/intbio.html>> Acesso em: 23 de abril de 2004.
- MCVITAMINS.IrradiatedFoods,2000-2004.Site na internet
<http://www.mcvitamins.com/irradiated_foods.htm>. Acessado em: 15 de abril de 2004.
- MUÑOZ, Ricardo A. B.; SÁNCHEZ, Mario M. V.; UZCÁTEGUI, Edgar G. A.; VACA, Carlos E. F.. Preservación de Alimentos por Irradiación. 363 p. Escuela Politecnica Nacional, Quito, 1985.

Análise do Caso IA em relação às características de um bom Caso apontadas pela literatura

As características apontadas na literatura do que seja um bom Caso discutem-se na seção 2.5. No ANEXO A, apresento uma síntese destas características.

Características e atributos apontados por Herreid

Quanto ao Caso narrar uma história, no Caso IA resolvi narrar os fatos através de um gênero textual diferente do Caso BQ, uma carta. O que me motivou a usar a carta foi a facilidade em inserir as perguntas críticas como dúvidas do autor, aqui a avó, e a expectativa de que, ao propor que escrevam uma carta resposta, promova que os alunos articulem as respostas, algo que vai além de responder a um questionário. O comentário de um aluno me levou a concluir que esta expectativa foi entendida.

Professor tem que levar em conta que minha avó é ignorante certo?
(Claudio_2009)

A esta colocação se seguiu uma discussão interessante, onde pude expor a minha expectativa em outros termos. No meu entender o aluno queria dizer que não bastava fornecer informações a avó, mas explicar conforme a sua capacidade de entendimento, uma vez que vários dos termos e conceitos relacionados ao tema eram desconhecidos para sua avó e provavelmente para outras pessoas da cooperativa. Vale lembrar que na carta a avó diz que já haviam lido os textos fornecidos no Caso e permaneciam com dúvidas, tanto pelo desconhecimento conceitual como pela ambiguidade dos textos, entre outros fatores, não haviam entendido as questões.

Esta é uma possibilidade interessante de um Caso, *o contexto influi nas condições de produção das respostas dos problemas*. O que poderia resultar em uma cópia de informações dos textos fornecidos aos alunos ou outras fontes de informação fica dificultado pela situação do Caso, uma vez que tenho que explicar algo a minha avó e seus amigos, que já tomaram contato com informações contraditórias sobre o tema e ficaram confusos. O que promove uma articulação de ideias de maior qualidade ao elaborar a carta resposta.

No início da carta, é narrada uma história que apresenta um final aberto, em função das convicções pessoais dos alunos a favor ou contra o uso da radiação, então, poder denominar o Caso IA como um Caso aberto não me parece fora de propósito, possibilitando várias soluções plausíveis dependendo do raciocínio e das informações tomadas como confiáveis.

Os estudantes devem analisar os fatos relatados pela avó, avaliá-los e pesar os prós e contras da irradiação de alimentos e tomar uma posição a favor ou contra, e escrever à avó de forma coerente com esta decisão, respondendo as perguntas feitas no final da carta. Os alunos são influenciados por suas crenças a respeito da radiação como algo perigoso ou não à vida humana.

A *questão é atual*, como vemos no ANEXO F, no qual recolho comentários de internautas sobre a recente aprovação do marco legal sobre irradiação de alimentos no Brasil; observando a resposta dos internautas, vemos como o tema é controverso e há falta de conhecimento sobre o assunto.

No Caso IA, a reação dos alunos foi de naturalidade, não houve estranhamento quanto ao conteúdo da carta, o que me leva a afirmar que a história do Caso IA é crível, para tanto tomei o cuidado de que a cidade citada exista e que fique equidistante dos maiores centros consumidores da região, Rio Branco e Manaus. Aos alunos a questão também se mostrou atual, apesar de controversa, aqui, diferentemente do Caso BQ, as crenças pessoais e fatores subjetivos se mostram mais presentes, sobretudo a questão ecológica e o medo da radiação, vista por muitos como algo prejudicial à saúde sem mais. A controvérsia e o drama, como proposto por Herreid, acaloram as discussões no debate muito mais que no Caso BQ. À medida que mais informações eram apresentadas a favor ou contra a irradiação, a aceitação desta como método de higienização e seu uso em alimentos era uma ideia que não convencia os alunos, já que apresentavam ideias prévias desfavoráveis ao emprego da radiação pela humanidade.

A *empatia com o personagem central* se mostrou mais significativa que no Caso BQ, vários alunos se posicionaram como um neto mesmo, como exemplifica os seguintes trechos de cartas individuais:

A28_2009-Fiquei muito preocupado com as coisas que me disse na carta! Qualquer coisa que eu puder fazer para ajudar, pode me pedir.

B26_2010- Quanto tempo... Saudades da senhora e do vovô. Ai vó, a tal radiação nos alimentos... Andei conversando com uns colegas aqui, para tentar te explicar de uma maneira fácil do que é isso.

As citações presentes na fala da avó proporcionaram informação suficiente sobre a questão problematizada, as únicas dúvidas levantadas pelos alunos diziam respeito a não responder as perguntas como em um questionário, mas explicá-las para a avó. O contexto da carta de uma avó pedindo auxílio ao neto contribui para dar mais vida e dramaticidade ao relato.

O tema irradiação de alimentos se mostrou relevante para os alunos e a carta apresenta elementos suficientes para sua solução ou como encontrá-la, além das referências, indicadas pela avó, que apesar de contraditórias dão um panorama geral do assunto e na internet eles poderiam obter outras informações relacionadas ao tema.

Quanto à *utilidade pedagógica das aulas* com a ABC, desta vez foi mais fácil de ser percebida pelos alunos, tanto por já terem trabalhado com a ABC anteriormente como pelas atividades de seguimento estarem relacionadas com a estabilidade nuclear e a radiação, ao tomarem contato com alguns conceitos através do Caso, tornou-se maior o interesse pelo estudo destes conteúdos.

A *controvérsia* se faz presente desde o início, tanto nas dúvidas da avó como nos textos de referência que são ambíguos, o que exigiu dos alunos reflexão, decisão e posicionamento a favor ou contra a irradiação. A *ação* de elaborar a carta os levou a privilegiar a argumentação dos textos favoráveis a sua opção, sem citar os que apresentam posição contrária. Apesar de tal atitude ser compreensível, foi uma questão importante debatida com os alunos em todas as turmas. É correto demonstrar somente o que corrobora a minha opinião e não apresentar os aspectos contrários? Esta discussão, proporcionada nas aulas com a ABC, com a qual não contava, foi algo que me trouxe uma enorme satisfação.

O Caso IA *força uma decisão*. Posicionar-se favorável ou não à irradiação de alimentos. O *clima de urgência e seriedade* é dado pelo contexto, uma vez que o avô está propenso a vender a propriedade.

A *generalização do saber* desenvolvido a partir da ABC com o Caso IA possibilita aplicabilidade geral, não sendo específico deste Caso ou apenas uma curiosidade, uma vez que promove a aprendizagem de conceitos e informações relacionados à irradiação de alimentos e à radiação e seus efeitos sobre materiais orgânicos e não orgânicos, possibilitando a aplicabilidade em situações diversas.

O Caso IA *é curto* e apresenta os fatos e circunstâncias condicionantes do Caso sem levar a uma leitura e análise tediosa, os textos não são lidos em aula, são referências que não

necessariamente devam ser usadas, o Caso acaba nas perguntas críticas; sendo os textos uma opção, muitos alunos buscaram outras fontes de informação.

Características e atributos apontados por Selma Wassermann

Analisando o Caso IA a partir das características e atributos apontados por Wassermann, posso dizer que a respeito da brevidade, coerência, agilidade e clareza apresentou-se à altura das minhas expectativas, houve poucas dúvidas sobre o que a avó queria e sobre o contexto, acredito que as perguntas críticas ajudaram bastante para a clareza, uma vez que os alunos logo entenderam que a questão em jogo é como explicar as perguntas para os avós. O estímulo sentimental e não só a razão, uma vez que o pedido é feito pela sua avó, faz surgir um discurso mais pessoal como vemos nas produções dos alunos.

Querida Vovó,

(Stephanie_2010) Fico muito feliz por ter me escrito, porém fiquei triste ao saber que estão passando por dificuldades na fazenda. Estou super animada em poder ajudá-los a compreender o que está se passando por aí. Vamos lá [...] Vovó, esse processo de irradiação de alimentos é muito caro, mas se todos os produtores da região se juntarem acredito que vocês possam sim implantá-lo aí. Mas os alimentos naturais, que não sofrem esse tipo de tratamento ainda são procurados, é só saber oferecer aos compradores certos. Bom, isso é tudo que consegui descobrir sobre a irradiação de alimentos, espero ter ajudado a todos vocês. Se precisarem de algo mais é só me contatar novamente.

Beijos e Abraços da sua querida neta,

O Caso IA atrai desde o início a atenção dos alunos. A carta de uma avó que mora no Amazonas pareceu promover a curiosidade dos estudantes como aponta alguns comentários:

-Professor foi o senhor que escreveu?

-Carauari existe?

-Aqui não precisaremos fazer contas?

-Comer essas coisas deve ser perigoso!

-Vamos brilhar no escuro como o pessoal de Goiânia?

O Caso IA começa com recordações pessoais e um pedido de ajuda, tudo gira em torno da irradiação de alimentos descoberta por acaso pelo pessoal do posto de saúde, a tensão do relato aumenta quando a viabilidade econômica dos pequenos agricultores e a saúde pública são colocadas em questão. Poderia ter colocado algum nome menos comum como a autora indica, Carlos é bastante frequente, entretanto, alguns alunos colocaram seu próprio nome ao responder a carta. Minha percepção é que o Caso despertou interesse pelos personagens, nas respostas dos alunos, se revela uma preocupação com os avôs mais do que com as perguntas como vimos no trecho da *Stephanie_2010*.

Achei interessante o aluno se colocar no papel de um estudante de física tirando as dúvidas de sua avó. Os alunos, em sua maioria, personificam o neto nas cartas e no debate este posicionamento não se altera.

C21_2010 [...] Pode ocorrer de vez em quando, alteração no sabor, na cor, e textura dependendo do caso, doses muito altas poderão incorrer na perda do produto. Então vó é isto, espero ter ajudado com a questão da irradiação, mande um abraço a todos estou com saudade, quando puder aparece aqui para nos alegrar com tua presença.

Beijos, Foi um prazer ajudar!!!

Carlos

Os personagens se mostram críveis, apesar de a história não realçar sua personalidade nem possuírem nomes de impacto, o relato é ágil e o dilema da avó se torna o dilema do neto de forma natural. Pareceu aos alunos ser um dilema possível e realista, por ser um tema atual e controverso, acredito que tal percepção fica facilitada.

Há várias perguntas críticas no Caso IA que fomentam a reflexão, são claras, inequívocas, e somente algumas sugerem uma solução específica, aquelas estritamente técnicas, e estão de acordo com o contexto do Caso.

Quanto às perguntas, acredito que também contemplem as três classes de perguntas propostas por Wassermann, promovendo o exame dos acontecimentos, personagens e detalhes. Requerem avaliações e juízos ao propor soluções aos problemas e promover a proposta de novas ideias, a conjecturar, a teorizar, a formular hipóteses, juízos e a aplicar princípios.

Estes elementos, acredito que fazem do Caso IA um bom Caso, segundo os critérios dos autores citados, para ser utilizado no ensino médio.

5.4 Condução da aula para o Caso IA

Para este Caso, recorri ao formato das aulas com um misto entre o denominado método do Caso interrompido (HERREID, 2007), utilizado no Caso BQ, variante do formato denominado atividades em pequenos grupos, e o formato Tutorial (item 2.6, pag. 57), em que os Casos podem ser estudados de forma tutorial ou como tarefas individuais. Além das perguntas críticas sugeridas por Wassermann(1994b), utilizei a discussão em pequenos grupos em trabalho colaborativo, sendo que a primeira produção é individual, carta a avó; posteriormente, o grupo elaboraria cartas conjuntas, as quais lidas em sala, no grande grupo, seriam discutidas. Em 2009 os alunos só produziram a carta individual, como o bimestre foi mais curto devido à gripe suína, decidi não prolongar o trabalho com ABC para poder explorar algumas atividades de seguimento. No formato tutorial, não é de surpreender que os estudantes muitas vezes mudem de lado a respeito das questões mais polêmicas, o que não deixa de ser um bom resultado.

2009

AULA	ATIVIDADE DO PROFESSOR	ATIVIDADE DO ALUNO
1	27/10/2009-3ªB, 3ªD 28/10/2009-3ªC, 3ªA	Apresentação do Caso, discussão em grupo e elaboração de hipóteses. (Leitura compartilhada do Caso com os alunos, organizados em grupos de três a cinco participantes previamente definidos para discussão do Caso e definição de tarefas. A ideia era ter um trabalho colaborativo e uma produção individual).
2	10/11/2009-3ªA, 3ªC 10/11/2009-3ªB, 3ªD	Segunda aula. Data de entrega das cartas individuais pelos alunos e leitura de mais algumas cartas.
3	24/11/2009-3ªA, 3ªB, 3ªC 25/11/2009-3ªD	Terceira aula (duas semanas depois). Leitura de algumas cartas e breve discussão no grupo.
4	01/12/2009-3ªA, 3ªC 02/12/2009-3ªB, 3ªD	Discussão em sala, no grande grupo, após a leitura das cartas.

Tabela 10 – As aulas exclusivas com o Caso IA em 2009

2010

AULA	ATIVIDADE DO PROFESSOR	ATIVIDADE DO ALUNO
1	30/08/2010-3ªA, 3ªB e 3ªD 02/09/2010-3ªC e 3ªE	Apresentação do Caso, discussão em grupo e elaboração de hipóteses. (Leitura compartilhada do Caso com os alunos, organizados em grupos de três a cinco participantes previamente definidos para discussão do Caso e definição de tarefas. Trabalho colaborativo e uma produção individual).
2	21/09/2010-3ªA, 3ªB e 3ªD 23/09/2010-3ªC e 3ªE	Segunda aula (20 dias após a primeira). Data da entrega das cartas individuais pelos alunos e leitura de algumas cartas
3	28/09/2010-3ªA, 3ªB e 3ªD 30/09/2010-3ªC e 3ªE	Terceira aula (uma semana depois). Leitura de mais algumas cartas. Discussão no grande grupo da sala.
4	05/10/2010-3ªA, 3ªB e 3ªD 07/10/2010-3ªC e 3ªE	Elaboração de uma carta resposta pelo grupo.
5	16/11/2010-3ªA 23/11/2010 3ªB, 3ªD e 3ªE 25/11/2010-3ªC	Discussão em sala, no grande grupo, após a leitura de todas as cartas escritas pelos grupos.

Tabela 11 – As aulas exclusivas com o Caso IA em 2010

Caso Irradiação de alimentos

Com a experiência vivenciada no Caso BQ me decidi por uma dinâmica diferente para o Caso IA, a discussão seria em grupo com produção individual; pensei que uma carta manifestando um problema com um pedido de ajuda, atenderia nosso objetivo.

Em 2010 a produção foi duas cartas à avó com respostas as suas dúvidas. A primeira carta produzida individualmente e a segunda em grupo, após a qual se deu a discussão em grande grupo.

Tinha em relação às aulas com a ABC as mesmas expectativas em relação às habilidades e competências que esta estratégia promete promover. Quanto ao conteúdo específico do Caso IA, pretendia desenvolver no aluno a capacidade de buscar a informação, compreendê-la e

explicá-la a alguém com um nível de formação abaixo do seu, no caso a sua avó. Poder de síntese ao escrever a carta e elaborar um trabalho que vá além da simples cópia de informações, mas que demande uma argumentação coerente com base no conhecimento desenvolvido por outros, como costuma acontecer na atividade científica.

A dinâmica que elaborei, inspirado no formato acima, para o meu contexto em 2009 foi a seguinte: Trabalhar com o Caso IA em quatro aulas, cada uma de 50 min. de duração.

No Caso IA, as discussões foram em grupo, entretanto, a produção inicial deveria ser individual, consistindo de uma carta resposta à avó. Na primeira aula foi apresentado o Caso, discutimos como deveria ser a redação da carta em função das condições de produção, o tom deveria ser familiar, não era para responder as questões como fosse um questionário, deveria estar claro sua posição e as razões para este posicionamento.

Diferentemente do Caso BQ em 2009, no qual eles tiveram que ir atrás das informações necessárias para a resolução, havia agora os quatro textos.

- Primeira aula

Leitura compartilhada do Caso com os alunos, organizados em grupos de três a cinco participantes previamente definidos para discussão do Caso e definição de tarefas. A ideia era ter um trabalho colaborativo e uma produção individual. Como professor deveria andar pelos grupos mediando os trabalhos, fornecendo ainda um e-mail para contato, ao qual poderiam enviar dúvidas e perplexidades sobre o Caso, continuando o processo de mediação à distância.

- Segunda aula

Entrega da carta pelos alunos, leitura de algumas cartas, discussão no grupo.

- Terceira aula

Leitura de algumas cartas e breve discussão no grupo.

- Quarta aula

Discussão em sala, no grande grupo, após a leitura das cartas.

Em 2010 houve uma produção de uma carta coletiva elaborada na quarta aula e debatida em uma quinta aula.

5.5 O ensino com o Caso IA

“Pelas suas técnicas prodigiosas, o homem ultrapassa, ao que parece,
os contextos do seu próprio pensamento”.

Bachelard , Gaston

Análise dos resultados do Caso IA segundo as categorias expostas no item 3.7

I. Qualidade de um Caso:

Considero que ambos os Casos conseguiram promover o interesse em menor ou maior grau, como já discutido nos itens 4.2 para o Caso BQ e 5.2 para o Caso IA. Entretanto no Caso IA consegui um envolvimento maior dos alunos, uma hipótese é que as perguntas críticas em maior número delimitaram as questões a serem resolvidas e a carta como produção escrita restringe as opções de gênero textual. Estes fatores poderiam levar ao estabelecimento de metas para a resolução do Caso mais rapidamente e com um menor grau de ambiguidade, além de facilitar o diálogo com os outros componentes do grupo. O fato de o tema estar relacionado à Física moderna despertou a curiosidade dos alunos como exemplifica o trecho extraído das cartas individuais de alguns deles.

A28_2009-Eu pesquisei as coisas que me perguntou e é bem interessante.

A8- Conclusão: creio que consegui desempenhar tudo aquilo que foi exigido nesse trabalho, pude observar com as pesquisas o quanto esse problema praticamente invisível está no nosso cotidiano, pois muitas vezes não sabemos as procedências do alimentos que consumimos, pude aprender varias coisas que eu não sabia e me identifiquei com a situação, achei muito bacana. Acabei com alguns preconceitos que eu tinha com esse tipo de alimento, por falta de informação pensava que isso poderia prejudicar minha saúde de alguma forma, essa é a conclusão que tiro dessa atividade.

II. Capacidade de comunicação:

Vale observar que a carta à sua avó pareceu-me ter levado os alunos a um maior esmero na argumentação e na redação do que o e-mail ao Sr. Junqueira. Uma hipótese a esse respeito foi levantada por uma colega professora de língua portuguesa, que me alertou para o fato de que, no Caso BQ eu solicitei um e-mail e no Caso IA uma carta; a sua experiência docente a leva a acreditar que, ao pedir um e-mail, eles o escrevem como se fosse para um amigo, sem grande rigor na linguagem, já uma carta remete a um gênero textual formalmente ensinado na escola, e pode vir daí a diferença, além de ter que se esforçar para explicar conceitos científicos para a avó de modo que esta entenda. Acredito que possibilidade de poder opinar e não repetir algo pronto conduza os alunos a tomar decisões como algo próprio.

Alguns trechos das cartas individuais que expressam um posicionamento pessoal são apresentados.

A22_2009-Vovó eu acho que vocês da cooperativa tinham que conversar com esses estrangeiros para tentar uma sociedade, com isso ninguém sai perdendo, vocês iram [sic] vender mais e eles terão uma produção maior. Com isso vocês também irão ganhar mais experiência logo poderão produzir suas próprias frutas irradiadas, converse com o pessoal da cooperativa.

C21_2009- Existem marcas positivas e negativas quanto à utilidade. Por exemplo, é um grande avanço na tecnologia, pois este método permite a conservação dos produtos sem a necessidade de aquecimento, principal método atual para esterilização (eliminação ou destruição de todas as formas de microorganismos presentes: vírus, bactérias, fungos, etc.), assim como a prevenção do amadurecimento precoce de frutas e legumes, ao extermínio de grãos e cereais, a inibição do desenvolvimento de microorganismos e bactérias, entre outros. A irradiação também possui a vantagem de consumir menor quantidade de energia no processo de tratamento dos alimentos se comparado a métodos convencionais. Com relação às desvantagens, certos alimentos podem sofrer modificações no odor, cor, sabor, textura e, em alguns casos, pode acarretar na diminuição, embora muito pequena, de algumas vitaminas e produção de produtos radiolíticos, alguns dos quais podem ser tóxicos. De acordo com a Organização Mundial de Saúde, alimentos irradiados com doses de até 10KGY não necessitam de avaliação toxicológica ou nutricional, sendo doses seguras para o consumo. Usualmente, para retardar o amadurecimento de frutas, por exemplo, não é necessário mais do que 1 KGY. Já, para inibir o brotamento de raízes e tubérculos (batata, cebola, alho, etc.) a dose necessária varia de 0,05 a 0,15 kGy e para prevenir que os grãos sejam infestados por insetos, 0,1 a 2kGy são suficientes.

D1_2010- Vovó busque plantar alimentos “menos nobres”, pois o processo de irradiação é caro. As empresas não gastaram com aquilo que é de preço baixo, busque esses espaços e oportunidades. Se precisar conte comigo, espero ter ajudado.

E32_2010 Então, a senhora já sabe algumas coisas sobre os alimentos irradiados e não precisa ficar se preocupando a toa, eles não fazem mal a saúde muito pelo contrário apenas traz melhorias em todos os sentidos.

III. Capacidade de análise:

Os trechos das cartas individuais abaixo demonstram uma capacidade de análise que vai além do conhecimento estritamente técnico, como o trecho de *C21_2009* apresentado no item anterior.

D24_2010- Hoje, muitas pessoas estão mal informadas a respeito da irradiação de alimentos. Sendo este um papel fundamental da mídia. Mas é claro que informar os aspectos positivos e os negativos, pois como sabemos, o mundo é movido pelo capitalismo que, pelo lucro as pessoas fazem de tudo! Isso pode ser um fator, como já se nota, prejudicial a pequenos agricultores familiares, assim como a senhora e todos aí da cooperativa. Pois as fazendas estão se desenvolvendo para fazer seus lucros, o que pode devastar os agricultores familiares, já que isso facilita o comércio internacional de alimentos e leva lucros mais altos para os grandes produtores industrializados que se transferem para o mundo em desenvolvimento. Além disso, a irradiação é um processo caro e só compensa ser realizado em produtos que não são abundantes.

D1_2010- Vovó busque plantar alimentos “menos nobres”, pois o processo de irradiação é caro. As empresas não gastaram com aquilo que é de preço baixo, busque esses espaços e oportunidades. Se precisar conte comigo, espero ter ajudado.

Entretanto há cartas que apresentam bastantes erros conceituais, devido em grande parte ao pouco empenho do aluno na atividade do que à falta de capacidade de análise, uma vez que se nota total falta de leitura dos textos, em que a informação não dependeria de uma capacidade de interpretação de texto muito desenvolvida.

Luis_2009 Cara vovó Deolinda,

Também estou com muitas saudades da senhora. Não hesite em convocar-me quando houver algum problema, se estiver ao meu alcance ajudarei, como neste caso.

*A irradiação de alimentos é o tratamento dos mesmos com radiação ionizante. O processo consiste em submetê-los, já embalados ou a granel, a uma quantidade minuciosamente controlada dessa radiação, por um tempo prefixado e com objetivos bem determinados. **E não creio que haja diferença digna entre irradiação de alimentos através de forno micro-ondas, pois o modo de irradiação é semelhante, e é muito comum pessoas daqui da cidade grande comerem esses alimentos.** Eu me incluo nisso, pois vivo aqui e não há muitas alternativas e nem tempo para que eu plantasse um alimento/fruta não irradiado, eu consumo.*

Para a senhora saber se o alimento é irradiado ou não, o modo simples é verificar o selo na embalagem do produto, mandarei a seguir:



Não há estudos que comprovem os riscos dessa irradiação á saúde humana, mas é bom tomar cuidado, "prevenir sempre", como a senhora sempre dizia não é vovó.

Se irradiar as sementes de plantas elas nasceram[sic] irradiadas sim, e muitas delas nem precisam ser lavadas após a compra. Em relação aos efeitos, as alterações são mínimas ou simplesmente inexistem.

Espero tê-la ajudado com meu conhecimento ao longo de minha formação, há muito a aprender.

IV. Decisões como algo próprio:

Os alunos chegam a expressar sua opinião como algo próprio como no Caso BQ apontando que esta característica não é exclusiva de um Caso particular. Eu diria que nos trechos

das cartas podemos evidenciar mais de uma categoria de análise. No trecho abaixo, por exemplo, as posições ecológicas do aluno são colocadas de maneira bem pessoal e em tom de conselho.

A28_2009 Em suma vovó acho que o melhor a fazer é continuar plantando mais [sic] tentar conseguir o selo de alimento orgânico assim seus produtos terão uma maior demanda e você e vovô não precisarão vender a fazenda que eu tanto gosto. Nos dias de hoje a irradiação esta sendo vista por outros olhos, bons olhos, mais [sic] os produtos orgânicos estão virando “moda” então é um ótimo investimento, pois todos querem poder comer algo de consciência limpa.

A22_2010 Vovó eu acho que vocês da cooperativa tinham que conversar com esse estrangeiros para tentar uma sociedade, com isso ninguém sai perdendo, vocês iram [sic] vender mais e eles terão uma produção maior. Com isso vocês também irão ganhar mais experiência logo poderão produzir suas própria frutas irradiadas, converse com o pessoal da cooperativa.

V. Interesse pelo tema:

Como já dito anteriormente quando do comentário de outras características, o interesse pelo tema do Caso IA é evidenciado em várias cartas. Cito um trecho abaixo que me parece reforçar esta percepção.

A27_2009-Eu pesquisei as coisas que me perguntou e é bem interessante.

A10_2010 Conclusão após o trabalho

PS¹:Ótimos textos e fontes sobre o assunto.

PS³:Bom final de ano professor

Obs: Depois da “PS¹” são mensagens que eu daria pessoalmente sem ter manuscrito elas então desconsidere-as.

VI. Respeito pela opinião alheia:

O Caso IA, apesar de mais controverso que o Caso BQ, apresentou um melhor relacionamento e respeito em relação a opiniões divergentes. Com exceção de três alunos com fortes convicções contra a radiação, mais por ideologia que por razões técnicas, percebi bastante interesse, sobretudo no debate, pelas opiniões expressas. Além de eles já terem trabalhado com a

ABC, o que pode ter desenvolvido um pouco esta questão, o fato de o tema apresentar conceitos novos e pouco comuns ao cotidiano dos alunos, junto com a ambiguidade presente nos textos, pode ter proporcionado uma postura de escuta do outro, esperando, com isso, sanar suas dúvidas.

VII. Tolerância à ambiguidade:

Já no Caso IA o entendimento de alguns conceitos fundamentais sobre o radiação é fundamental para a elaboração da carta, o que dependia da leitura atenta dos textos e fontes de referência, caso contrário as conclusões poderiam ser prejudicadas. Houve certa perplexidade em função das contradições observadas nos textos de referência, causada pela ambiguidade aí presente, entretanto não vejo isso como algo prejudicial à aprendizagem, pelo contrário, em um mundo rico em informação como o de hoje lidar com ambiguidades e informações contraditórias, e elaborar uma opinião e posicionar-se frente a temas e situações controversas, é um aprendizado escolar importante, tanto nas disciplinas ligadas às ciências da natureza como nas sociais.

VIII. Habilidade de Leitura:

A interpretação e a leitura dos textos sugeridos é bastante desejável para a elaboração de uma solução do Caso IA, devido à quantidade de informação conceitual e técnica necessária. Observei que muitos alunos não leram os textos, apresentando inconsistência e conceitos errôneos nas cartas. A habilidade de leitura necessária para compreender o Caso não é de uma exigência mediana, já os textos apresentavam uma linguagem um pouco mais elaborada, mas nada que tornasse a obtenção da informação inacessível a ponto de justificar erros grosseiros como dos trechos das cartas individuais que citamos na sequência.

A25_2009- Como eu já disse a irradiação não ira alterar cor, sabor e textura dos alimentos, então eu lhe aconselho á procurar alguma autoridade e começar a comercializar esse tipo de alimento, espero que assim as coisas dêem certo por aí. Espero também ter lhe ajudado e qualquer duvida é só entrar em contato

B22_2009- O alimento fica bem mais bonito quando irradiado, porém o sabor fica um pouco pior, nada que mude muito o gosto, mais ele fica um pouco mais aguado com isso fica mais sem sabor e perdem algumas vitaminas.

E18_2010- A irradiação de alimentos se feita em doses altas pode alterar sim o sabor do produto mais nesse caso o alimento deve ser descartado e você pode processar a empresa.

IX. Sentimentos intensos:

No Caso IA as paixões relativas a questões ecológicas e concepções anteriores sobre os malefícios da irradiação despertam muito interesse, e os alunos costumam demonstrar preocupação nas cartas.

B8_2009-Fiquei muito preocupado com as coisas que me disse na carta! Qualquer coisa que eu puder fazer para ajudar pode me pedir.

A26_2010- Quanto tempo.. Saudades da senhora e do vovô. Ai vó, a tal radiação nos alimentos.. Andei conversando com uns colegas aqui, para tentar te explicar de uma maneira fácil do que é isso.

E10_2010- A irradiação livra os grãos das pragas dos insetos, mas mesmo assim a irradiação é um processo feito no produto após a colheita, o que significa que quando ele ainda está crescendo ele precisa dos mesmos cuidados, e vó por favor não use agrotóxicos.

C12_2009- Mas, com a grande demanda de produtos irradiados que existe e que são vendidos é comum sim as pessoas comerem produtos irradiados por vários motivos, algumas por não terem opção, afinal este tipo é mais barato, ou até mesmo por não saberem que o produto está radiado.

Grupo_2009- Aqui na cidade vó, a maioria das pessoas pode até comer um produto misto, que na maioria das vezes recebeu uma quantidade de radioatividade tao pequena que nem é falado que ela recebeu, quanto a alimentos irradiados as indústrias alimentícias tem métodos para descobrir se um alimento é irradiado ou não, para assim colocarem em suas especificações (rótulos ou algo parecido) que aquele alimento é irradiado.

E5_2010- Aqui na cidade, como em todos os lugares, as pessoas não querem esse tipo de alimento, que prejudica tanto a saúde das pessoas, mas às vezes, vovó, não se tem tanta informação sobre isso, e as pessoas acabam saindo prejudicadas.É difícil, aqui na cidade, ficar longe desse tipo de alimento, por isso, às vezes acabo comendo.

X. Participação ativa:

Os alunos participaram mais ativamente do Caso IA que no Caso BQ, o fato de a primeira produção ser individual pode ter influenciado, como já haviam se inteirado do tema na elaboração da primeira carta, quando da produção da carta coletiva houve uma maior participação. Um fator que pode ter promovido esta atitude é já terem formado uma opinião pessoal sobre o tema que querem ver aceita pelos outros componentes do grupo. Entretanto as cartas de alguns grupos

evidenciaram que a carta coletiva foi uma reprodução da carta individual do aluno mais influente ou de maior prestígio.

XI. Diversidade de soluções:

Apesar de as perguntas críticas parecerem em um primeiro momento conteudistas, observei que o Caso proporcionou uma grande diversidade de respostas, algumas delas equivocadas, apesar de o texto fornecido ter claramente a definição do que é um alimento irradiado.

O que é um alimento irradiado?

B28_2009-Um alimento irradiado, vovó, é todo aquele que tenha sido intencionalmente submetido ao processo de irradiação, com finalidades sanitária, fitossanitária e/ou tecnológica.

*A26_2010-Vó, radiação são energias liberadas por meios de propagações magnéticas, os alimentos que recebem esse tipo de energia se tornam alimentos irradiados. Existe a radiação normal, do cotidiano e a radiação criada, e deve ser essa que seus novos vizinhos têm usado. Os alimentos estão vendendo mais que os seus por **que esses tipos de energia têm como finalidade proporcionar melhorias para a conservação do alimento. Por isso que eles duram mais, não tem bichinhos dentro.***

A25_2010- [...] a irradiação de alimentos é um tratamento que submeter os alimentos, já embalados ou a granel, a uma quantidade minuciosamente controlada de radiação ionizante, por um tempo prefixado e com objetivos bem determinados com isso é possível aumentar a vida útil do alimento e proporcionar a destruição de insetos, bactérias patogênicas, fungos e leveduras.

*C22_2009 Um alimento irradiado é um alimento (fruta, verduras, carnes) que sofrem **um processo de irradiação provocado por uma ionização, ou seja, criam cargas positivas e negativas.** A formação dessas cargas resulta em efeitos químicos e biológicos que impede a divisão celular em bactérias pela ruptura de sua estrutura molecular. Os níveis de energia utilizados para se conseguir esse efeito não são suficientes para induzir radioatividade nos alimentos. O alimento, em hipótese alguma, entra em contato com a fonte de radiação.*

*D21_2010- É o seguinte, a irradiação surgiu há mais ou menos 110 anos e é um processo pelo qual o alimento passa, dentro de uma máquina chamada Rodotron. **Consiste em “colocar” no alimento doses de Cobalto 60, que um elemento (em pó) radioativo,** ou seja, que emite energia e, a exposição a sua radiação pode provocar [câncer](#). A partir daí, ocorre uma agitação nas moléculas do alimento por causa da aceleração de elétrons, ou seja, a genética (que é do que é formado) sofre modificações. O que também impede a divisão celular desse material genético (que é para que continue existindo).*

A18- A irradiação de alimentos funciona pela interrupção dos processos orgânicos que levam o alimento ao apodrecimento. Raios gama, raios X ou elétrons são absorvidos pela água ou outras moléculas constituintes dos alimentos, com as quais entram em contato. No processo, são rompidas células microbianas, tais como bactérias, leveduras e fungos. Além disso, parasitas, insetos e seus ovos e larvas são mortos ou se tornam estéreis.

A12- um alimento irradiado é um alimento que passa por um tratamento com produtos químicos em diversas quantidades, esses produtos químicos mudam o alimento criando componentes novos nele, matando bactérias, mas também, faz surgir componentes que não são identificados, portanto, não se sabe se faz bem ou mal para a saúde, tornando assim suspeito.

*A10- O alimento irradiado é um alimento que passou por um processo que **adicionou à composição natural de alimento uma pequena quantidade de substâncias radioativas**, como o mais conhecido cobalto 60, ou ainda por um processo que é feito numa máquina própria para isso que emite elétrons acelerados no alimento, só elétrons são componentes do átomo que se a senhora não sabe constituem tudo o que vemos e ate nós mesmos, esse processo é parecido a emitir raios-X (Isso aquele do hospital só) no alimento.*

A5-Um alimento irradiado é um alimento tratado com elementos químicos radioativos, com o objetivo de tornar esse alimento mais seguro para consumo, matando bactérias, porém, esses elementos químicos, na verdade, modificam toda a estrutura do alimento, alterando sua composição e trazendo doenças sérias.

A2-Alimento irradiado é todo aquele que tenha sido intencionalmente submetido ao processo de irradiação, essa irradiação é um processo físico de tratamento que consiste em submeter o alimento, já embalado ou a granel, a doses controladas de radiação ionizante, com finalidades sanitária, fitossanitária e ou tecnológica, ou seja, para aumentar a conservação dos alimentos.

XII. Trabalho em grupo:

Ao trabalharem no segundo Caso IA, a discussão em grupo foi mais produtiva, atribuo isto a experiência acumulada, tanto pelos alunos quanto por mim enquanto professor. Com isto não quero dizer que não houve problemas, mas que eles foram sensivelmente minimizados tanto em 2009 como em 2010.

Os problemas apresentados pelos grupos sinteticamente foram:

Grupos que não se dispunham a cumprir a tarefa.

Depois a gente faz professor! (Grupo)

Alguns destes grupos eram formados por alunos que apresentavam este tipo de comportamento em trabalho individual. Em outros, um dos integrantes dominava a discussão fazendo prevalecer a sua opinião o que levava os outros alunos a se desinteressar pela tarefa.

Em resumo grupos muito dependentes do professor, com membros assimétricos e em desarmonia, entre outros. Questões que apareciam tanto na ABC como em outras atividades em grupo, mas que possibilitam ao professor intervir e promover o aprendizado do trabalho coletivo.

Mais do que um problema, vejo nestas questões uma oportunidade, que persegui com algum sucesso em parte dos grupos.

XIII. Natureza mal estruturada dos Casos: *"O que nós devemos fazer?", "O que nós estamos aprendendo?" e "Por que o professor não ensina?"*.

"O que nós devemos fazer?": Quanto a esta questão como comentado anteriormente para o trabalho em grupo, o Caso IA proporcionou uma compreensão melhor da tarefa a ser realizada que o Caso BQ.

"O que nós estamos aprendendo?": Com a experiência acumulada no Caso anterior e a clareza que o caderno três do aluno (proposta da SEESP) apresentava o tema radioatividade e estabilidade nuclear, os alunos estabeleceram logo uma relação entre o Caso e as atividades de seguimento o que facilitou o trabalho com o segundo Caso IA. A ponto de ouvir tanto em 2009 como em 2010 de mais de um aluno.

Vai ter Caso este bimestre?

"Por que o professor não ensina?": Esta questão foi difícil de lidar, mesmo já tendo trabalhado anteriormente no Caso BQ, devido principalmente a duas questões cujas respostas os alunos não encontravam.

Há diferença entre irradiar o alimento e esquentá-lo no aparelho de micro-ondas?

Se eu plantar uma semente irradiada o alimento vai nascer já irradiado?

Para estas perguntas os alunos questionavam que eu devia ensiná-los, e ficaram muito ansiosos em entregar a carta sem esta resposta. Os alunos considerados “bons alunos” eram os que mais questionavam o papel do professor, uma possibilidade é a de não estarem acostumados a entregarem trabalhos que considerassem parcialmente feitos, e isto os incomodava. O que é um resultado interessante dos Casos. Há possibilidade de não se achar uma solução totalmente correta e sem ambiguidades, o que pode promover nesses alunos a ideia de que, como seus amigos considerados “maus alunos”, possuem limites que podem e devem ser superados, mas que exige tempo, ajuda e porque não dizer trabalho colaborativo, aprender a aprender de outros.

XIV. Perguntas críticas:

"Ver diferente é a condição necessária para continuar a ver."

Gaston Bachelard

No Caso IA há várias perguntas críticas, algumas são perguntas críticas no sentido que Wassermann o dá, outras podem ser consideradas como busca de definições e conceitos bem estabelecidos, entretanto como o assunto é controverso e ambíguo, além dos alunos possuírem pouco conhecimento formal sobre o tema, as considero críticas porque demandam reflexão e aprofundamento para discernir a cientificamente mais aceita e coerente com a posição que defendam.

Na Tabela 12, relaciono as perguntas e as minhas expectativas de aprendizagem em relação aos alunos.

Pergunta crítica	Expectativa do professor
O que é um alimento irradiado?	Partindo dos textos através de transcrições literais, ou adaptações, ou mesmo algum conhecimento prévio, definir o que seja irradiar um alimento. (definição conceitual)
Há diferença entre irradiar o alimento e esquentá-lo no micro-ondas?	Verificar se o aluno consegue distinguir os tipos de radiação pelo processo que as origina e os diferentes efeitos que ocasionam nos alimentos.
É comum as pessoas comerem alimentos irradiados aí na cidade grande?	Tomar consciência de como se dá atualmente a irradiação de alimentos dentro da cadeia de produção da indústria alimentícia.
Você comeria alimento irradiado?	Aqui há um posicionamento, uma tomada de decisão, e as respostas anteriores podem servir de argumentos.
Como posso saber se um alimento é irradiado ou não?	Tomada de consciência da relação causa e efeito e como esta pode ser determinada.
Se eu comer o alimento irradiado vou ficar radioativo?	Aprofunda o conceito de irradiação e de material radioativo, levando a uma diferenciação.
Se eu plantar uma semente irradiada o alimento vai nascer já irradiado?	Relação causa e efeito e torna a abordar o conceito de irradiação e material radioativo.
É verdade que o alimento irradiado não precisa nem lavar?	Causa e efeito da irradiação, e sua aplicação na preservação dos alimentos.
Quais os efeitos da radiação sobre o sabor, cor e textura do alimento?	Efeitos da irradiação sobre os alimentos em relação ao consumo humano.

Tabela 12 – As perguntas críticas e os meus marcos de aprendizagem.

XV. Acentuação do dilema:

No Caso IA as perguntas críticas já promovem a busca de informação, que serão elementos importantes para elaborar a carta, na qual argumentam a favor ou contra a irradiação de alimentos. Quanto ao dilema, característica que parece promover a participação ativa dos alunos no estudo das questões que o Caso apresenta, Wassermann argumenta que a dissonância cognitiva pode sustentar a aprendizagem dos alunos até que encontrem uma maneira de resolver o dilema e que este processo cognitivo requer uma reflexão por parte dos alunos. A acentuação do dilema se dá durante toda narração do Caso culminando quando a avó informa que o avô está disposto a vender a propriedade.

A21_2009- Hoje, muitas pessoas estão mal informadas a respeito da irradiação de alimentos. Sendo este um papel fundamental da mídia. Mas é claro que informar os aspectos positivos e os negativos, pois como sabemos, o mundo é movido pelo capitalismo que, pelo lucro as pessoas fazem de tudo!

Isso pode ser um fator, como já se nota, prejudicial a pequenos agricultores familiares, assim como a senhora e todos aí da cooperativa. Pois as fazendas estão se desenvolvendo para fazer seus lucros, o que pode devastar os agricultores familiares, já que isso facilita o comércio internacional de alimentos e leva lucros mais altos para os grandes produtores industrializados que se transferem para o mundo em desenvolvimento.

Além disso, a irradiação é um processo caro e só compensa ser realizado em produtos que não são abundantes.

D28_2010- Em suma vovó acho que o melhor a fazer é continuar plantando mais tentar conseguir o selo de alimento orgânico assim seus produtos terão uma maior demanda e você e vovô não precisarão vender a fazenda que eu tanto gosto. Nos dias de hoje a irradiação esta sendo vista por outros olhos, bons olhos, mais os produtos orgânicos estão virando “moda” então é um ótimo investimento, pois todos querem poder comer algo de consciência limpa.

C1_2010- Vovó busque plantar alimentos “menos nobres”, pois o processo de irradiação é caro. As empresas não gastaram com aquilo que é de preço baixo, busque esses espaços e oportunidades. Se precisar conte comigo, espero ter ajudado.

Debate com o Caso IA

Algumas questões que surgiram no debate com o Caso IA foram bastante relevantes e evidenciam uma argumentação que deu margem a discussões interessantes. Vou comentar algumas a título de exemplo.

Como você vai lavar o orégano?

Aqui o aluno defende a irradiação argumentando que especiarias são de difícil higienização, sendo a irradiação um processo ideal para a esterilização. Outro aluno lembrou que apesar da irradiação matar os insetos, seus corpos mortos continuam misturados ao alimento.

Porque o irradiado fica com boa aparência?

Um aluno rebateu o argumento afirmando que o alimento fica com a aparência que ele tinha ao ser irradiado seja ela boa ou má.

Se a semente já nascesse irradiada não precisaria mais irradiar nada!

Aqui o aluno resolveu a questão de uma forma bastante inteligente o que motivou o reconhecimento dos alunos e bastante discussão sobre a questão.

Por que no micro-ondas o leite fica normal e na irradiação não?

Foi outra colocação análoga à questão anterior em que o conflito cognitivo promovido pela pergunta leva alguns alunos à resposta.

Outras questões evidenciadas no debate foram: Poucos associavam a luz a uma onda eletromagnética, sabiam conceituar uma radiação ionizante e a natureza das micro-ondas. Alguns alunos colocaram o problema da oportunidade de irradiar alimentos como uma questão de competência técnica:

Será uma coisa boa dependendo se quem irradia é competente.

Não há muitos produtos irradiados no mercado porque é inviável.

Algumas questões colocadas chamaram a minha atenção por nunca ter pensado nelas, nem que os alunos poderiam ter dúvidas como essas, um fator positivo do trabalho com o Caso a meu ver.

A fruta fica maior?

Se a semente receber calor vai perder a irradiação?

Mata as bactérias ou só conserva das bactérias?

5.6 Resultados com o Caso IA

Nível 0. Considera-se que a solução do estudante se inclui neste nível quando não cumpre com nenhum dos requisitos característicos dos níveis de 1 a 4 que detalhamos a seguir.

Nível 1. Considera-se que a solução do estudante se inclui neste nível quando a solução é coerente com o conhecimento físico, buscou uma única fonte de informação, apresenta alguma concepção prévia, e defende uma posição sem contrastar com outras e apresenta o resultado estritamente dentro do contexto do Caso.

Nível 2. Considera-se que a solução do estudante se inclui neste nível quando, além do que era esperado no nível 1, ele usa mais de uma fonte de informação, emite hipóteses e não apresenta concepções prévias.

Nível 3. Considera-se que a solução do estudante se inclui neste nível quando, além do que era esperado no nível 2, usa mais de 2 fontes de informação, e as respostas para as perguntas são as aceitas pela comunidade científica.

Nível 4. Considera-se que a solução do estudante se inclui neste nível quando, além do que era esperado no nível 3, consegue sintetizar sua conclusão de modo convincente e acessível ao leitor da carta resposta, dentro do contexto do Caso, explicando mais que informando. Expressa sua opinião sobre o dilema da avó.

Tabela 13 Critérios para a aplicação do protocolo da avaliação da produção escrita dos alunos quando solucionam o Caso IA na perspectiva da ABC.

CASO IA em 2009					
Nível	Categoria de resposta	Produção Individual			
		Número de respostas			
		3ªA n=31	3ªB n=27	3ªC n=27	3ªD n=29
0	<i>Ausência de análise</i>	7	10	7	13
1	<i>Fonte de informação única</i>	10	9	12	9
2	<i>Contrasta mais de uma solução</i>	7	5	4	3
3	<i>Sintetizar e convencer</i>	4	2	3	2
4	<i>Análise do resultado</i>	3	1	1	2

Tabela 14 Resultado da aplicação do protocolo de avaliação das cartas individuais dos alunos quando resolvem o Caso IA em 2009.

O resultado da aplicação do protocolo de avaliação das cartas individuais dos alunos em 2009 evidencia que cerca de terça parte dos alunos das turmas analisadas não apresenta uma análise sobre o Caso, o que credito a causas similares a do Caso BQ, em particular querer realizar a tarefa proposta.

Quando da discussão do Caso, eles até se colocam e demonstram interesse, entretanto, na hora de escrever a carta, muitos não o fazem como vemos na Tabela 14.

Escrever algo não é algo fácil e que deva ser esperado que todos os alunos façam, principalmente na ABC, em que a falta de familiaridade com o assunto do Caso e a ambiguidade dificultam um processo de per si exigente. Com isso não quero sair em defesa dos alunos relapsos, mas lembrar que aprender a trabalhar em uma proposta como a ABC é um processo de longo prazo.

Os alunos, ao lerem a carta produzida pelos seus pares e a discutirem no debate, chegam a manifestar que deveriam ter escrito a carta, acredito que em uma outra oportunidade ao trabalhar com um Caso a teriam escrito, o que não deixa de ser um aprendizado promovido pela ABC. Gostaria de ressaltar que essa é uma característica da ABC, o compartilhamento dos resultados importantes ser explorado pelo professor. Minha percepção é que os alunos se tornam mais ousados em experimentar suas possibilidades vendo o que outros fizeram e nos resultados positivos obtidos ao que se soma o respeito dos colegas. Enfim a possibilidade de poder dizer que aquela produção é sua promove o envolvimento dos alunos ao longo tempo.

CASO IA em 2009					
Nível	Aspectos procedimentais	Produção Individual			
		Número de respostas			
		3ªA n=31	3ªB n=27	3ªC n=27	3ªD n=29
1	<i>Fonte de informação única</i>	24	17	20	16
2	<i>Contrasta mais de uma solução</i>	14	8	8	7
3	<i>Sintetizar e convencer</i>	7	3	4	4
4	<i>Análise do resultado</i>	3	1	1	2

Tabela 15 - Utilização de procedimentos com um sentido global pelos estudantes quando solucionam o Caso IA em 2009.

Ao analisar os procedimentos dos alunos com um sentido global ao solucionar o Caso em 2009, observa-se que poucos chegam a níveis superiores a 2, este resultado pode se dever a inúmeros fatores, entre eles, o fato de estarem no fim do ano podendo ter interesses diversos a elaboração de uma carta em um nível alto. Entretanto me chama a atenção o melhor resultado relativo da terceira série A, justamente aquela em que a competição entre os alunos era acentuada de longa data. Cabe aqui sublinhar que neste ano as atividades de seguimento foram realizadas em um período curto de tempo, no qual não pude retomar as questões do Caso na profundidade e frequência que desejava. Mesmo assim percebi que os estudantes de nível 1, após o debate e a leitura das cartas perguntavam mais, evidenciando um interesse pelo assunto, o que credito ter sido promovido pelas aulas com a ABC.

CASO IA em 2010										
Produção	<i>Individual</i>	<i>Grupo</i>	<i>Individual</i>	<i>Grupo</i>	<i>Individual</i>	<i>Grupo</i>	<i>Individual</i>	<i>Grupo</i>	<i>Individual</i>	<i>Grupo</i>
Nível	A n= 28	A n= 26	B n=28	B n=28	C n=30	C n=32	D n=28	D n=28	E n=40	E n=41
0	6	3	13	2	5	11	13	2	15	7
1	19	1	12	2	0	11	11	0	14	0
2	3	4	3	6	8	10	4	10	11	16
3	0	3	0	8	8	0	0	8	0	16
4	0	15	0	10	9	0	0	8	0	2

Tabela 16 - Resultado da aplicação do protocolo de avaliação das cartas individuais e em grupo dos alunos quando resolvem o Caso IA 2010.

Em 2010, o resultado da aplicação do protocolo de avaliação das cartas individuais dos alunos apresentava duas produções, uma individual, com em 2009, e outra em grupo. Fica evidente ao observar a tabela 16 que os resultados em grupo superaram os individuais.

Na carta individual, nenhum dos alunos chegou a produzir uma carta em que o nível fosse superior ao segundo, com exceção dos alunos da terceira série C. Acredito que os alunos desta série não são superiores aos alunos das outras a ponto de podermos afirmar que esse foi o fator causador da disparidade de resultados. Este resultado reforça o que afirmamos anteriormente quanto ao papel da vontade do aluno em empenhar-se em obter resultados superiores. Esta argumentação se vê reforçada ao observamos os resultados em grupo em que se dá o inverso, a terceira série C sendo a única a não alcançar resultados superiores ao segundo nível. Obviamente esta generalização não é de todo coerente, há certamente outros fatores que implicaram nestes resultados como ressaltai nas análises anteriores de ambos os Casos.

O que quero ressaltar aqui é que ninguém aprende se não quer aprender, independente da estratégia de ensino de que se vale o professor ao ensinar. No caso concreto da tabela 16, credito a inversão a um esforço em compensar o fraco desempenho na carta individual com o objetivo de garantir uma média bimestral melhor, situação análoga ao aluno que vai mal em uma prova e estuda mais para compensar na avaliação subsequente, da mesma forma que indo bem na primeira prova, pode ocorrer de dar atenção a disciplinas que está com problemas, o que também pode explicar o baixo desempenho da terceira série C no trabalho coletivo.

Gostaria de ressaltar que apesar dos fatores comentados acima, acredito que o resultado aponta que o trabalho em grupo potencializa o aprendizado, mesmo com alunos tendo atingido estes níveis, a custa de um ou dois alunos do grupo que realmente se empenharam na tarefa, sem terem se envolvido na solução do Caso, o que procurei verificar no debate questionado sobre o Caso diretamente a alguns desses alunos, e o que observei é que eles demonstravam estar inteirados do conteúdo da carta de seu grupo, o que me leva a crer que esta não foi uma ação generalizada.

CASO IA em 2010										
Produção	<i>Individual</i>	<i>Grupo</i>	<i>Individual</i>	<i>Grupo</i>	<i>Individual</i>	<i>Grupo</i>	<i>Individual</i>	<i>Grupo</i>	<i>Individual</i>	<i>Grupo</i>
Nível	A n= 28	A n= 26	B n=28	B n=28	C n=30	C n=32	D n=28	D n=28	E n=40	E n=41
1	22	23	15	26	25	21	15	26	25	34
2	3	22	3	24	25	10	4	26	11	34
3	0	18	0	18	17	0	0	16	0	18
4	0	15	0	10	9	0	0	8	0	2

Tabela 17 - Utilização de procedimentos com um sentido global pelos estudantes quando solucionam o Caso IA em 2010 individualmente e em grupo.

Quando analiso os procedimentos dos alunos com um sentido global ao solucionar o Caso em 2010, observo que as questões anteriores ficam ainda mais claras na tabela 17, reforçando as conclusões apresentadas.

Os alunos manifestaram que a elaboração da carta para avó foi mais trabalhosa. Mas como vemos na análise dos resultados, as cartas individuais ficaram muito aquém das minhas expectativas, melhorando os resultados nas cartas em grupo, aí há dois fatores ainda a serem sublinhados, o trabalho colaborativo e os temas já terem sido abordados, em parte, nas atividades de seguimento, o que aponta para minha hipótese inicial de os questionamentos proporcionados na análise do Caso poderem ser fator de um maior interesse pelas atividades de seguimento, promovendo um ensino significativo e possibilitando uma melhor aprendizagem.

A análise dos resultados obtidos pelos alunos tanto no Caso IA como no Caso BQ possibilitam obter mais elementos sobre o ensino e a aprendizagem das minhas aulas com a ABC, entretanto as conclusões que tirei até aqui me parecem suficientes para afirmar que, sim, é possível e desejável a utilização de uma estratégia de ensino como a ABC em aulas de física do ensino médio, representando um ganho complementar e suplementar a outras estratégias comumente usadas em nossas escolas, promovendo um ensino ativo e centrado no aluno. Exemplos de cartas consideradas de nível de 1 a 4 estão recolhidas no ANEXO I.

6. Análises e Conclusões

“Descobrir é a única maneira ativa de conhecer; fazer descobrir é o único método de ensinar.”

Gaston Bachelard

Nesta tese, procurei saber se uma estratégia de ensino como a Aprendizagem Baseada em Casos ABC é passível de ser utilizada nas aulas de Física do Ensino Médio da Escola Pública paulista. Busquei, a partir da produção escrita dos alunos e de notas pessoais, saber como se deu as minhas aulas com ABC e se o ensino e a aprendizagem são promovidos conforme apontado pela literatura tomada como referência.

A ABC é uma estratégia desenvolvida inicialmente para o ensino superior, no qual se espera uma maior maturidade e autonomia dos estudantes que no nível médio para um ensino e uma aprendizagem ativa. O que me fez procurar que esta experiência didática transcorresse dentro da normalidade institucional dando-se no contínuo do trabalho pedagógico cuidando para não ser percebido como algo esporádico ou especial pelos alunos.

Este trabalho é uma “metátese” enquanto material de reflexão para a compreensão do processo que, como professor, vivenciei ao recorrer a uma estratégia de ensino em minhas aulas com a qual não possuía familiaridade. Neste processo análogo ao de outros professores em igual situação tive que me familiarizar com a literatura sobre o assunto e analisar no meu contexto os objetivos que podia almejar, o que cabia fazer para atingi-los, que experiência poderia ser aproveitada e o que deveria ser adaptado. Ou seja, planejar a situação de aprendizagem, executar e refletir sobre os resultados obtidos, decidindo que medidas tomar para aperfeiçoar o ensino.

O conhecimento adquirido no contato com a bibliografia sobre a ABC e Casos proporcionaram-me um aprendizado que de outra forma não ocorreria, ainda mais na profundidade em que se deu por estar elaborando uma tese de doutorado.

O desenvolvimento do meu saber fazer em sala de aula promovido pelo processo de produzir os Casos, dentro do contexto concreto da Escola Pública paulista e relacioná-los ao conteúdo previsto no programa da SEESP para a série do Ensino Médio em que desenvolvi o meu ensino, dificilmente seria alcançado por outra estratégia de formação continuada.

Um fator que me leva a tal afirmação baseia-se no fato de que os problemas a serem resolvidos na utilização da ABC com meus alunos eram meus, surgidos dos meus questionamentos enquanto professor, e que se transformaram em questões de pesquisa por não terem respostas simples e objetivas, ou seja, pertenciam ao âmbito dos *domínios mal estruturados*⁸, como os proporcionados pelos Casos com os quais pretendia promover nos meus alunos questionamentos que os levassem a uma postura investigativa nas aulas.

O movimento de entender o que é um Caso e como elaborá-lo relacionando-o com os conteúdos do programa do Ensino Médio da escola pública em um processo de contextualização, que tomei como pretexto para o ensino destes conteúdos em aulas previstas no caderno do aluno as quais utilizei como atividades de seguimento (WASSERMANN, 1994b, p. 26), procurando dar significado as aulas com a ABC e ao ensino da Física. Avaliar os Casos elaborados com base nos autores Selma Wassermann e Clyde Herreid que orientaram em parte sua produção, digo em parte, porque os Casos foram elaborados antes de tomar contato com a totalidade de critérios que utilizei para avaliá-los. E finalmente avaliar a utilização dos Casos com meus alunos, em que as minhas expectativas foram colocadas em tela de juízo promovendo um movimento reflexivo tanto no professor como no pesquisador, no qual como pesquisador teria tempo para reorientar minha ação, mas como professor este tempo é o tempo da escola que é curto, contextualizado e compartilhado por inúmeras solicitações focadas nas necessidades de aprendizagem dos alunos e, não necessariamente, no meu ensino, muito menos na minha pesquisa.

Apesar de a ABC ser uma estratégia de ensino ativa e centrada no aluno, o professor tem papel fundamental para o desenvolvimento do ensino e na promoção da aprendizagem. Entretanto, é necessária uma nova postura do professor para ajudar os alunos a entender quais são as questões a serem levantadas na definição dos problemas relacionados ao Caso, buscar informação adicional, analisar, sintetizar e elaborar possíveis interpretações e soluções.

Desta forma, para que uma aula com a ABC possa ter resultados positivos, é necessário que o professor conheça as características da estratégia para o planejamento e desenvolvimento das aulas para a situação escolar em que se encontra, o que difere em muito de seguir um roteiro pré-estabelecido.

⁸ Domínios mal estruturados representam situações complexas e contextualizadas em que soluções genéricas são de difícil adequação, sendo necessária uma análise e uma proposta de solução que não é única.

Preparar os alunos para trabalhar com a ABC requer, talvez, um esforço inicial da parte do professor, maior do que estratégias de ensino mais comuns em aulas de Física requerem. Uma boa apresentação da proposta é essencial para que os alunos se sintam confortáveis, e mais dispostos a aceitar os desafios que apresenta uma estratégia de ensino ativa e centrada no aluno com a qual não estão familiarizados. Quando os alunos participam de forma ativa, aumenta a possibilidade de que a ABC os ajude a desenvolver o hábito de pensar e refletir inclusive em situações cotidianas. O professor que se dispõe a trabalhar com a ABC não deve ter pressa em obter plenamente os resultados, e deve cultivar a virtude da paciência.

A atitude em relação à participação dos alunos na aula é fator de motivação para a aprendizagem com a ABC. Estimular a participação dos alunos requer do professor aceitar e apoiar o aluno permitindo que intervenha, destacando os aspectos positivos de sua participação.

O fato dos alunos ainda não terem estudado os temas relacionados com os Casos implica que a avaliação dos procedimentos e recursos empregados pelos alunos suponha a elaboração de alguns critérios, que podem variar um pouco de um Caso para outro. Os alunos acostumados com um ensino em que os procedimentos são mais ou menos explícitos podem não estar familiarizados com alguns procedimentos da metodologia científica. Entre esses procedimentos está a busca de informação pertinente em fontes diversas, que devem ser articuladas de modo a elaborar uma argumentação coerente com a resposta que se pretende encontrar para uma dada questão ou problema do Caso.

Um primeiro movimento do professor em relação à avaliação dos alunos, ao recorrer a ABC, é estimar o quanto são capazes de entender a situação presente no Caso e realizar uma análise da mesma, se encaminham a solução emitindo hipóteses, se tratam criticamente a informação, e uma vez alcançada a solução analisam sua coerência.

A partir dos resultados obtidos neste trabalho com as limitações que apresenta, como o número reduzido de sujeitos de pesquisa: um professor e 11 turmas de uma mesma escola. Como com respeito ao material analisado (produção escrita dos alunos), não cabe aqui generalizações. Vejo a necessidade de aprofundar em dois âmbitos: o debate sobre o Caso, e o estudo comparativo do uso da ABC como estratégia de ensino por um número maior de professores.

A opção por analisar a produção escrita dos alunos pareceu-me acertada uma vez que refletiu uma opinião mais solidificada sobre os temas em questão.

A grande contribuição dos Casos para os alunos está no fato de que possibilitam que explicitem e compartilhem o conjunto de conhecimentos utilizados, construídos e mobilizados por eles no processo de ensino e aprendizagem.

Os Casos podem apresentar diferentes perspectivas e se manter abertos a diferentes soluções, podem envolver temas controversos, ambíguos, multidisciplinares e os que estão na fronteira do conhecimento científico e tecnológico, por exemplo, a nanotecnologia. Considero que uma estratégia dessa natureza contribui para o desenvolvimento pessoal e social do aluno em diferentes aspectos. A utilização de situações problematizadoras abordando questões realistas parece permitir uma construção mais sólida de conhecimentos e uma reflexão sobre os processos sociais da ciência e da tecnologia, possibilitando argumentar e posicionar-se de maneira mais informada e responsável. Possibilita também o desenvolvimento de capacidades, competências, atitudes e valores, na perspectiva de uma consciência social e consequentemente uma responsabilidade cidadã.

Caberia ressaltar, ainda, que a ABC é uma estratégia que possibilita contemplar as elaborações de Vygotsky acerca do processo de aprendizagem uma vez que promove a reflexão, a argumentação, o confronto de ideias, posicionamentos e opiniões. A diversidade de respostas em vez de uma única, como é comum em aulas de Física, promovidas pela ABC parece criar condições mais favoráveis para que o aluno se perceba ativo no processo de construção da solução do Caso, sua maneira de ver o problema tem possibilidade de ser valorizada por ele e pelo grupo, reforçando a sua percepção de sujeito agente.

A partir do contexto no qual trabalhei Escola Pública em uma zona central de uma cidade economicamente relevante do estado de São Paulo, podemos apontar que a ABC além de motivadora – não sendo o objetivo desta pesquisa aprofundar nesse aspecto – possibilita desenvolver junto aos alunos uma série de habilidades além das promovidas por “problemas” de lápis e papel; tais como, pensamento crítico, trabalho colaborativo, tomada de decisão, elaboração de hipóteses, capacidade de argumentação, entre outras.

A partir da problemática abordada, os questionamentos nas aulas de seguimento em que foram formalizados os conceitos tais como, radiação eletromagnética, estabilidade nuclear, decaimento radiativo, radiação ionizante, etc. Observei a presença de questões na perspectiva CTSA partirem dos alunos, mesmo sendo que o ensino se pretendesse conceitual. Ao professor cabe discuti-las, evitando assim castrar a criatividade e curiosidade dos alunos, algo tão difícil de fomentar como manter.

A meu ver o que diferencia um Caso de um problema é que, ao analisar um Caso, tanto as perguntas críticas como as hipóteses formuladas pelos alunos possibilitam gerar uma série de problemas menores para a resolução, alguns necessários outros contingentes. Uma ou outra classificação dada aos problemas depende da profundidade e do encaminhamento que se interprete como mais conveniente para dar o Caso como resolvido. Para alguns um problema pode ser contingente enquanto para outro este é necessário.

Os problemas necessários são aqueles que se não forem resolvidos, o caso não apresenta solução satisfatória gerando questionamentos. Os contingentes são questões suscitadas por quem analisa o Caso que enriquecem a análise, vão além do que é necessário para a resolução, não são imprescindíveis, são questões a mais das vezes subjetivas, fomentadas pela curiosidade intelectual.

Outro aspecto que penso ser um diferencial na ABC é a contextualização. Com isto não quero dizer que um Caso é a única forma de contextualizar um problema, a argumentação dirige-se ao aspecto restritivo que o Caso possibilita nas condições de produção. No Caso da Irradiação de Alimentos, por exemplo, além do conhecimento físico necessário para responder as questões críticas, o aluno deve respondê-las a partir da contextualização dada no Caso: um estudante de Física escrevendo uma carta a sua avó aflita com um problema. Essa condição de produção implica em um texto diverso de um questionário; apesar das perguntas serem as mesmas, o tom familiar da carta leva o aluno a expressar-se e raciocinar de uma forma que lhe é mais familiar que um texto acadêmico, seja um relatório, questionário, monografia, etc.

Quanto ao ensino com a ABC, parece conveniente ser incluído não como algo episódico e contingente dentro do programa de aulas, mas em uma sequência lógica, com o intuito de tornar o ensino significativo e crítico, possibilitando ao aluno a experiência de questionar e ser questionado. Aspecto que acredito ser relevante para uma escola, como a brasileira, onde o fazer perguntas é encarado como debilidade cognitiva, em que a ABC pode proporcionar ao aluno – e também ao professor – uma mudança atitudinal importante em relação ao processo de ensino e aprendizagem vigente na maioria de nossas escolas.

As “perguntas críticas” sugeridas por Wassermann realmente auxiliam aos alunos a examinar as ideias importantes, noções e problemas relacionados com o Caso, promovendo uma reflexão profunda sobre os problemas, as diferenciando de perguntas que pedem somente informação sobre fatos, e a reproduzir respostas específicas e são percebidas pelos alunos como algo peculiar a ABC como estratégia de ensino, um recurso que “pode levar os alunos a mobilizar

seus conhecimentos quando analisam os problemas apresentados pelo Caso, e ao propor uma solução para estes mesmos problemas” (WASSERMANN, 1994b, p. 20).

Os dados obtidos ao observar o funcionamento dos grupos em aula são valiosos para conhecer melhor o modo de pensar e interagir dos alunos; possibilitando um auxílio individualizado e uma melhor mediação do processo de ensino e aprendizagem pelo professor.

O processo de ensino, que ocorre em uma estratégia como a ABC, difere essencialmente e em muitos aspectos de práticas como o ensino transmissivo. Ao recorrer a ABC procurei sustentar o ensino com um duplo objetivo: encorajar o processo analítico e a participação ativa do maior número de estudantes possível. O fato da principal tarefa do professor ser o fomento ao aprendizado influencia as atividades que devem ser desenvolvidas por ele. Concordo com Christensen e Hansen (1987) que argumentam que o ensino através da discussão requer, junto com uma mudança notável no papel do professor, uma readequação nas responsabilidades na sala de aula. Essa mudança vem de uma percepção diferente da relação professor-aluno, enfatizando o envolvimento do estudante e o autoaprendizado. Ao trabalhar com Casos me senti confortável quando confrontado com a ambiguidade de uma discussão difícil de planejar, de fluxo livre, dirigida pelas ideias dos estudantes e que pode muito bem seguir caminhos pouco usuais ou inesperados. E apresentar questões relativas a:

- Como selecionar um aluno para começar a aula?
- Como selecionar um aluno para responder a uma questão, quando muitos outros estão com as mãos levantadas pedindo reconhecimento? Que tipo de questões são mais apropriadas, e para qual momento específico da aula?
- Como decidir responder pessoalmente a um comentário de um aluno, ignorar, ou pedir a outro aluno para comentá-lo?
- Quando colocar um comentário no quadro?
- Como obter altos níveis de envolvimento dos alunos na discussão do Caso? Como lidar com a apatia? Como lidar com alunos ansiosos?
- O que devo saber sobre os alunos? Como tal informação pode ser obtida?

São diversas as estratégias que podemos utilizar para ensinar física. A realidade mais comum em nossas escolas é o ensino transmissivo, em que a tarefa fundamental do professor na aula é proporcionar informação aos alunos. Os professores de física que aderem a este estilo podem vir a recorrer a estratégias de ensino como a exposição oral e aos exercícios de lápis e papel.

O debate sobre o Caso requer habilidade para escutar os alunos e compreender o que querem dizer, para sintetizar suas ideias em uma concisa paráfrase, para formular perguntas que levem a um exame significativo das questões fundamentais, para organizar a discussão de modo tal que as ideias de todos os alunos sejam respeitadas e nenhum deles tema participar; tudo com o objetivo de manter a discussão bem encaminhada, evitando que se desvie do assunto com a introdução de anedotas pessoais ou questões não pertinentes levantadas por algum aluno. “É conveniente que o professor se abstenha de dizer aos alunos o que devem pensar. Evitar emitir julgamentos sobre as ideias expressas pelos alunos é uma atitude que vai nesta direção. Até um juízo tão inócuo como “Isso é interessante”, pode por fim a uma discussão muito animada” (WASSERMANN, 1994b, p.28).

A análise do Caso proporciona questionamentos que promovem o interesse por saber mais, em aprofundar sobre os assuntos. E o debate sobre o Caso intensifica esse interesse.

Ao não proporcionar a *resposta “correta”* promovendo a ambiguidade na solução possibilita que “os questionamentos surgidos no trabalho com o Caso facilitem, em uma etapa subsequente, o estudo de novos conteúdos relacionados aos assuntos que despertaram o interesse dos alunos incorporados às aulas normais, que seriam assim, como um complemento das discussões sobre Casos” (WASSERMANN, 1994b, p. 27).

Promovendo novas discussões, similares às que surgem no debate sobre o Caso, criando a possibilidade de se ampliar e aprofundar a análise dos problemas com a introdução de novas perspectivas.

Nas aulas com a ABC vi evidências de aprendizagem e desenvolvimento de habilidades e competências pelos alunos. Eles comunicam suas ideias com uma clareza maior, manifestam uma capacidade de analisar problemas complexos de um modo mais crítico; se percebe uma mudança em sua capacidade para tomar decisões como algo próprio. Os alunos se apresentam mais curiosos; seu interesse geral na aprendizagem tende a aumentar, bem como seu respeito pelas opiniões, atitudes e crenças divergentes da sua, alguns chegam a ler sobre os conteúdos para aprofundar no assunto meses depois de terminado as aulas com a ABC. Deparei-me com discussões sobre os temas do Caso durante o intervalo das aulas e alguns relataram as que haviam tido em seus lares e com amigos alheios a escola.

Apesar das limitações apontadas acredito que a utilização da ABC com Casos que exijam do aluno a mobilização de conhecimentos prévios articulado com conhecimento novo para a

solução do Caso, promova uma aprendizagem integradora do conhecimento cotidiano do aluno com a informação científica, um ensino de física que promova que os alunos sejam capazes de aplicar parte de sua aprendizagem para entender não somente os fenômenos naturais que os cercam, mas também as tecnologias com suas relevantes consequências sociais.

Assim, refletindo sobre meus questionamentos iniciais, considero que a ABC é uma estratégia de ensino promissora da qual pode se valer o professor de física no ensino médio, contribuindo para uma aprendizagem mais significativa dos alunos, ampliando os horizontes do significado do conhecimento físico em seu cotidiano, principalmente para aqueles que não seguirão carreiras diretamente relacionadas à física.

A partir desta experiência estou convicto que trabalhando com um Caso por bimestre nos três anos do ensino médio da escola pública paulista, o que perfaz 12 Casos, grande parte dos alunos poderiam desenvolver muitas das habilidades e competências preconizadas pela ABC segundo a literatura. As quais, a meu ver, seriam de grande utilidade, tanto para aqueles que prossigam seus estudos no nível superior, como para aqueles que se dirigem ao mercado de trabalho.

Esta experiência me faz concordar com Wassermann (1999) quando diz que, para cumprir o que promete em relação ao ensino e à aprendizagem dos alunos, a estratégia deve procurar ser fiel aos princípios básicos do ensino com a ABC.

O principal fruto desta tese foi proporcionar o meu desenvolvimento pessoal e profissional, na qual compartilho a experiência e conclusões com os leitores que se interessarem pela ABC em aulas de física no ensino médio, e um olhar para aqueles que procuram compreender como um professor se desenvolve profissionalmente ao utilizar uma nova estratégia de ensino com seus alunos.

Bibliografia

ADAM, M. **The Responses of Eleventh Graders to Use of Case Method of Instruction in Social Studies**. 1992. Tesis inédita (Master). Faculty of Education, Simon Fraser University, Burnaby, BC. .

AMADOR, J. et al. **The Practice of Problem-Based Learning. A Guide to Implementing PBL in the College Classroom**. Bolton, Massachusetts: Anker Publishing Company, Inc., 2006.

ANDERSON, G.; HERR, K. The new paradigm wars: Is there room for rigorous practitioner knowledge in schools and universities? **Educational Researcher**, v. 8, n. 5, p. 12-21, 1999.

ANDRADE, M. A. B. S.; CAMPOS, L. M. L. Possibilidades e limites da prática da aprendizagem baseada em problemas (PBL) no ensino médio., VII CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, 2005. Granada. Universitat Autònoma de Barcelona.

ARAMBULA-GREENFIELD, T. Implementing Problem-Based Learning in a College Science Class. **Journal of College Science Teaching**, v. 26, n. 1, p. 26-30, Sep-Oct 1996.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARNETT, C. Building a Case-Based Curriculum to Enhance the Pedagogical Content Knowledge of Mathematics Teachers. **Journal of Teacher Education**, v. 42, n. 4, p. 263-272, September 1, 1991 1991. Disponível em: < <http://jte.sagepub.com/content/42/4/263.abstract> >.

BAROLLI, E.; FARIAS, C. R. D. O.; LEVI, E. **O Potencial de Assuntos Controversos para a Educação em uma Perspectiva CTS. X Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia - Histórias e Percursos da Biologia no Currículo**. UFSCAR. São Carlos 2006.

BICKERTON, L. **Case Method Teaching in Senior Biology: A Synthesis of Curriculum content and Goals with Year 2000 Goals**. 1993. (Master of Science). Faculty of Education, Simon Fraser University, Burnaby, BC.

BICKERTON, L. et al. **Cases for Teaching in the Secondary School**. Coquitlam, BC: Caseworks, 1991.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais : Ensino Médio (Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias)**. TECNOLÓGICA, M. D. E. S. D. E. M. E. Brasília: MEC: 22 p. 2000.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais+: Ensino Médio - Física (Orientações Educacionais Complementares**

aos **Parâmetros Curriculares Nacionais**). TECNOLÓGICA, M. D. E. S. D. E. M. E. Brasília: MEC: 5 p. 2002.

BRUNER, J. S. **Actual minds, possible worlds**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1986.

CAMP, G. Problem-based learning: A paradigm shift or a passing fad? . **Medical Education Online**, v. 1, n. 2, 1996.

CHAMBERS, R.; STEVE, F. The Case of Injustice in Our Time. In: BICKERTON, L. (Ed.). **Cases for Teaching in the Secondary School**. Coquitlam: BC:Caseworks, 1991. p.53-58.

CHRISTENSEN, C. R.; GARVIN, D.; SWEET, A. **Education for Judgment: The Artistry of Discussion Leadership**. Boston: Harvard Bussines School Press, 1991. 83-98

CHRISTENSEN, C. R.; HANSEN, A. **Teaching and the Case Method**. Boston: Harvard Bussiness School, 1987.

CITIZEN, P. A irradiação de alimentos e as famílias de agricultores. New York, 2006. Disponível em: < <https://www.citizen.org/documents/familyfarmsport.pdf> >.

CLÉIA BATISTA DIAS ORNELLAS et al. ATITUDE DO CONSUMIDOR FRENTE À IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS. **Ciência e Tecnologia de Alimentos Campinas**, v. 26, n. 1, p. 211-213, jan.-mar. 2006.

CLIFF, W. H.; CURTIN, L. N. **Journal of College Science Teaching**, v. 30, p. 64, 2000.

COCHITO, M. I. S. **Cooperação e Aprendizagem:Educação Intercultural**. Lisboa: ACIME, 2004. 180 Disponível em: < http://www.entreculturas.pt/Media/Publicacoes/Coop_Apredizagem_N3.pdf >. Acesso em: janeiro 2011.

COCHRAN-SMITH; M., L., S. Research on teaching & teacher research: the issues that divide. **Educational Researcher**, v. 19, n. 2, p. 2-11, 1990.

CONANT, J. B. **The Growth of the Experimental Sciences: an experimental in general education**. New Haven: Yale Univ. Press, 1949.

CONANT, J. B. **Harvard Case Histories in Experimental Science**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1957.

CUBAN, L. **How Teachers Taught**. New York: Teachers College Press, 1993.

DUBET, F. **Le Déclin de l'institution**. Paris: Seuil, 2002.

EASTON, G. **Learning from case Studies**. London: Prentice Hall, 1982.

ENTREVISTA - Eric Marchioni. REVISTA BRASIL NUCLEAR. 29 2006.

ERTMER, P. A.; NEWBY, T. J.; MACDOUGALL, M. Students' responses and approaches to case-based instruction: The role of reflective self-regulation. **American Educational Research Journal**, v. 33, n. 3, p. 719-752, FAL 1996. Disponível em: < <Go to ISI>://A1996VR32600007 >.

EWING, D. W. **Inside the Harvard Business School**. New York: Random House, 1990.

FATARELI, E. F. et al. Método Cooperativo de Aprendizagem Jigsaw no Ensino de Cinética Química **QUÍMICA NOVA NA ESCOLA**, v. 10, n. 10, p. 1-9, 2010.

GOLICH, V. L. The ABCs of Case Teaching. **International Studies Perspectives**, v. 1, n. 1, p. 11-29, 2000. ISSN 1528-3585. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1111/1528-3577.00002> >.

GOODNOUGH, D. Changing Ground: A Medical School Lecture Turns to Discussion Teaching. In: CHRISTENSEN, C. R.; GARVIN, D., *et al* (Ed.). **Education for Judgment: The Artistry of Discussion Leadership**. Boston: Harvard Business School Press, 1991. p.83-98.

GRECA, I. M.; MOREIRA, M. A. Do saber fazer ao saber dizer: uma análise do papel da resolução de problemas na aprendizagem conceitual de Física. **Ensaio: Pesquisa em educação em ciências**, v. 5, n. 1, p. 1415-2150, Março 2003. Disponível em: < http://www.fae.ufmg.br/ensaio/v5_n1/515.pdf >.

GREENWALD, B. Teaching Technical Material. In: CRISTENSEN, C. R.; GARVIN, D., *et al* (Ed.). **Education for Judgment: The Artistry of Discussion Leadership**. Boston: Harvard Business School Press, 1991. p.193-214.

HALKIA, K.; MANTZOURIDIS, D. Students Views and Attitudes Towards the Communication Code Used in Press Articles About Science. **International Journal of Science Education**, v. 27, n. 12, p. 1395 - 1411, 2005. ISSN 0950-0693. Disponível em: < <http://www.informaworld.com/10.1080/09500690500102912> >. Acesso em: November 05, 2010.

HANSEN, A. et al. Felt As If My World Had Just Collapsed. In: HANSEN, A. e CRISTENSEN, C. R. (Ed.). **Teaching and The Case Method** Boston: Harvard Business School Press, 1987. p.264-270.

HARLING, K. F.; AKRIDGE, J. Using the case method of teaching. **Agribusiness**, v. 14, n. 1, p. 1-14, 1998. ISSN 1520-6297. Disponível em: < [http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1520-6297\(199801/02\)14:1<1::AID-AGR1>3.0.CO;2-8](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1520-6297(199801/02)14:1<1::AID-AGR1>3.0.CO;2-8) >.

HARRINGTON, H. L. Fostering reasoned decisions: case-based pedagogy and the professional development of teachers. **Teaching and Teacher Education**, v. 11, n. 3, p. 203-214, 1995/5 1995. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/B6VD8-3XVH2S6-V/2/47214a067e18a646a9d85bf4810a8e7a> >.

HERREID, C. F. Case studies in science – A novel method of science education. **Journal of College Science Teaching**, v. 23, n. 4, p. 221-229, 1994.

_____. What is a case? . **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 2, p. 92-94, 1997.

_____. Why isn't cooperative learning used to teach science? **BioScience**, v. 48, n. 7, p. 553-559, 1998.

_____. What makes a good case? . **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 3, p. 163-169, 1998a.

HERREID, C. F. When Justice Peeks : Evaluating Students in Case Study Teaching. **Journal of College Science Teaching**, v. 30, n. 7, p. 430-433, May 2001.

HERREID, C. F. Response to: The problem with problem-based medical education: Promises not kept by R. H. Glew. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v. 31, n. 4, p. 253-254, 2003. Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-16844362762&partnerID=40&md5=19e4da4030acf525c74b50d334850c97> >.

_____. Science education needs case studies. **Scientist**, v. 19, n. 4, p. 10-10, 2005. ISSN 0890-3670. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000227520300006 >.

HERREID, C. F. **Start with a story: the case study method of teaching college science**. Arlington: National Science Teachers Association, 2007.

JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T. Instructional Goal Structure: Cooperative, Competitive, or Individualistic. **Review of Educational Research**, v. 44, n. 2, p. 213-240, Summer 1974 1974. Disponível em: < <http://rer.sagepub.com/content/44/2/213.short> >.

JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T.; HOLUBEC, E. J. **Los nuevos círculos del aprendizaje: la cooperación en el aula y la escuela**. Buenos Aires: Editorial Aique, 1999.

KENT, T. W.; HERBERT, J. M.; MCNERGNEY, R. F. Telecommunications in teacher education: Reflections on the first virtual team case competition. **Journal of Information Technology for Teacher Education**, v. 4, n. 2, 1995.

KINZIE, M. B.; HRABE, M. E.; LARSEN, V. A. Exploring professional practice through an Instructional design team case competition. In: AECT, 20th National Convention of the Association for Educational Communications and Technology 1997.

KLEINFELD, J. S. The use of case studies in preparing teachers for cultural diversity. **Theory into Practice**, v. 37, n. 2, p. 140-147, SPR 1998.

KOMATSU, R. S.; ZANOLLI, M.; LIMA, V. V. Aprendizagem baseada em problemas. In: E., M. e E., G. (Ed.). **Educação Médica**. São Paulo: Sarvier, 1998.

LAWRENCE, P. "The Preparation of Case Material". In: ANDREWS, K. R. (Ed.). **he Case Method of Teaching Human Relations and Administration**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1953. p.215.

LAWSON, A. E. Using the learning cycle to teach biology concepts and reasoning patterns. **Journal of Biological Education**, v. 35, n. 4, p. 165-169, 2001/08/05 2001. ISSN 0021-9266. Disponível em: < <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00219266.2001.9655772> >.

LEVIN, B. B. Using the case method in teacher education: the role of discussion and experience in teachers' thinking about cases. **Teaching and Teacher Education**, v. 11, n. 1, p. 63-79, 1995/1 1995.

LINDERMAN, B. et al. Exploring cases on-line with virtual environments. In: L. SCHNASE, E. L. C., 1st international Conference on computer support for collaborative learning (CSCL '95), 1995. Indiana.

LINHARES, M. P.; REIS, E. M. Integrando o espaço virtual de aprendizagem "eva" à formação de professores: estudo de caso sobre o currículo de física no ensino médio. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, n. 2, 2008.

LOUREIRO, I. M. G.

A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas e a formulação de questões a partir de contextos problemáticos: Um estudo com professores e alunos de Física e Química. 2008. 183 Dissertação (Mestrado). Universidade do Minho, Braga - Portugal.

MACIEL DE OLIVEIRA, C. LA INVESTIGACIÓN-ACCIÓN COMO ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE EN LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO. **REVISTA IBEROAMERICANA DE EDUCACIÓN**, v. 33, p. 91-109, 2003.

MARTINS, C. **Chuveiros com energia elétrica e solar propiciam banhos mais econômicos** Diário Oficial-Estado de São Paulo. São Paulo: Da Agência de Imprensa Oficial 2008.

MEDEIROS, I. M. M. A. O., LAURA CRISTINA DE ; ZAMBONI, C. B. **A física e a irradiação de alimentos**. XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física. Rio de Janeiro: Anais XVI SNEF 2005.

MENDES, M. T. P. J. **Aprender a pensar como professor - contributo da metodologia de casos na promoção da flexibilidade cognitiva**. 2001. Tese (Doutorado). Universidade de Coimbra., Coimbra.

MERSETH, K. K. The Early History of Case-Based Instruction - Insights for Teacher-Education Today. **Journal of Teacher Education**, v. 42, n. 4, p. 243-249, SEP-OCT 1991. Disponível em: < <Go to ISI>://A1991GL73400001 >.

MERSETH, K. K. Cases and case methods in teacher education. In: SIKULA, J. (Ed.). **Handbook of Reserach on Teacher Education (2d ed.)**. 2. New York: Macmillan and the Association of Teacher Educators, 1996. p.722-741.

MICHAELSEN, L. K.; KNIGHT, A. B.; FINK, L. D. **Team-based learning: a transformative use of small groups.** Praeger, 2002. ISBN 9780897898638. Disponível em: < <http://books.google.com/books?id=8S8efQkqeqIC> >.

MIZUKAMI, M. D. N. A pesquisa sobre formação de professores: metodologias alternativas. VI Congresso Estadual Paulista sobre Formação de Educadores, 2003. p.201-233.

MONEREO, C. et al. **Estrategias de enseñanza y aprendizaje: formación del profesorado y aplicación en la escuela.** Barcelona: Graó, 1998.

O'SHEA, T.; WASSERMANN, S. **"The Case of the Yahagi Maru":** Burnaby: Faculty of Education Case Clearinghouse, Simon Fraser University 1992.

PÉREZ, D. G. 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, p. 311-320, 1999.

PÉREZ GÓMEZ; ÁNGEL. Capítulo XI. La función y formación del profesor en la enseñanza para la comprensión. Diferentes perspectivas. In: SACRISTÁN;, J. G. e GÓMEZ, Á. P. (Ed.). **Comprender y transformar la enseñanza.** 9ª ed. Madri: Morata, 2000.

PERRENOUD, P. La Transposition Didactique à Partir de Pratiques: de savoir aux compétences. **Revue des Sciences de l'Éducation**, Montreal, v. XXIV, n. 3, p. 487-514, 1998.

PRESTES, M.; CAPPELLETTO, E.; SANTOS, A. D. C. K. D. CONCEPÇÕES DOS ESTUDANTES SOBRE RADIAÇÕES. XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2008. Curitiba.

RATHS, L. E.; WASSERMAN, S.; JONAS, A. Y. R. A. **Teaching for Thinking: Theory, Strategies, and Activities for the Classroom.** New York: Teachers College Press, 1986.

REIS, E. M. **LIMITES E POSSIBILIDADES DE UM ESPAÇO VIRTUAL DE APRENDIZAGEM NO ENSINO E NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA.** 2008. Doutorado, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes.

REIS, P. **A escola e as controvérsias sociocientíficas: Perspectivas de alunos e professores.** Lisboa: Escolar Editora, 2008.

RIBEIRO, R. M. L.; MARTINS, I. O potencial das narrativas como recurso para o ensino de ciências: uma análise em livros didáticos de física. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 3, p. 293-309, 2007.

RICHARDS, L. G.; GORMAN, M. E.; SCHERER, W. L. Case-based education in the age of Internet. In: BUDNY, D.; HERRICK, R., *et al*, ASEE/IEEE frontiers in education 95 Conference, 1995. Purdue. ASEE/IEEE.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudo de casos no ensino de química**. Campinas: Editora Átomo, 2009.

SAVERY, J.; DUFFY, T.; WILSON, B. Problem Based Learning: An instructional model and its constructivist framework. In: (Ed.). **Constructivist Learning Environments: Case Studies in Instructional Design**: Educational Technology Publications, 1995.

SCHÖN, D. A. **The reflective practitioner: How professionals think in action**. New York: BasicBooks, 1983.

_____. Coaching reflective teaching. In: GRIMMETT, P. P. e ERICKSON, G. L. (Ed.). **Reflection in teacher education**. New York: Teachers College Press, 1988. p.19-29.

SEESP. **Proposta Curricular do Estado de São Paulo para o Ensino Fundamental - Ciclo II e Ensino Médio**. São Paulo 2008.

_____. São Paulo Faz Escola-Relatório. 2009. Disponível em: <
<http://www.rededosaber.sp.gov.br/portais/Default.aspx?alias=www.rededosaber.sp.gov.br/portais/spe2009>>.

SEESP_FÍSICA. **Proposta Curricular do Estado de São Paulo_Ensino Médio_Física**. São Paulo 2008.

SHULMAN, J. **Case methods in teacher education**. New York: Teachers College Press, 1992.

SHULMAN, L. S. Toward a pedagogy of cases. In: SHULMAN, J. H. (Ed.). **Case methods in teacher education**. New York, NY: Teachers College Press, 1992. p.1-30.

SPIRO, R. J.; COULSON, R. L.; FELTOVICH, P. J. Cognitive flexibility theory: advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. 10th annual Conference of the Cognitive science society, 1988. Hillsdale, NJ. Erlbaum. p.375-383.

STAHL, R. J. **Cooperative learning in science: a handbook for teachers**. Menlo Park: Addison-Wesley, 1996.

STRUCHINER, M.; REZENDE, F. **Uma proposta de modelo para ensino baseado em casos para um ambiente de EAD**. Rio de Janeiro: LTC-NUTES-UFRJ 1998.

TÄRNVIK, A. The Case Study: The Multiple-Case Method. **Journal of College Science Teaching**, v. 32, n. 2, p. 94, oct 2002.

TÉBÉKA, I. R. M.; HALLWASS, F. **Radiações Nucleares: Histórico e Aplicação Industrial na Preservação de Alimentos.** I Congresso Norte Nordeste de Química. Natal-Campus da UFRN 2007.

WASSERMANN, S. **Getting Down to Cases: Learning to Teach with Case studies.** New York: Teachers College Press., 1993.

_____. **Introduction to case method teaching : a guide to the galaxy.** New York, NY: Teachers College Press Teachers College Columbia University, 1994a. xiii, 245

WASSERMANN, S. **El estudio de casos como método de enseñanza.** Buenos Aires: Amorrortu, 1994b. ISBN 9789505188048. Disponível em: <
<http://books.google.com.br/books?id=6jdqAAAACAAJ> >.

WASSERMANN, S. Shazam! You're a Teacher: Facing the Illusory Quest for Certainty in Classroom Practice Share **Phi Delta Kappan**, v. 80, n. 6, p. 464-468, Feb 1999.

WATERMAN, M. A. Investigative case study approach for biology learning. **Journal of College Biology Teaching** v. 24, n. 1, p. 3-10, 1998.

WOODS, D. **Problem-Based Learning: How to gain the most from PBL.** 1994. McMaster, Canada.

ZEICHNER, K.; NOFFKE, S. Practioner research. In: RICHARDSON, V. (Ed.). **Handbook of Research on Teaching.** Washington, D.C. : AERA, 1998.

ZEICHNER, K. M. **A formação reflexiva de professores: ideias e práticas.** Lisboa: Educa, 1993.

ANEXOS

ANEXO A - Síntese das Características e atributos que Herreid e Wassermann consideram que um “bom relato de um Caso” deva apresentar.

CLYDE HERREID	SELMA WASSERMAN
Um bom Caso narra uma história; (6) Um bom Caso desperta o interesse pela questão; (7) Um bom Caso deve ser atual; (5) Um bom Caso produz empatia com os personagens centrais; (4) Um bom Caso é relevante ao leitor; (2) Um bom Caso deve ter utilidade pedagógica; Um bom Caso provoca um conflito; (3) Um bom Caso força uma decisão; (8) Um bom Caso tem generalizações; Um bom Caso é curto; (1) <i>“What makes a good case?”</i> (HERREID, 1998a)	Brevidade; (1) Coerência; Agilidade; Clareza; A variação de extensão e sintaxe das frases; Intercalam curtas e longas; O estímulo sobre todos os sentidos do leitor e não só a razão; A não repetição das expressões. O começo do relato deve atrair a atenção do leitor; (2) Começam com uma ação; Centra-se em acontecimentos importantes; (5) Intensificam a tensão entre pontos de vista antagônicos; (3) Despertam interesse pelos personagens; (4) Concluem com um dilema; (3) Desenvolver uma grande ideia; (7) Inserir esta ideia em uma história; (6) Criação de perguntas críticas; (8) <i>“El estudio de Casos como método de enseñanza”</i> (WASSERMANN, 1994b)

ANEXO B-Aulas de física do jornal do aluno SEESP

30 – Física

Jornal do Aluno | 2ª e 3ª Séries – ensino médio

FÍSICA

Linguagens da Física

Aulas 1 e 2

Lombada eletrônica, radares e a medida da velocidade

O trânsito tem se tornado uma das causas de morte mais importantes nas grandes cidades. A alta velocidade é um dos elementos que faz dos carros grandes ameaças à vida das pessoas. As leis e normas que regulamentam o tráfego nas ruas visam a trazer segurança para pedestres e motoristas. A regulamentação de trânsito é baseada em leis físicas sobre o comportamento dos aparelhos móveis.

Hoje em dia, a maioria das multas de trânsito por excesso de velocidade provém de aparelhos que medem a velocidade de forma automática. Alguns são radares e outras conhecidas como lombadas eletrônicas. Os carros que trafegam acima da velocidade são fotografados e a multa determinada com base na medida do aparelho.

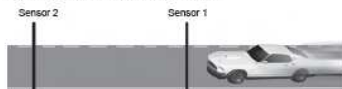
Sobre os medidores automáticos de velocidade

Escreva em seu caderno de trabalho quais são os tipos de medidores de velocidade que você conhece. Descreva-os, faça desenhos e tente imaginar como eles funcionam.

Você já pensou como esses equipamentos funcionam?

Os equipamentos para medida automática de velocidade funcionam basicamente de dois modos: com sensores de solo e emissores de ondas eletromagnéticas.

Os equipamentos do tipo sensores de solo ficam em local fixo, enterrado no asfalto. Podem ser esquematizados como na figura abaixo:



O carro, ao passar pelo Sensor 1, dispara um relógio muito preciso. Ao passar pelo Sensor 2, o relógio para. Um pequeno microprocessador (se você não souber o que é, faça uma pesquisa ou pergunte ao(a) professor(a), tem a informação de quanto é a distância entre os dois sensores e utiliza a medida de tempo do relógio para calcular a velocidade.

Localize um aparelho com sensor terrestre perto de sua escola/casa, meça e anote a distância entre os dois sensores (Se seu bairro/cidade não tiver tal aparelho, seu professor irá fornecer os dados). Anote também qual o limite de velocidade permitida no local. Calcule o tempo mínimo que o relógio do aparelho deve marcar para que o carro não seja multado.

Construa um gráfico que permita determinar a velocidade do carro em função do tempo medido pelo relógio do aparelho. Como você espera que seja a "curva" obtida?

Os medidores tipo "radar" são móveis e têm este nome pois funcionam como os radares utilizados para detectar aeronaves no espaço. Eles emitem ondas eletromagnéticas em intervalos de tempo regulares. Ao encontrarem um obstáculo – um carro, no nosso caso – retornam à fonte e são detectados. O cálculo da velocidade é um pouco mais complicado, mas é baseado na comparação da onda emitida e na onda detectada. O microprocessador se encarrega de calcular a velocidade. Faça uma pesquisa numa biblioteca, na Internet ou consulte seu(sua) professor(a) sobre os detalhes do funcionamento desses equipamentos.

Aulas 3 e 4

Sobre o cálculo do distanciamento de segurança entre carros numa rodovia



Muitas rodovias modernas indicam aos motoristas a distância segura que eles devem manter do carro da frente. Isso porque dependendo da velocidade, pode não ser possível parar.

Várias estradas, dentro e fora do país, trazem indicações nas pistas sobre a distância que os carros devem manter entre si. Em países como Portugal, por exemplo, placas de sinalização indicam a distância em metros.

Como é calculada a distância de segurança entre veículos numa avenida? Como isso varia com a distância?

Você saberia dizer por que à medida que a velocidade aumenta, deve-se aumentar a distância do carro da frente? Escreva suas hipóteses em seu caderno de trabalho.

Para responder às perguntas acima é preciso considerar dois fatores:

1. O freio dos carros tem um poder limitado de frenagem.
2. Existe um tempo de reação entre o momento em que o motorista percebe que é preciso frear e o ato de frear propriamente dito. Esse tempo é chamado "tempo de reação" e ele varia de pessoa para pessoa.

Veja as informações abaixo, obtidas de fontes

ligadas aos especialistas de trânsito:

Informação 1

O tempo de reação de um motorista varia de 0,4 s a 0,8 s de pessoa para pessoa. Esse é o tempo que passa entre o motorista perceber a necessidade de frear e efetivamente frear. Durante esse intervalo o carro continua na mesma velocidade. Considere o valor de 0,7 s como o tempo de reação de um indivíduo. Suponha que o carro viaje a 80 Km/h.

Faça um esquema do que ocorre entre a tomada de consciência da frenagem e o ato de frear. Calcule a distância que o carro percorre durante esse tempo. (veja que a velocidade do carro aparece em Km/h e que o tempo de reação está em segundos)

Informação 2

Sabe-se que durante a frenagem a taxa de desaceleração de um veículo situa-se na faixa de 1 a 3 m/s², quando se inicia a frenagem, e em até 3,5 m/s², quando já está parando. As frenagens com valores superiores a estes causam desconforto para os ocupantes do veículo e, se a desaceleração superar os 5 m/s² o risco de acidente é alto. Em última instância, quem determina a máxima desaceleração possível é o coeficiente de resistência à derrapagem na via.

Interprete o texto acima e traduza *desaceleração* em termos físicos.

Escreva em seu caderno o que significa, em termos de velocidade, dizer que um carro desacelerou à taxa de 3,0 m/s². Reescreva a desaceleração expressa no texto acima em Km/h.s, ou seja, em termos de redução de velocidade medida em Km/h a cada s. Suponha que um carro de passeio possa desacelerar com 10 km/h.s. Faça uma tabela de velocidade por tempo, desde 80 km/h até a parada. Em seguida, faça um gráfico com os dados desta tabela. Por último, calcule a distância que esse carro percorre até parar.

Aula 5

Força e amortecimento: dos chutes de futebol às redes de salvamento

Você já se perguntou por que um trapezista pode arriscar piruetas mil sendo protegido apenas por uma rede de segurança? Ou, mais dramático ainda, por que os bombeiros confiam nas redes de salvamento para amparar uma pessoa em uma queda de vários metros de altura? Pois bem, a base de tudo está no tempo! Mas não no tempo de queda, que neste caso só faz o corpo aumentar de velocidade, mas no tempo de frenagem que a rede aplica na pessoa que cai. Vamos usar o conhecimento físico para tornar esse ponto mais claro.

Calculando a velocidade de queda

Antes de tudo, vamos relembrar como obtemos a velocidade de um corpo abandonado em queda livre. Se você tiver seu livro do primeiro ano do ensino médio, ou algum outro material de Física, não será difícil relembrar como varia a velocidade de um corpo em queda. Escreva no seu caderno qualquer forma de representar esse movimento (vale gráfico, tabela, equação algébrica etc.).

Aula 6

Imagine agora que se trata de uma pessoa de 70 kg que precisa pular de uma altura de 10 m (equivalente a três andares). Ao pesquisar sobre a queda de um corpo, você deve ter visto que a velocidade cresce de maneira constante, com 10 m/s a cada segundo que passa. Esse valor serve de maneira aproximada para as quedas reais, pois além de ser numericamente próximo do valor da gravidade, desconsidera o fato de que numa queda real há influência do ar. Mas vamos ficar com esse valor. Escolha uma forma de calcular a velocidade com que esse corpo chega ao solo depois da queda. Use o método que quiser para fazer esse cálculo. Se você não se lembrar, peça a ajuda do(a) professor(a).

Numa queda real, a velocidade com que o corpo atinge o solo depois de uma queda livre de 10 m chega a 10 m/s. Se não houver uma rede de segurança, o contato com o solo duro faz o corpo parar de uma vez! Nesse caso, a velocidade vai de 10 m/s a zero em pouquíssimo tempo. Vamos estimar o tempo que um corpo leva num caso como esse. Antes de mais nada, é preciso dizer que isso depende do tipo de solo. Escreva em seu caderno a ordem de grandeza desse tempo para uma queda em um cimentado bem duro.

Numa situação como essa, o tempo não passa de alguns centésimos de segundo. Supondo que esse valor seja 0,01 s, calcule a desaceleração sofrida pelo corpo. Em seguida, calcule a força que age no corpo durante a queda. Lembre-se de que a pessoa tem 70 Kg e que a segunda lei da dinâmica indica que $F = m \cdot a$.

Veja que essa força enorme que age no corpo pode quebrar ossos, romper órgãos e acabar por ser responsável pelo óbito da pessoa.

O que uma rede de segurança faz para uma pessoa em queda? Se você entendeu nosso ponto, deve ser capaz de dizer que uma rede de segurança aumenta o tempo em que o corpo é freado. Isso novamente varia de acordo com o tipo de material que compõe a rede.

Suponha que uma rede aumente em 10 vezes o tempo de frenagem do corpo em queda. O que acontece com o valor da desaceleração? E com o valor da força aplicada sobre o corpo? Faça esses cálculos em seu caderno.

Para terminar esse problema, usando os dados acima, faça uma representação da queda de um corpo usando um gráfico de $v \times t$. Nesse gráfico, represente um corpo que cai sem amparo de uma rede e outro, que cai amparado pela rede de proteção.

Aulas 7 e 8

O feijão nosso de cada dia

A panela de pressão foi uma das grandes invenções culinárias. Inventada no século XVII pelo francês Denis Papin, permitiu redução no tempo de cozimento de inúmeros alimentos. No contexto brasileiro, panela de pressão está associada com preparo de feijão. Converse com donas/donos de casa/restaurante e pergunte como seria cozinhar feijão sem uma panela de pressão. Anote no seu caderno as informações recolhidas, em particular o tempo médio de cozimento de feijão em uma panela de pressão e com uma panela comum.

Agora que estamos cientes da importância da panela de pressão na redução do tempo de cozimento, vamos nos perguntar por que isso ocorre? Iniciemos analisando o nome: *panela de pressão*. Por que a pressão em uma panela torna-a mais eficiente no cozimento? Para isso, vamos começar procurando mais dados sobre este utensílio doméstico. Busque informações técnicas sobre panelas de pressão nas embalagens, na internet e nas lojas que vendem utensílios domésticos. Estamos procurando informações sobre a temperatura da água no interior da panela, o valor da pressão no interior de uma panela, a unidade usada para exprimir essa pressão, os dispositivos de segurança, os cuidados para seu bom funcionamento etc. O(a) professor(a) poderá ajudá-lo a saber se as informações recolhidas foram suficientes. Anote tudo no seu caderno de trabalho.

Destaque: É importante notar que uma panela de pressão pode ser perigosa. A ideia de uma tal panela é fazer com que a pressão no interior seja grande. Porém, se a pressão subir demais, ela explode. Para isso, há válvulas que devem ser mantidas limpas e desimpedidas.

A pesquisa anterior deve ter mostrado que no interior de uma panela de pressão a água chega a temperaturas superiores a 100 °C. E este fato está diretamente ligado ao aumento da pressão. Se você quiser saber mais a respeito disso, peça ao(a) professor(a) para indicar fontes de consulta sobre os modelos físicos que explicam essa relação. Anote em seu caderno as informações recolhidas.

Existem várias unidades usadas para medir a pressão. Ela pode ser expressa em atm, mm de mercúrio (mmHg), bar, pa etc. Usando um livro didático de Física, procure a relação entre as diversas unidades para medir pressão. Anote em seu caderno de trabalho.

A unidade atm é usada em referência à pressão atmosférica. Como você deve ter encontrado, 1 atm equivale a 760 mmHg. Essa relação é famosa, pois Torricelli, em 1643, fez uma montagem experimental para medir a pressão exercida pelo ar. (Essa experiência costuma ser apresentada na maioria dos livros didáticos de Física. Pesquise mais em um livro da sua biblioteca).

Agora que já conhecemos um pouco sobre como uma panela de pressão funciona, vamos aprender um pouco mais sobre a pressão atmosférica e o tempo de cozimento. Para isso, leia o problema abaixo, extraído do exame vestibular da Unicamp de 1996.

Com as pesquisas e tarefas executadas anteriormente, você será capaz de responder às três questões pedidas no problema. Use seu caderno de trabalho para desenvolver a resposta. Não se preocupe com fórmulas prontas, ou métodos especiais para respondê-las. Use seu raciocínio e veja que as informações necessárias para dar as respostas encontram-se no texto.

Temperatura de fervura da água em função da pressão

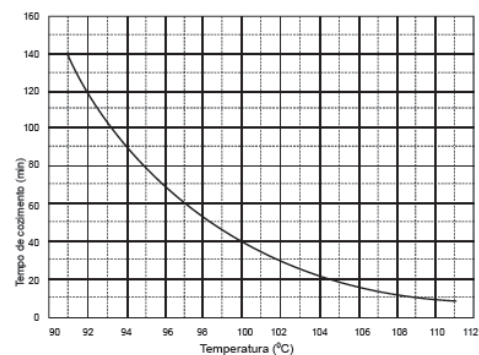
Pressão(mmHg)	Temperatura(°C)
600	94
640	95
680	97
720	98
760	100
800	102
840	103
880	105
920	106
960	108
1 000	109
1 040	110

(Unicamp 1996) No Rio de Janeiro (ao nível do mar), uma certa quantidade de feijão demora 40 minutos em água fervente para ficar pronto. A tabela ao lado fornece o valor da temperatura de fervura da água em função da pressão atmosférica, enquanto o gráfico fornece o tempo de cozimento dessa quantidade de feijão em função da temperatura. A pressão atmosférica ao nível do mar vale 760 mm de mercúrio e ela diminui 10 mm de mercúrio para cada 100 m de altitude.

Temperatura de fervura da água em função da pressão

Pressão em mm de Hg	600	640	680	720	760	800	840	880	920	960	1 000	1 040
Temperatura em °C	94	95	97	98	100	102	103	105	106	108	109	110

Tempo de cozimento versus temperatura



- Se o feijão fosse colocado em uma panela de pressão a 880 mm de mercúrio, em quanto tempo ele ficaria pronto?
- Em uma panela aberta, em quanto tempo o feijão ficará pronto na cidade de Gramado (RS), na altitude de 800 m?
- Em que altitude o tempo de cozimento do feijão (em uma panela aberta) será o dobro do tempo de cozimento ao nível do mar?

Responda a uma questão extra: quanto tempo o feijão do problema anterior levaria para ser cozido numa panela de pressão? Use o valor da pressão interna que você encontrou na pesquisa anterior. Anote em seu caderno de trabalho a solução dessa pergunta.

Aulas 9 e 10

Nas ondas do rádio

A modernidade na difusão da informação, com o uso da televisão e da Internet, não deixou o velho e bom rádio para segundo plano. Para muitos brasileiros e cidadãos de vários países, o rádio é, ainda hoje, sinônimo de informação e lazer. Você sabe como o rádio funciona? Não estamos nos referindo apenas à operação do aparelho de rádio. Mas podemos começar por ela.

Pegue um ou vários aparelhos de rádio e observe atentamente como ele funciona: a aparência geral, as partes envolvidas, como são os botões, quais são os dizeres etc. Se tiver rádios antigos, a pesquisa fica mais interessante. Anote tudo no seu caderno de trabalho.

Olhando por fora, um rádio tem basicamente quatro partes: o comando de volume, o comando de sintonia, um indicador de frequência e uma antena (nem sempre visível). Se você olhou atentamente os rádios disponíveis, deve ter percebido que eles têm indicações de frequência que estão associadas às estações. Anote em seu caderno de trabalho as estações de rádio que você mais gosta/conhece. Amplie essa lista, perguntando para pais, amigos e vizinhos. Escreva a frequência da estação de modo completo. Por exemplo, a Rádio Cultura, de São Paulo capital, transmite na frequência de 103,3 MHz, em FM. Descubra o significado de FM e também de AM. Muitos rádios recebem transmissões em várias outras faixas/bandas de frequência. Veja se você encontra outras faixas de transmissão. Anote o valor inicial e final das frequências em cada uma delas.

Em geral, conhecemos o "rádio", que seria melhor chamado "receptor de rádio", mas, uma transmissão envolve outros dois equipamentos: o "emissor de rádio" e "a antena". Pesquise como é feita uma transmissão, desde o momento em que o locutor "fala" alguma coisa até ser recebido pelo ouvinte e anote quais as etapas de transmissão da informação, desde o locutor. Faça uma lista da forma que a informação assume e o(s) equipamento(s) usado(s) para isso. O início é:

Forma	Equipamento
Som do locutor	Pregas vocais do locutor

Vamos agora entender um pouco o que é a frequência. Você deve ter anotado em seu caderno vários valores de frequências de rádio. Agrupe-as de modo a que os valores sejam semelhantes.

Você vai perceber que as frequências na mesma faixa são valores próximos. Por exemplo, na faixa da FM, as frequências começam em cerca de 80 MHz e terminam na faixa de 100 MHz. O mesmo acontece na faixa da AM. Qual é a unidade física que mede a frequência? Escreva em seu caderno. O que são os complementos contidos nos valores presentes nas indicações das frequências das emissoras? Anote também em seu caderno. Veja se você consegue obter uma relação física entre a frequência e a velocidade de uma onda. Qual a velocidade de propagação dessa onda? Compare essa velocidade com outras velocidades conhecidas. Caso você não se lembre, peça ajuda ao(a) professor(a) ou consulte um livro de Física da biblioteca.

A frequência é uma característica das mais importantes das ondas eletromagnéticas. Muitos outros equipamentos presentes no cotidiano têm seu princípio de funcionamento baseado nas emissões/absorção de ondas eletromagnéticas. Copie em seu caderno, o "espectro" de frequências abaixo. Busque equipamentos que funcionem com base nas ondas eletromagnéticas e encontre seu lugar nesse espectro.



Outra característica das ondas de rádio é que seu alcance depende de sua potência de emissão. Ou melhor, quanto mais longe estivermos da antena de emissão, mais fraco fica seu sinal. Isso é fácil de perceber durante uma viagem. Na próxima vez que tiver oportunidade de viajar, leve o seu radinho. Escolha algumas emissoras de que mais gosta (de preferência na faixa de FM) e veja como elas vão sumindo à medida que você se distancia de sua cidade. Se puder, anote isso num papel. Se você comparar cada local de desaparecimento da estação de rádio com sua potência de emissão verá que as mais potentes são em geral, as últimas a desaparecer.

Em seu caderno de trabalho, faça uma pesquisa sobre a potência de emissão/transmissão dos rádios de sua cidade. Liste pelo menos três delas, indicando a potência. Analise a unidade física utilizada para informar essa potência. Você reconhece essa unidade? Peça ajuda ao(a) professor(a) se tiver dúvida.

Parece óbvio que uma onda fique fraca à medida que se distancia de sua fonte original de emissão. Isso acontece pelo fato de a energia contida na onda se espalhar pelo espaço à medida que a onda se propaga.

Mas, o que você não deve saber é que essa potência recebida num rádio diminui muito rapidamente à medida que a distância aumenta. Chamando Intensidade ($I(r)$) a potência distribuída por m^2 , podemos escrever que:

$$I(r) = \frac{P}{A}$$

Em que, P é a potência da emissora e A é a área pela qual essa energia se distribui. Veja a figuram acima: à medida que a distância aumenta, a área A aumenta muito, pois A equivale à área de uma esfera, igual a:

$$A = 4\pi r^2$$



Vamos fazer um cálculo simples. Imagine uma grande estação de rádio cuja potência de emissão é de 100 kW. Calcule a potência recebida num rádio portátil a 10 km de distância, supondo que ele consiga receber em sua antena toda a energia que chega nele (10cm x 10cm). Quantas ordens de grandeza essa potência é menor que a necessária para ativar o alto-falante de um pequeno rádio (≈ 1 W)?

Aulas 11 e 12

Satélites naturais e artificiais

Antes de iniciar esta atividade, é bom que se diga que a história da Física também é conteúdo da Física a ser aprendida no ensino médio. A abordagem histórica permite que se estudem as construções científicas no seu contexto original de produção. As controvérsias, as disputas, os limites de idéias e de equipamentos podem ser percebidos como de fundamental importância para entender o valor do conhecimento produzido em outras épocas.

A presente atividade irá abordar a discussão sobre a organização do universo, ou se preferir, sobre o surgimento de nosso modo de representá-lo. Você terá melhor desempenho nesta atividade se trabalhar em grupo. Por isso, faremos indicações no texto de forma coletiva. No entanto, a atividade pode ser feita individualmente.

Pensando nas estrelas

Se numa noite você se dispuser a passar todo tempo observando as estrelas, verá que elas descrevem arcos no céu. Com o Sol e a Lua ocorre o mesmo. Os antigos gregos entre os séculos V a.C. e II d.C., com Platão, Aristóteles, Ptolomeu e outros, desenvolveram um sistema astronômico em que a Terra era considerada parada e todos os corpos vistos no céu executavam movimentos circulares ao seu redor. Esse movimento circular era garantido pela existência de esferas cristalinas que giravam com período constante em torno do eixo terrestre.

Esse sistema geocêntrico proposto na Antiguidade grega fornecia respostas a questões que intrigavam os homens desde muito tempo. Sem a necessidade de divindades, o universo imaginado pelos gregos explicava diversos fatos conhecidos. Veja as afirmações abaixo:

- A duração do dia e da noite em 24 horas.
- A variação na altura do Sol entre verão e inverno.
- As fases da Lua.

Discuta com seu grupo como esses fenômenos podem ser explicados, considerando o sistema astronômico dos gregos. Se precisar, consulte livros de Física e Astronomia disponíveis na biblioteca de sua escola. A Internet pode ser fonte de consulta também.

O sistema astronômico atual considera que a Terra não está parada, mas em movimento em torno do Sol. A proposta feita por Copérnico em 1543 de um sistema com o Sol no centro e com os planetas orbitando ao seu redor não foi aceita de imediato. Muitos sábios/estudiosos reagiram à idéia de que a Terra não estaria parada.

Discuta com seus colegas de grupo quais os fenômenos que você conhece que pareceram indicar que a Terra estaria parada. Anote isso em seu caderno de trabalho.

Um dos episódios mais famosos do debate sobre a posição da Terra no universo teve Galileu como protagonista. O julgamento de Galileu pela Igreja Católica no contexto da inquisição foi estudado por vários historiadores. Faça uma pesquisa sobre o debate travado entre Galileu e os sábios da igreja, obtendo nome dos personagens envolvidos, os argumentos utilizados, datas, locais e tudo mais que julgar relevante. Use como fontes: livros de Física, de História, a Internet. Consulte também seus professores de Física e de História. Anote o resultado dessa pesquisa no seu caderno de trabalho. Veja se existem filmes e livros para o grande público, que relatam debates similares.

C.2 – Aquecedor solar: ecológico e mais econômico



22/04/2008 -- 10h22

Aquecedor solar: ecológico e mais econômico

O uso de aquecedores solares economiza cerca de 17.000 litros de água por ano em cada domicílio. Para a cidade de São Paulo, com aproximadamente de 11 milhões de habitantes a substituição dos chuveiros elétricos por aquecedores solares economizaria mais de 48 bilhões de litros de água por ano.

A cidade de São Paulo está a caminho da sustentabilidade, e aprovou a Lei que torna obrigatório o uso de aquecedores solares nas novas edificações, onde através de grupos de trabalhos, calculou e analisou criteriosamente pontos como uso de água, energia, proteção do clima do planeta e no aumento de renda da população com a substituição do uso da energia elétrica e de combustíveis fósseis pela energia solar, ou seja, no desenvolvimento sustentável do país.

Um primeiro fato a constatar é que a decisão de usar mais ou menos água é feita pelo consumidor. O aquecedor solar pode ser utilizado com vazão de 3 litros por minuto, idêntica a do chuveiro elétrico, a exemplo do que é feito nas mais de 20 mil habitações de interesse social que hoje já usam os aquecedores solares. Portanto as vazões de consumo de água são exatamente as mesmas, ou seja, uma casa com padrão de banho de 3 litros por minuto, 8 minutos de banho e 4 moradores pode usar o chuveiro e o aquecedor solar consumindo para os banhos exatamente a mesma quantidade de água.

De acordo com Carlos Faria, diretor do Dasol - Departamento Solar da Abrava - Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento e coordenador da Iniciativa Cidades Solares, "quem determina o volume de água usada no banho é o consumidor final e não o tipo de energia usada para o aquecimento de água de seu banho".

Há disponíveis no mercado vários modelos de chuveiros e duchas, com vazões de 3 a 60 litros por minutos, produtos estes produzidos pelos mesmos fabricantes e que atendem às três formas de aquecimento de água, solar, gás e elétrico. Desta forma, argumenta Faria, "em um bom projeto, as vazões serão as mesmas, com exatamente a mesma quantidade de água, dando ao consumidor o poder de escolher que tipo de energia usar, para aquecer a água do seu banho".

O segundo fato é que para gerar energia elétrica nas usinas gasta-se muita água. 90% da água utilizada pelas usinas termelétricas evaporam, comprometendo assim a disponibilidade hídrica para outros usos nos rios brasileiros. Se alocarmos o consumo de água das usinas termelétricas aos distintos usos de eletricidade, a parte que cabe aos chuveiros elétricos é de aproximadamente 48 litros por domicílio por dia. Deste resultado podemos afirmar que o uso de aquecedores solares economiza cerca de 17.000 litros de água por ano e por domicílio. Para a cidade de São Paulo, com seus mais de 11 milhões de habitantes, a hipotética substituição dos chuveiros por aquecedores solares economizaria mais de 48 bilhões de litros de água por ano, e levando em consideração os 20 anos de vida útil que o equipamento solar tem, teremos economia de 960 bilhões de litros de água.

Segundo Faria, "podemos ainda analisar a questão do aquecimento solar por outro aspecto, a poluição gerada pelas termelétricas tem aspectos locais e globais, ligados diretamente às mudanças climáticas causadas pela queima de combustíveis fósseis. Os aquecedores solares têm muito a contribuir, e isto foi percebido pela maioria dos tomadores de decisão a nível global, como comprova a pesquisa realizada pela ONU em 2007".

A International Union for Conservation of Nature, realizou uma pesquisa que procurava avaliar quais tecnologias disponíveis que inspiravam mais confiança em sua capacidade de combater o aquecimento global. A pesquisa foi aplicada durante a reunião da Convenção do Clima da ONU (UNFCCC), realizada em Bali em dezembro de 2007 e o resultado apresentou que a solução com maior índice de aprovação na pesquisa, foi o uso de energia solar para aquecimento de água (74%). Nesta pesquisa, a IUCN ouviu mil integrantes de governos, de organizações não governamentais e do setor industrial de 105 países.

• Bonde. O seu portal

C. 3 – Feira mostra sistema de banho econômico

Feira mostra sistema de banho econômico

<http://www.tribunatp.com.br/modules/news/article.php?storyid=1273>

Feira mostra sistema de banho econômico

Cidades

Enviado por :

Enviado em: 30/11/2007 22:56:53

O estande da Comgás, que apresentará o sistema de aquecedor de gás e outros serviços oferecidos pela concessionária, é uma das centenas de atrações da Feira

Pelo menos 150 famílias que vivem nas 320 unidades do condomínio Phenix, em Guarulhos, na grande São Paulo, já podem agora tomar banho com maior qualidade e significativa economia. Essas famílias aderiram ao sistema de aquecedor de gás e chuveiros oferecidos pela Comgás e há vários outros condomínios em contato com a empresa □ sistema que está sendo instalado em Piracicaba.

□O serviço oferecido pela concessionária é extremamente interessante. Durante três finais de semana, representantes da Comgás fizeram plantão no condomínio explicando as vantagens do sistema. Com a adesão de quase metade dos moradores, a empresa providenciou a instalação necessária para o fornecimento de gás coletivo para todas as unidades do condomínio. A diferença já está sendo percebida pelos condôminos, em especial na economia referente às despesas com consumo de energia, além de também contribuírem para os princípios da sustentabilidade, felizmente cada vez mais valorizados□, afirma Juraci Baena Garcia, diretor da vice-presidência de Administração Imobiliária e Condomínios do Secovi-SP.

□Além da economia, os moradores têm o conforto de água quente mesmo quando falta energia elétrica, uma vez que o aquecedor é acionado por pilha □ faísca. Como os reservatórios de água são superiores, também não há comprometimento do fornecimento de água em caso de eventual apagão (obviamente, desde que dentro do limite da água armazenada). Adicione-se ainda que a simples instalação do gás valorizou os apartamentos em 20%, e certamente aqueles que fizeram a opção pelo aquecedor ganharam melhor condição de venda, em função desse diferencial□, completa o síndico do Condomínio Phenix, Getúlio dos Santos.

A Comgás participa da terceira edição da Feira Secovi Condomínios, realizado pelo Secovi-SP (Sindicato da Habitação) e organizado pelo Grupo Cipa Feiras & Congressos. O evento tem cerca de 120 empresas expositoras e espera receber mais de 10 mil visitantes, que começou quinta-feira, 29, e termina neste sábado, 1o, no Centro de Exposições Imigrantes (Rodovia dos Imigrantes, km 1,5, SP).

A feira conta também com um Ciclo de Palestras, onde são abordados temas como racionalização de custos, conflitos trabalhistas, inadimplência condominial, assédio e preconceito, polêmicas jurídicas no condomínio, entre outros. Paralelamente à feira serão realizados o Encontro Secovi de Síndicos do Estado de São Paulo e o Prêmio Secovi Condomínios, que foi entregue na sexta-feira, 30, para a categoria Destaque Fornecedor e, neste sábado, 1o, para as categorias Gestão Positiva e Vizinho Cidadão.

C.4 – Chuveiro Econômico de Câmara Dupla

Chuveiro Econômico de Câmara Dupla

FAPEMIG

Fundação de Amparo à Pesquisa do
Estado de Minas Gerais

Problema

Segundo estudos, o chuveiro elétrico, equipamento mais utilizado no país para aquecimento de água, corresponde a cerca de 9% de toda energia elétrica consumida no Brasil e 25% do consumo residencial. Os chuveiros elétricos têm dois mecanismos para controle da temperatura da água: a chave de posição do aquecedor (em geral, inverno, neutro e verão) e a vazão da água, controlada pela torneira. O comportamento adotado pela maioria dos consumidores é o de manter sempre o chuveiro na posição inverno e controlar a temperatura mais agradável através da vazão de água. Esse hábito resulta em um banho mais caro para o consumidor e um uso pouco racional do ponto de vista energético.

A alternativa de aquecimento solar da água ainda é uma opção inviável para a maioria da população, pois o custo de aquisição dos equipamentos disponíveis no mercado, somado às adaptações na tubulação residencial é muito alto, se comparado ao preço de um chuveiro elétrico popular.

Solução proposta

O chuveiro econômico, invenção com pedido de patente depositado, busca ser uma solução econômica para o consumidor, sem prejudicar seu conforto ao tomar banho. Uma das inovações da tecnologia proposta é a eliminação do controle da temperatura por meio da vazão de água. Para tanto, o chuveiro apresenta uma válvula de controle automático que limita a vazão de água durante o banho (impossibilitando a alteração do fluxo), e uma chave manual de regulação do aquecimento (inverno e verão).

Externamente, o chuveiro econômico tem a mesma aparência da maioria dos produtos no mercado. Mas é na engenharia envolvida nas duas diferentes câmaras do chuveiro econômico e na mudança na disposição da resistência que a invenção patenteada se diferencia. A ausência de uma câmara de armazenamento de água aquecida reduz a perda de calor para o ambiente. O desenho do novo chuveiro econômico também visa a simplicidade na fabricação do produto. Um protótipo já foi desenvolvido para fins de prova de conceito.

Diferencial

- Elimina o controle de temperatura pela vazão de água
- Válvula de controle automático do fluxo de água
- Ausência de câmara de armazenamento de água aquecida

Benefícios

- Economia de água e eletricidade, sem comprometer o conforto no banho
- Produto de grande apelo comercial para a linha de chuveiros populares
- Simplicidade na fabricação
- Ideal para banheiros de clubes, hotéis e outros estabelecimentos



Potencial de mercado

O Brasil tem por volta de 19 milhões de chuveiros elétricos instalados, o que significa que cerca de 73,1% dos lares brasileiros possuem pelo menos um chuveiro elétrico (Eletrobrás). O mercado é estimado em cerca de 8 milhões de unidades por ano, em sua maioria modelos "populares" (corpo em PVC, 2 opções de temperatura diferentes - "quente, morno e OFF"). (fonte: Intrix)

Segundo estudo, as famílias com renda até 2 salários mínimos têm em média 22,8% da sua despesa com energia elétrica comprometida para o aquecimento da água (Schaefer, 2004), um mercado de grande potencial para o produto.

Oportunidade

A invenção está disponível para licenciamento para empresa interessada em fabricar e comercializar o produto. O chuveiro econômico tem grande potencial principalmente no uso em estabelecimentos como clubes e hotéis.

Sobre a tecnologia

Título da Patente: Chuveiro Econômico e Ecológico. (Nº: PI-0503081-1)

Contato

Marcel Neves
marcel.neves@institutoinovacao.com.br
Telefone: (31) 3284-1007

INOVACAO

PODER Executivo

José Serra - Governador SEÇÃO

Volume 119 • Número 85 • São Paulo, sábado, 9 de maio de 2009

www.imprensaoficial.com.br

IMPRENSA OFICIAL DO ESTADO SA IMESP
C=BR, O=ICP-Brasil, OU=Autenticado por Certificado Digital, OU=Assinatura Tipo A1, OU=Presidente, OU=(em branco), OU=(em branco), CN=IMPRENSA OFICIAL DO ESTADO SA IMESP, E=cefficials@impressaooficial.com.br
A IMPRENSA OFICIAL DO ESTADO SA IMESP garante a autenticidade deste documento quando visualizado diretamente no portal www.impressaooficial.com.br

C.6 – Conta de luz poderá variar com o horário do consumo

Conta de luz poderá variar com o horário do consumo

AE - Agência Estado

A Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) estuda uma ampla reestruturação do sistema de tarifas de energia elétrica do País. Uma das ideias é estimular, pelo bolso, a mudança de hábitos do consumidor visando ao uso mais eficiente da energia. A agência analisa a hipótese de fazer com que as distribuidoras cobrem dos clientes residenciais tarifas diferenciadas, de acordo com o horário, como ocorre com a telefonia. Isso hoje não é possível pelo modo como funciona o setor, em que as tarifas da baixa tensão (residências e pequenos comércios) são unificadas dentro de área de cada empresa.

A Aneel estuda a possibilidade de a energia gasta em um banho, por exemplo, ser mais barata se o consumidor ligar o chuveiro fora do horário de pico: entre o fim da tarde e o começo da noite, quando a maioria das pessoas chega em casa do trabalho. "Hoje o gerenciamento de demanda na chamada baixa tensão não existe. E nós vemos isso como algo desejável. Porque os consumidores sempre respondem ao sinal do preço - e eles devem ter essa oportunidade", disse à Agência Estado a diretora da Aneel Joísa Campanher Dutra.

A distinção de tarifas motivaria um uso mais eficiente e econômico da energia, reduzindo a necessidade de novas usinas. Ao longo do dia, o consumo residencial é praticamente linear, com exceção do pico entre as 18 horas e as 21h e de uma ligeira elevação entre as 6h30 e as 7h, quando muita gente toma banho antes de ir trabalhar. Do ponto de vista legal, a adaptação para tarifas flexíveis pode ser feita pela própria Aneel. Mas ainda não há prazo. A agência, aliás, já está há cerca de dois anos realizando estudos para tentar rearranjar a estrutura tarifária das distribuidoras, que inclui, além das residências, os clientes de alta tensão, como as indústrias.

"Todo esse debate terá ainda de ser submetido a uma audiência pública, que não tem data para ser feita. Até porque não temos uma proposta fechada. Estamos na fase de diagnóstico do problema", disse Joísa. A Aneel chegou a promover um seminário internacional no mês passado. As informações são do jornal **O Estado de S. Paulo**.

NOTÍCIAS | 03/07/09 07:50

http://www.estadao.com.br/estadaodehoje/20090703/not_imp397043,0.php

ANEXO D – “The Cheerleader and the Football Player: Physics and Physical Exertion”.

The Cheerleader and the Football Player: Physics and Physical Exertion

by

Malati Patil

Department of Electrical Engineering
University at Buffalo, State University of New York

“They’ll never be able to do it! We’re gonna win!” Dave, the captain of the football team, told his teammates.

It was already a school-wide wager, but soon people from the city came in to drop off their spare change into either the football team’s jar or the cheerleading squad’s jar. The rules were simple: whichever team acquired the most money had to lift a member of the opposite team off the ground. It was unthinkable! A cheerleader lifting a 300-pound football player off the ground? Nobody thought it possible, and everybody wanted to see the cheerleaders try to do it.

Dave laughed, “Can you imagine Tracy—the tiniest girl ever—trying to lift one of us?” All of Dave’s friends laughed. As they discussed the challenge further, the team decided to make it their goal to ensure that the task would fall to the cheerleaders. They organized a campaign and lobbied the student body to donate their money to the cheerleading squad’s jar. The boys had a week in which to raise as much money as possible. The event would take place at Friday’s pep rally and the donated money would go to the favorite charity of the winner in the contest. If the cheerleaders were given the task and couldn’t do it, then the money would be donated to the football team’s charity, the Make a Wish Foundation, but if the cheerleaders were chosen and somehow managed to lift a football player off the ground, then the money would go to the American Cancer Society.

The contest had just been announced earlier that morning, but already the jars were half full. “This is going to be a great fund-raiser!” noted Principal Robinson. “I can’t wait to see what the cheerleaders will come up with this time!” The high school had a history of fundraisers like this—bets between the football team and the cheerleading squad—though nothing this demanding.

Each team wanted the money to go to their charity. Both teams were found huddled in between classes, discussing their strategy. For the football players it was simple, “All we need to do is lift one of the girls onto our shoulders. That should be good enough for the judges,” said Darren, the quarterback. They all agreed and decided that Dave, the biggest guy on the team, would do the lifting if the football team earned the most money, and that he’d be the one the girls would have to lift if the cheerleaders ended up with the most money in their jar.

“Let’s see how tough we can make it on them!” laughed Dave as the team dispersed after lunch.

On the other hand, the girls were hard at work. They had an idea of what they wanted to do and just needed time to execute their plan. Many of the girls stayed after practice to formulate their strategy. “Don’t worry, girls! We know what it takes to win and we definitely have what it takes!” encouraged Nikita, one of the seniors on the squad. “We’ve been through a lot of these bets and we’ve been undefeated since I’ve been here. Let’s keep up the tradition!”

The girls took her encouragement to heart and came up with a master plan to outwit the football team. It would be Tracy's job to lift the football player using a special apparatus that the girls had developed. "The rules don't say anything about us using something that we've built to help us, so let's go for it!" Tracy exclaimed. "We're definitely going to keep this tradition alive!"

The day was fast approaching. The girls were hard at work on their project and weren't telling anyone about it. Students and community members kept filling and refilling the jars with change. Since Principal Robinson was in charge of the jars and the money, no one had a clue which team would have to perform the task.

"It's Friday!" exclaimed Dave. "Are we ready, guys?"

"Yeeaaaahhh! We're gonna beat them and win all that money for our charity!" screamed the football team.

You could feel the tension between the football players and the cheerleaders during the pep rally. Each team was thinking of their strategy and couldn't wait to see the results.

After a rousing cheer from the audience, Principal Robinson took the microphone to announce the details of the contest: "Thank you students, faculty, and community members for contributing to this worthy cause. We raised over \$500 in only one week! We should all congratulate ourselves on this tremendous generosity, but it's not over yet! I have the results of the competition and it seems that the cheerleaders will be given the task of trying to lift one of the football players off the ground!"

The crowd went wild. This was what they had come to see, but they quickly quieted down when Tracy, a member of the cheerleading squad, took the microphone. "We expected this to happen and we're ready for the challenge! I will be lifting Dave into the air with a little help from my friend, the pulley!"

No one in the crowd moved. They hadn't expected this. "I wonder what is going to happen?" said a few students. "Do they really think they can lift a 300-pound football player over two feet in the air with just a pulley and some rope?"

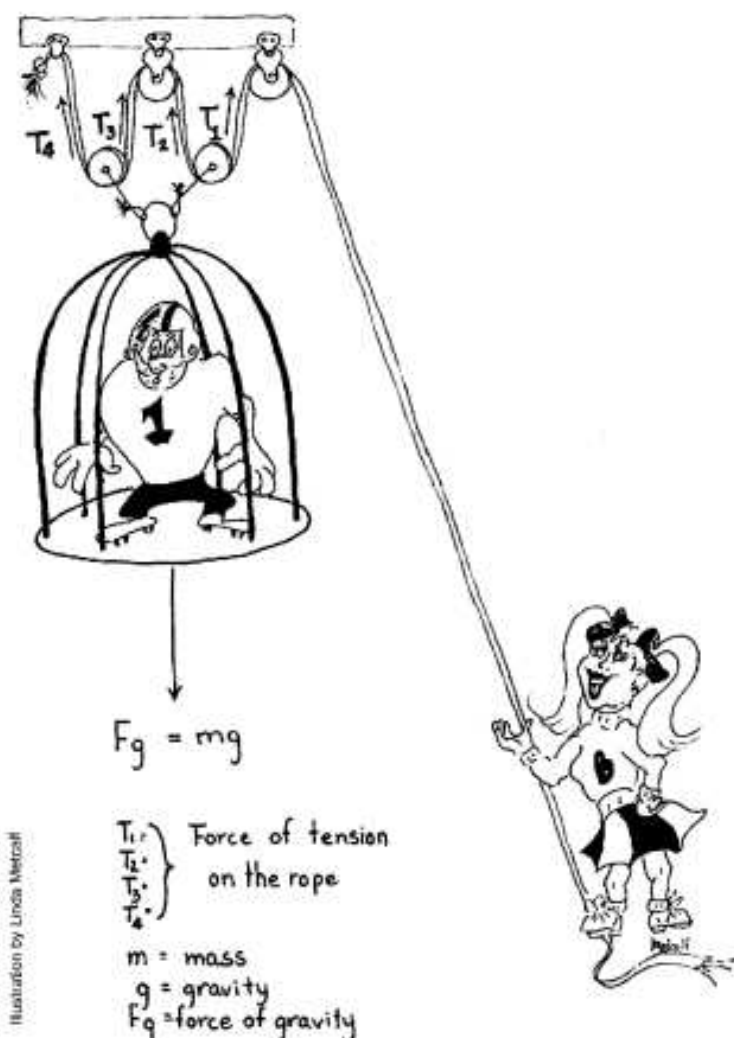
The crowd watched expectantly as the cheerleading squad set up their apparatus. From the ceiling descended four pulleys, all connected by a single rope. There was a sling connected to the two lower pulleys for Dave to sit in. As he sat in the sling, he wondered if the girls were really going to be able to pull it off. They certainly seemed to have thought of everything they needed to do the job.

The moment of truth came for Tracy. She pulled the rope gently and watched as Dave was lifted off the ground and into the air. She pulled the rope a little harder as the crowd gasped.

"The impossible has been made possible. Tracy has just lifted Dave off the ground! The cheerleaders win the bet and the money raised by this contest will go to the American Cancer Society! Congratulations, girls!" announced Principal Robinson. "But we have one question for you. How did you know what to do? Dave weighs at least twice as much as Tracy does. She couldn't possibly have lifted him that high."

Questions

1. How did the pulleys aid the cheerleaders in their quest to beat the football players?
2. What is the minimum weight of a person pulling the rope in order to lift a football player who weighs 300 pounds (approximately 136 kg) by just hanging on the rope?
3. What if the cheerleaders had only set up a 2-pulley system? Would this 2-pulley system require more or less force than the 4-pulley system? Would a person weighing 120 pounds be able to lift the 136 kg football player, using the 2-pulley system, by just hanging on the rope?



Date Posted: 08/21/01 nas originally published at
<http://www.sciencecases.org/cheerleader/cheerleader.asp>
 Copyright © 2003 by the National Center for Case Study Teaching in Science.

ANEXO E – Proposta de conteúdos específicos para a 3ª Série do ensino médio.

3ª Série Tema: Equipamentos elétricos	
Conteúdos gerais	Conteúdos específicos
1º Bimestre Circuitos elétricos	• Diferentes usos e consumos de aparelhos e dispositivos elétricos residenciais e os significados das informações fornecidas pelos fabricantes sobre suas características; • O modelo clássico de matéria e de corrente na explicação do funcionamento de aparelhos ou sistemas resistivos; • Dimensionamento do custo do consumo de energia em uma residência ou outra instalação, propondo alternativas seguras para a economia de energia; • Os perigos da eletricidade e os procedimentos adequados para o seu uso.
Campos e forças eletromagnéticos	• Propriedades elétricas e magnéticas da matéria e as formas de interação por meio de campos; • Ordens de grandeza das cargas elétricas, correntes e campos elétrico e magnético no cotidiano.

3ª Série Tema: Equipamentos elétricos	
Conteúdos gerais	Conteúdos específicos
2º Bimestre Campos e forças eletromagnéticos	• As formas de interação da eletricidade e do magnetismo e o conceito de campo eletromagnético (lei de Oersted, lei de indução de Faraday); • Evolução histórica das equações do eletromagnetismo como a unificação das teorias elétricas e magnéticas.
Motores e geradores	• Funcionamento de motores, geradores elétricos e seus componentes evidenciando as interações entre os elementos constituintes ou as transformações de energia envolvidas.
Produção e consumo de energia elétrica	• Processos de produção da energia elétrica em grande escala (princípios de funcionamento das usinas hidroelétricas, térmicas, eólicas, nucleares etc.) e seus impactos ambientais (balanço energético, relação custo-benefício); • Transmissão da eletricidade a grandes distâncias; • Evolução da produção, do uso social e do consumo de energia, relacionados ao desenvolvimento econômico, tecnológico e à qualidade de vida ao longo do tempo.

3ª Série Tema: Matéria e Radiação	
Conteúdos gerais	Conteúdos específicos
3º Bimestre Matéria: suas propriedades e organização	• Modelos atômicos e de organização de átomos e moléculas na constituição da matéria para explicação das características macroscópicas observáveis; • Constituição e organização da matéria viva, suas especificidades e suas relações com os modelos físicos estudados; • Os modelos atômicos de matéria (Rutherford, Bohr).
Átomo: emissão e absorção da radiação	• A quantização da energia para explicar a absorção e a emissão da radiação pela matéria. • O problema da dualidade onda-partícula; • Sistematização das radiações no espectro eletromagnético e sua utilização pelas tecnologias a elas associadas (por exemplo, em laser, emissão e absorção de luz, fluorescência e fosforescência etc.).
Núcleo atômico e radioatividade	• Transformações nucleares que dão origem à radioatividade e o reconhecimento de sua presença na natureza e em sistemas tecnológicos; • A natureza das interações e a dimensão da energia envolvida nas transformações nucleares para explicar o seu uso (por exemplo, em indústria e medicina); • Radioatividade e radiações ionizantes e não-ionizantes: efeitos biológicos, ambientais e medidas de proteção.

3ª Série Tema: Matéria e Radiação	
Conteúdos gerais	Conteúdos específicos
4º Bimestre Partículas elementares	• Evolução no tempo dos modelos explicativos da matéria: do átomo grego aos quarks; • Existência e diversidade de partículas subatômicas; • Processos de identificação e detecção de partículas subatômicas; • Natureza das interações e a dimensão da energia envolvida nas transformações de partículas subatômicas (relação massa energia).
Eletrônica e informática	• Semicondutores: sua presença em componentes eletrônicos e suas propriedades nos equipamentos contemporâneos; • Elementos básicos da microeletrônica no processamento e no armazenamento de informações (processadores, discos magnéticos, CDs etc.); • Impacto social e econômico da automação e informatização na vida contemporânea.

ANEXO F – Notícia e comentários postados a respeito da normatização da irradiação de alimentos no Brasil.

Irradiação de alimentos está legalizada

6 de setembro de 2011 | 16h45 Estadao.com.br.htm (Caderno Agrícola)

Fernanda Yoneya

Com a publicação da Instrução Normativa n.º 9, pelo Ministério da Agricultura, o Brasil tem chances de expandir ainda mais as exportações de frutas para exigentes mercados consumidores. A IN 9, publicada em fevereiro deste ano, reconhece o uso da radiação ionizante como tratamento fitossanitário, cujo objetivo é prevenir a introdução ou disseminação de pragas quarentenárias, aquelas que têm impacto nas exportações e importações.

Além de eliminar microrganismos, parasitas e pragas, a irradiação, como também é conhecida a tecnologia, preserva a integridade dos alimentos, pois reduz as perdas naturais causadas por processos fisiológicos, maturação e envelhecimento, e ainda aumenta sua vida útil. “A irradiação é uma alternativa eficiente aos métodos adotados hoje no pós-colheita para garantir a exportação de frutas livres de doenças. E com a vantagem de ser limpa, sem risco de deixar qualquer tipo de resíduos no alimento”, diz o professor Julio Marcos Melges Walder, do Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (Cena/USP).

A manga que vai ser exportada, por exemplo, explica Walder, é submetida a um tratamento térmico para eliminar eventuais pragas que estejam dentro do fruto. Após passar por esse “banho quente”, porém, a casca perde umidade, o fruto fica enrugado e perde qualidade. “No caso do mamão papaia para exportação, não se adota nenhum tratamento, mas o fato de os frutos serem colhidos verdes para garantir sua sanidade também afeta sua qualidade para o consumidor final.” O mesmo vale para o choque térmico utilizado na maçã e na uva.

O princípio da irradiação de alimentos é semelhante ao de um raio X. No Cena, a radiação ionizante de alimentos é fornecida por equipamentos que emitem raios gama de cobalto 60. “A irradiação impede a multiplicação de microrganismos pela alteração de sua estrutura molecular”, explica Walder, acrescentando que a irradiação é feita nos produtos já embalados. “A irradiação seria o último processo.” Cada alimento recebe uma dose de radiação, mas as doses

médias aplicadas são baixas. “Não há risco de contaminar o ambiente e há a garantia de que as propriedades físicas, químicas, nutritivas e sensoriais do alimento são mantidas.”

A irradiação é comprovadamente eficiente no controle de pragas não só de frutas, mas de vegetais, carnes e lácteos, de acordo com o professor do Cena. Segundo ele, as pesquisas com irradiação no Cena começaram em 1970, em grãos armazenados. Em 1980, a tecnologia foi adotada para frutas e vegetais e, mais recentemente, para carnes e laticínios. “Hoje, temos experimentos com alimentos minimamente processados e de esterilização de pratos prontos”, diz Walder, que é chefe do Laboratório do Irradiação de Alimentos do Cena. A tecnologia é um investimento caro – varia, conforme o modelo comercial do aparelho irradiador, de US\$ 5 milhões a US\$ 12 milhões, segundo ele – e seria viável para uma prestadora de serviços para exportadores ou para uma associação de produtores.

Para o professor, a publicação da IN 9 foi um primeiro passo para estimular a exportação de frutas brasileiras. “A próxima etapa é o Brasil fazer acordos bilaterais, sobretudo de exportação de mamão papaia irradiado para os Estados Unidos, que já importam manga da Índia e lichia e abacaxi da Tailândia, tudo irradiado.” O México, que é o maior exportador de frutas para os EUA, está construindo três irradiadores, segundo o professor do Cena.

“O Brasil não tem nenhum irradiador e está pelo menos cinco anos atrasado, porque a instalação de um irradiador, considerando o processo de licenciamento ambiental e a autorização da Comissão Nacional de Energia Nuclear, leva pelo menos três anos”, afirma. “Pelo menos três irradiadores seriam necessários para dar conta da produção de frutas do Vale do São Francisco, Bahia e Espírito Santo.” (Íntegra da reportagem publicada na edição de 7 de setembro de 2011)

Mais informações, Laboratório Cena, tel. (0–19) 3429-4662

[Irradia%C3%A7%C3%A3o%20de%20alimentos%20est%C3%A1%20legalizada%20-%20Agr%C3%ADcola%20-%20Estado.com.br.htm](http://www.cena.br/irradia%C3%A7%C3%A3o%20de%20alimentos%20est%C3%A1%20legalizada%20-%20Agr%C3%ADcola%20-%20Estado.com.br.htm)

- **06/09/2011 - 19:11**

Enviado por: Hythakar

“A irradiação impede a multiplicação de microrganismos pela alteração de sua estrutura molecular”. E se, por exemplo, eu quiser plantar as sementes destas frutas, como saberei se seu DNA também não foi alterado? E se eu não quiser consumir produtos irradiados, como poderei escolher?

A Austrália não admite irradiação de alimentos, veja no Wikipedia o que aconteceu com os gatos.

Mais informações em http://en.wikipedia.org/wiki/Food_irradiation

- **07/09/2011 - 06:26**

Enviado por: Alexandre BH

Colegas lembrem das nossas aulas de biologia do ensino médio.

Quando você come uma fruta, estas suas enzimas degradam seus componentes, açúcares, proteínas, e DNA, reduzindo aos seus monômeros no caso de DNA, Nucleotídeos. Que o seu organismo monta o seu DNA. Você come DNA e maçã, mas não incorpora os genes da maçã. Portanto, em termos de alimentação, as mudanças no DNA não são importantes porque elas também serão degradadas. Em geral, as frutas comerciais são inférteis. Se você for ao supermercado e comprar laranjas e tentar plantar em sua casa, elas não nascerão ou nascerão pequenas mudas que não produzirão frutos por serem híbridas. Portanto, a irradiação age sobre microrganismos. Estes são patogênicos. Os outros países, são 50, e não são os piores 50, são os melhores 50.

Alexandre Sousa

prof de Biologia Molecular do COLTEC UFMG

- **07/09/2011 - 12:12**

Enviado por: Rafael

Usar Wikipedia como fonte de informação é o cúmulo.

Quanto ao plantio das sementes, a dose aplicada é tão grande que torna as sementes impossíveis de germinar. Inclusive, um dos usos da irradiação em batatas é impedir que as mesmas brotem.

O processo já é usado há vários anos em diversos países, sem maiores problemas e sim existem muitos estudos científicos mostrando isso.

- **06/09/2011 - 19:36**

Enviado por: Luiz Silveira

Há mais de 20 anos tentamos implantar um equipamento desses em São Paulo, com a participação de importantes empresas privadas com o Laboratório de Luz Sincrotron. Quêrcia não aprovou. Seu secretário de Ciência e Tecnologia de então deve lembrar-se. Perdemos tempo!

- **07/09/2011 - 11:37**

Enviado por: Eduardo

Acho que ganhamos em saúde.

- **06/09/2011 - 19:43**

Enviado por: Cristhiano B. V.

Realmente, olhei o artigo em inglês da Wikipedia, citado pelo Hythakar e realmente pode dar problemas à irradiação. O assunto merece mais investigação científica neutra antes de consumirmos isto. Pobres dos gatinhos...

- **07/09/2011 - 11:52**

Enviado por: Rafa

Vá mais fundo.
Wikipédia não é parametro.

- **06/09/2011 - 19:59**

Enviado por: Rolando

Eta país atrasado, isso já é feito a décadas em outros países.

- **06/09/2011 - 20:23**

Enviado por: Hythakar

Como se o que “outros países” fazem fosse realmente o melhor a ser feito...

- **07/09/2011 - 11:36**

Enviado por: Eduardo

Se vc acha isso bom, vai comer suas frutas em uma certa praia no Japão ao lado de uma certa usina.

- **06/09/2011 - 22:51**

Enviado por: Fabiano

Se a irradiação mata gatos, não deve fazer bem a humanos.

- **06/09/2011 - 23:41**

Enviado por: Régis Schwert

Será que eu enlouqueci. Cês tão falando sério, Deus me livre. Krsna nos salve!

- **07/09/2011 - 03:50**

Enviado por: FABIO

“feito a décadas em outros países” uma virgula...os EUA deixaram de fazer em varios alimentos , eles comecaram com as carnes e foi comprovado q a irradiacao destroi as enzimas dos alimentos

- **07/09/2011 - 03:54**

Enviado por: FABIO

“feito a décadas em outros países” -uma vírgula . Nos EUA já estão deixando de lado isso , a irradiação destói as enzimas dos alimentos

- **07/09/2011 - 05:27**

Enviado por: edino camoleze

Parabéns Faculdade de Veterinária da UFF – Departamento de Alimentos em nome do prof. Zander Barreto de Miranda, Eliane e demais membros, por ter acreditado nos trabalhos feitos em parcerias com o Exército Brasileiro, CTEX. Agora podemos dizer que pensamos grande e o nosso trabalho não foi em vão. Nossa agricultura avançará muito com essa moderna tecnologia. Um primeiro passo foi dado, queremos muito mais.
Edino Camoleze

- **07/09/2011 - 05:34**

Enviado por: Macunaíma

É realmente difícil comentar a matéria sem escrever alguma besteira – provavelmente tão difícil quanto irradiar alimentos de maneira que os mesmos não sejam comprometidos no processo.

- **07/09/2011 - 07:48**

Enviado por: Marcos

Alguém tem notado como os casos de câncer tem crescido vertiginosamente nas últimas décadas? São tantas substâncias, conservantes, agrotóxicos, hormônios injetados nos alimentos e sem dúvida a irradiação contribui e vai contribuir mais ainda para esse panorama. E tudo isso apenas pela ganância de dinheiro... E ainda depois tem gente que acha que o Brasil é o país do futuro! Terra da corrupção alimentada por povo resignado, ignorante e sem coragem para tomar qualquer atitude.

- **07/09/2011 - 08:24**

Enviado por: Gerson

Absurdo! Quem quer comer uma comida com radiação? Eu não, muito obrigado.

- **07/09/2011 - 10:02**

Enviado por: Cesar

Não quero alimentos irradiados, não quero alimentos transgênicos.

Acho que somos uma espécie que se deu muito bem nos últimos milhares de anos SEM essas “tecnologias” que, com certeza, não sabemos os resultados a longo prazo.

Duvido que, em sã consciência, alguém realmente seja capaz de afirmar que um alimento irradiado com raios Gamma de Cobalto 60 não mexa as propriedades físicas, químicas, nutritivas e sensoriais dos alimentos e SÓ altere a estrutura molecular dos micro-organismos.

Tenha dó, né!

Não sou eco-chato e trabalho com radiações ionizantes à 30 anos.

- **07/09/2011 - 10:18**

Enviado por: supramati

a que ponto chegou a humanidade, ter que irradiar um alimento com cobalto 60 apenas para que este possa ficar mais apresentável e durar um pouco mais.sem falar na quantidade imensa de agrotóxicos usados durante a produção e também o caso da transgenia das espécies; estamos criando um futuro incerto para nós mesmos, com alta possibilidade de extinção em massa de cadeias completas de espécies animais e vegetais e o surgimento de doenças cada vez mais complexas e alarmantes. é isso o que acontece quando civilizações atrasadas moralmente tem contato com tecnologias avançadas, por isso o avanço tecnológico sem o desenvolvimento moral é como um explosivo nas mãos de uma criança.

- **07/09/2011 - 10:57**

Enviado por: Maria

Opa! Como assim, o Brasil não tem irradiador? Tem sim, em Manaus!!!! E há muito, muito tempo. É um radiador nuclear, “movido” a urânio, e com a mesma finalidade dos raios-X descrita nesta reportagem. Estamos comendo produtos irradiados com urânio há muito tempo e existe inclusive legislação sobre rotulagem. ou seja, assim como os orgânicos, estes produtos irradiados deveriam ser rotulados em letras grandes (que até os velhinhos podem ler), para sabermos o que estamos consumindo. Além disso também não sabemos que fim leva o urânio usado no centro de irradiação de alimentos de Manaus (AM). Fica a dica pra uma grande reportagem sobre o tema.

- **07/09/2011 - 11:05**

Enviado por: Biro-Biro

Opa, irradiação pode sim ser perigosa, em alguns paises esta pratica nao e' permitida!! Vamos acordar!!

- **07/09/2011 - 11:10**

Enviado por: Maria

Ah, quem quiser fazer o teste e saber se o produto foi irradiado, pegue cenouras ou batatas e as coloque na caixa da verdura, na geladeira, e deixe por dois, três meses. Se estes produtos não brotarem nem apodrecerem, é porque eles foram irradiados. Assim como outros leitores/consumidores, também tenho dúvidas sobre a alteração do DNA e de outras propriedades destes produtos após a irradiação. Que mal isto pode representar no longo prazo etc. Por que hoje em dia vemos tantos complexos vitamínicos e minerais à venda, se antigamente uma boa alimentação apenas bastava? Há muito a ser investigado. Fica aí a sugestão de pauta.

- **07/09/2011 - 11:33**

Enviado por: Eduardo

Eu não quero comer comida que foi passada na radiação. Esse mundo esta ficando louco mesmo. Perderam o limite.

Radiação é o caminho mais curto para um câncer e nós não temos conhecimento nenhum para combater nenhuma das duas coisas (Câncer e Radiação)

Porque o homem insiste e modificar as coisas sem ter o menor controle sobre isso.

Prefiro comer o bicho. Pelo menos ele é feito pela natureza.

- **07/09/2011 - 12:17**

Enviado por: Gualberto Cesar Santos

Em tempo: para a ciência explicar = as carnes consumidas pelos brasileiros = tem ou não hormônios em quantidade que possam alterar o metabolismo humano, com conseqüências presentes e futuras a saúde dos consumidores.

- **07/09/2011 - 12:39**

Enviado por: elizabeth silva

E depois algumas pessoas ainda ficam espantadas ao ler que o índice de incidência de câncer cresceu 20% no mundo na última década. Estamos à mercê de tecnólogos, empresas e governos cuja única preocupação é ampliar lucros a todo custo. Está aí o caso dos transgênicos. E por falar em gatos, não há mais no mercado brasileiro nenhuma ração para cães e gatos livre do T de transgênico.

- **09/2011 - 15:26**

Enviado por: Marcio

Para quem não sabe -e certamente o jornalista que redigiu a matéria é um deles-, a radiação ionizante É PROIBIDA em agricultura e cosmética orgânica. Produtos orgânicos não podem receber certificação pelas entidades credenciadas. Quem duvida, basta conferir junto à ECOCERT francesa. Ou pode acessar alguns dos links abaixo.

C.1.3. Prohibición de utilizar radiaciones ionizantes

http://www.biolatina.com/doc_bl/normas200311/GNP-CEE-010511.pdf

http://europa.eu/legislation_summaries/agriculture/food/f86000_es.htm

Aqui um estudo completo sobre o tema:

http://www.citizen.org/documents/HiddenHarm_-_PDF.pdf

Lamentável que, no Brasil, toda cópia ou macaquice do que vem de fora seja considerado “ciência” (com ‘c’ minúsculo mesmo). País de colonizados. Depois não sabem de onde vêm uma série de doenças que até 10 anos, 20 anos, eram desconhecidas entre nós. Os maiores interessados, como sempre, são os que vendem o sistema e a indústria alimentícia, que, óbvio, quer que seus produtos durem artificialmente mais tempo. Só omitem aquela velha perguntinha: Será que é realmente bom para nós, consumidores? Mais um detalhe: a matéria só ouve um dos lados, no caso, do pesquisador do Centro de Energia Nuclear. Belo exemplo de jornalismo esse. É semelhante a ouvir

apenas a opinião de um vendedor de um produto -que, claro, só verá benefícios e maravilhas naquilo que está vendendo. <http://www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq4/es/>

No a la irradiación

Agrupaciones antinucleares y ecologistas afirman que la irradiación destruye el valor nutritivo de los alimentos y que produce sustancias muy contaminantes y difíciles de detectar. A su vez, avisan del riesgo de que si la dosis de irradiación adecuada se supera, puedan producirse alteraciones genéticas en los propios alimentos. En su opinión, la irradiación no es la panacea, ya que no puede sustituir a la higiene, al envasado, al almacenamiento y a la manipulación correctos de los alimentos. Con la técnica de la irradiación de los alimentos, temen sus detractores, se puede propiciar la aparición de plagas y microorganismos extremadamente resistentes. El ejemplo de los plaguicidas está ahí: se han creado variedades casi indestructibles de insectos, bacterias o virus.

Esta forma artificial y tecnológica de luchar contra los “enemigos” podría abocarnos, según las tesis contrarias a la irradiación, a situaciones imprevisibles en un terreno tan delicado como la salud pública. Es posible, aseguran, que las radiaciones provoquen en los alimentos una serie de cambios bioquímicos que deben valorarse en su justa medida, ya que afectan negativamente al aspecto y a las propiedades nutritivas de los alimentos.

Algunas investigaciones han descrito cambios de color en carnes, pescados, frutas y queso, modificaciones de textura en la carne por rotura de fibras, alteraciones del sabor por rotura de proteínas y por el enranciamiento de las grasas.

También se afirma que hay pérdida de calidad nutritiva, que se han descrito alteraciones de ciertas vitaminas liposolubles que se encuentran mayoritariamente en los huevos y la mantequilla.

Investigadores brasileños han dictaminado, por su parte, que la irradiación disminuye ligeramente el contenido de los alcaloides, responsables del sabor y de las propiedades estimulantes del café y del cacao.

Los críticos con la irradiación sostienen, por otro lado, que está muy poco claro que la irradiación pueda ayudar realmente a los países menos desarrollados, ya que éstos no pueden acceder a la carísima tecnología nuclear. Un irradiador de alimentos puede costar entre 150 y 300 millones de pesetas.

<http://revista.consumer.es/web/es/19990301/medioambiente/31547.php>

- **09/09/2011 - 12:42**

Enviado por: Diogo

Ola Senhores, sou especialista em papaia, parabenizo a matéria publicada, o serviço de ionizar a fruta é totalmente seguro, sem efeitos colaterais e sem contaminação. O Cobalto 60 é muito seguro e por isto essa tecnologia esta sendo utilizada nos países de primeiro mundo e será rotina na segurança alimentar. Vale a pena ressaltar que não existe nenhuma alteração no alimento, ele sempre estará pronto para o consumo com muita qualidade. Toda nova tecnologia enfrenta a quebra de tabus, no passado tínhamos medo de comer o milho híbrido, depois vem o medo de comer comidas com fertilizantes químicos (saís de rocha natural inclusive), mas assim é a humanidade... para tirar as duvidas é só saber que a ionização esta presente na vida humana a muitíssimo tempo e nada tem acontecido na saúde humana, somente benefícios.....

ANEXO G – Exemplos de produções segundo o protocolo de avaliação da produção escrita dos alunos quando solucionam o Caso Banho Quente (BQ).

EXEMPLO DE PRODUÇÃO N1

E.E Adalberto Nascimento

Profº: Valter César Montanher

RELATÓRIO: Banho diário quente e barato 2010

As vantagens de se obter o sistema de aquecimento solar em casa é que ele é ecologicamente correto, não polui, economiza energia elétrica, e proporciona ao usuário a satisfação de obter um sistema seguro.

Em alguns lugares, por exemplo no sul onde a maior parte do ano é frio, as pessoas acham que não seria uma boa ideia ter este sistema, mas eu digo que sim pois lá eles têm um reservatório para este sistema, por exemplo, quando está sol o aquecedor ou a placa que fica em cima da casa ele está absorvendo a energia e guardando em um reservatório, quando muda o tempo as pessoas podem utilizar a energia que se tirou do sol da mesma forma que estivessem usando quando calor. Mas ainda há pessoas que preferam a energia elétrica no tempo do frio, ou em qualquer outra época seja porque não saiba do sistema, ou porque acha que não é uma boa opção, daí depende de pessoa para pessoa. Então, apesar de o sistema de aquecimento solar ser correto e seguro, a maior parte da utilização é no período noturno onde não se tem mais sol. Assim ele pode ter vantagens e desvantagens dependendo do lugar e do tempo e do tipo de pessoa.

EXEMPLO DE PRODUÇÃO N1

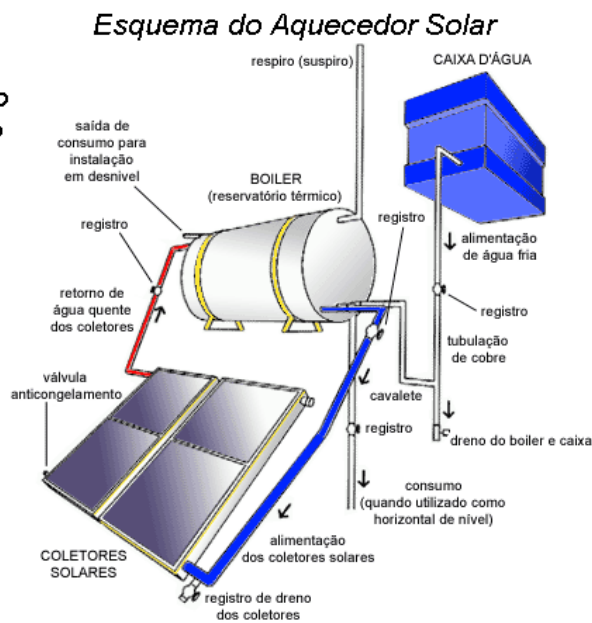
Aquecedor Solar

Um sistema básico de Aquecimento de água por Energia Solar é composto de coletores solares (placas) e reservatório térmico (Boiler).

As placas coletoras são responsáveis pela absorção da radiação solar. O calor do sol, captado pelas placas do aquecedor solar, é transferido para a água que circula no interior de suas tubulações de cobre.

O reservatório térmico, também conhecido por Boiler, é um recipiente para armazenamento da água aquecida. São cilindros de cobre, inox, isolados termicamente com poliuretano expandido sem CFC, que não agride a camada de ozônio. Desta forma, a água é conservada aquecida para consumo posterior. A caixa de água fria alimenta o reservatório térmico do aquecedor solar, mantendo-o sempre cheio.

O aquecedor solar no começo pode parecer muito caro, que vai ser um investimento que não vai aver um retorno. Mas com o passar do tempo a pessoa que investiu vai perceber que as contas de água que vierem vão ter uma diminuição radicalmente. E com isso a pessoa que testou e aprovou vai começar a falar sobre isso com seus amigos, e os mesmo poderam investir nisso.



Nome: Nathalia Marques

n° 28

Série: 3° B

EXEMPLO DE PRODUÇÃO N2

E E. Adalberto Nascimento

A6

Fazendo uma pesquisa a parte sobre diferentes sistemas de energia. O mais caro de todos foi o boiler. Um banho de oito minutos, contando despesa com água e com energia, atingiu o custo total de R\$ 0,78 . Em seguida veio o aquecimento a gás, por R\$ 0,58 e então o aquecimento solar, por R\$ 0,35, esse permite muita água com um pequeno gasto de energia.

No sistema híbrido a combinação de energia solar com chuveiro elétrico com o custo ficou de R\$ 0,22 por banho, e finalmente o chuveiro elétrico, que foi o resultado mais surpreendente, o preço de um banho saiu pelo mesmo valor do híbrido.

O chuveiro elétrico que é visto como o vilão das contas de luz, foi parcialmente absolvido, pelo menos quando ao se avaliar conjuntamente com a conta de água. Como no chuveiro elétrico a água fica mais quente conforme é reduzida a quantidade de saída, ele é o que mais economiza o líquido, compensando o seu maior consumo de energia.

Entre os dois, o sistema híbrido ainda é o mais indicado pois, apesar de seu alto custo de instalação, ele polui menos e consome pouco.

EXEMPLO DE PRODUÇÃO N3

EE. "Adalberto Nascimento"

D30

Trabalho _ Física: ProfºValter.

Sistema de Aquecimento Solar

O sistema de aquecimento solar é um método bastante utilizado recentemente nas residências de todo o Brasil. Este método tem como característica principal a redução em cerca de 40% no custo de energia mensal.

Especialistas calculam que aproximadamente 7% de todo o consumo nacional de energia seja hoje utilizado somente para alimentar chuveiros elétricos. Engenheiros elétricos e associações do setor começaram a dar os primeiros passos em direção a opções energéticas mais limpas e eficientes, como o aquecimento solar. Essa alternativa para o aquecimento da água provém de uma fonte absolutamente limpa, gratuita e inesgotável: os raios solares.

Como o aquecedor funciona, no verão e no inverno

O sistema de aquecimento solar começa com o coletor, principal componente dos aquecedores solares, que é produzido para captar os raios solares e transferir seu calor para a água. Os coletores podem ser instalados em telhados ou forros de residências que recebam sol entre 8h e 18h. A água aquecida durante o dia fica armazenada em um reservatório térmico, o que permite que a pessoa tome seu banho quente à noite ou ao amanhecer.

No inverno brasileiro, mesmo nos dias mais frios, o calor do sol é suficiente para aquecer a água. Quando o tempo fica nublado, o aquecedor ainda assim produz água quente. Mesmo com o mormaço, muita energia solar é captada. "Em dias nublados, o aquecedor funciona normalmente, pois o mormaço também fornece calor. Isto proporciona a temperatura ideal para um banho agradável, mesmo no inverno.", explica Luís Augusto Mazzon, da Abrava.

No período de chuvas, os aquecedores acionam um sistema complementar elétrico, o chamado aquecedor auxiliar, que aquece a água por energia elétrica, permitindo que o usuário tenha sempre água quente. Este sistema é ligado ao quadro disjuntor da residência. "Em dias de chuva, a pessoa que possui um aquecedor também toma banho quente. Gasta um pouco de energia elétrica, mas nem tanto como o chuveiro elétrico", avisa Luís Augusto.

O Clima em Minas Gerais

Minas Gerais tem um clima tropical de montanhas, com verão chuvoso e inverno seco. A região Norte do Estado é marcada pelo calor intenso. As temperaturas médias anuais em Minas variam de 18º a 25º centígrados, com mínimas de 9º na região Sul do Estado e máximas de 31º na região Norte.

A partir desses dados, o clima em Minas Gerais torna-se ideal para o uso de aquecedores solares, e, segundo informações do texto anterior, mesmo nos dias chuvosos e/ou frios, o aquecedor solar possui um sistema que permite o aquecimento da água a partir da energia solar, ou, em dias mais frios/nublados quando a energia solar não possui grande intensidade, permite o aquecimento a partir da energia elétrica residencial, proporcionando o aquecimento normalmente, conciliado com a economia.

EXEMPLO DE PRODUÇÃO N4

EE Adalberto Nascimento

3ºB

Disciplina: Física

Grupo: Capoeiristas do Amor

Banho Quente e Barato

Sabe-se que diante ao caso exposto, levantando a indagação de qual seria a maneira de se tomar banho quente sendo este o mais barato, dentre as três opções o grupo Capoeiristas do Amor e os alunos da turma do terceiro b escolheram a energia solar como sendo a fonte de energia mais barata para se tomar um banho quente.

Por meio dessa monografia tentaremos explicar a escolha da energia solar como sendo a mais econômica e viável ao caso apresentado.

O desenvolvimento desse trabalho será, eu espero, como mergulhar a ponta dos dedos no molho, a fim de experimentar um pouco do sabor da refeição que esta para ser servida.

Refeição, analogia ao tema que envolve a energia solar.

Contextualizando

O estudo do caso parte da conversa de três amigos num bar em Campinas, quanto a questão sobre qual seria a maneira de tomar banho quente de maneira mais barata. Quando um senhor que esta sentado próximo ao grupo de discussão se aproxima e diz que também esta curioso quanto a duvida; segue dizendo ao grupo que esta prestes a construir moradias para vender no estado de Minas Gerais. E promete a qual dos três lhe provar qual é a maneira mais barata de se tomar um banho quente recebera porcentagem das vendas. E o empreendedor entusiasmado ira usar como marketing de vendas o resultado da disputa entre os três amigos.

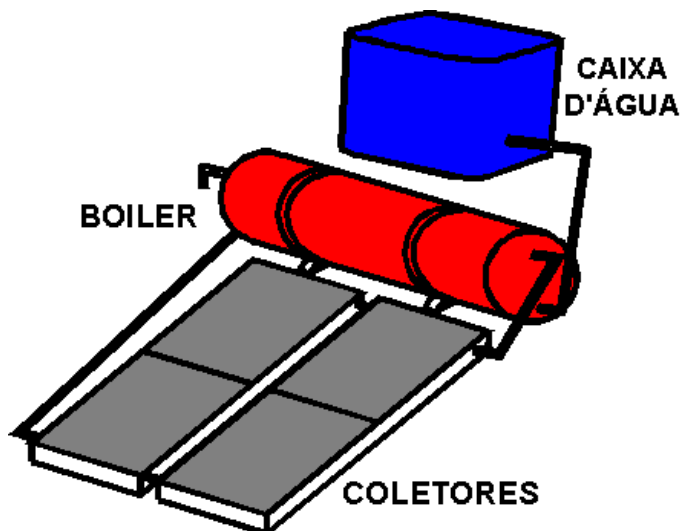
Tratando-se da região norte do estado de Minas Gerais em que o clima é quente, semelhante ao semi-árido. Segue o raciocínio:

- Mesmo em locais quentes as pessoas tomam banho quente
- Como o clima do local é semi-árido a radiação solar será intensa, tornado os coletores solares viáveis.

- O senhor(vendedor) quer saber qual é o meio mais econômico de se tomar um banho quente; mesmo que possa ser outro diferente de energia solar ele certamente optará por aquele que lhe possibilitará maior número de vendas em menos tempo.
- O problema de água no norte de Minas não será uma questão considerada

Como Funciona

Para explicar como o sistema de energia solar aquece a água para o banho, primeiro é preciso falar como essa energia é captada e transformada em calor. A energia solar é obtida pela implantação de coletores solares nas residências e por meio deles é absorvido o calor do sol. Absorvido pelas superfícies do coletor, essa energia se concentra e se transfere à tubulação (BOILER) ligada à superfície do coletor. Na tubulação circula água que é aquecida durante o processo. A água aquecida à medida que vai sendo utilizada é reabastecida pela caixa d'água que contém água fria.



Porque escolher energia solar

As moradias que serão construídas e posteriormente loteadas pelo Homem que sugere a proposta ao grupo de amigos, com certeza serão mais bem requisitadas se possuírem o sistema de energia solar implantado.

Esse investimento com a implantação do sistema de energia solar nas casas, em retorno, trará um ótimo marketing ao vendedor, causará impacto positivo na opinião dos interessados a comprar, além de atender muito bem a atual “pegada ecológica” exigida no mercado e demonstrada pelo marketing verde feito pelas empresas em busca de conquistar mercado, com políticas e produtos que não agredem o meio ambiente.

O enunciado nos panfletos de divulgação dizendo que se comprarem a casa poderiam usufruir de banho de graça, devido ao sistema de captação de energia solar; esse tipo marketing como qualquer outro que expor a ideia “banho quente de graça” trairia e muito a atenção do cliente.

Em contrapartida pode dizer-se que o gasto com a implantação de determinado sistema pode ser muito alto, mas esse gasto deve ser visto como investimento que já pode trazer retorno logo na venda das moradias, repassando o valor da implantação do sistema em cima do valor das casas.

O vendedor poderá pesquisar as empresas competentes, e negociar com elas um melhor preço já que não é apenas implantação em uma das casas, e sim em todas elas.

Seguindo o Raciocínio abaixo uma tabela demonstrando o custo de instalação dos sistemas tomando como base o mais comum que é o aquecimento de água por energia elétrica

Sistema de Aquecimento de Água	Custo de Aquisição/ Custo instalação	Custo Total (em R\$)	Variação em % com base no chuveiro elétrico
Chuveiro elétrico	31,00 / 0,00	-	-
Energia Solar	3.695,00 / 350,00	4.045,00	+ 12.948%
Gás	825,00 / 120,00	945,00	+ 2.948%

Agora abaixo uma tabela mostrando o custo do banho de 8 minutos nos diferentes sistemas de aquecimento de água

Sistema de Aquecimento de Água	Custo por Banho em R\$	Variação em relação ao chuveiro elétrico em %
Chuveiro elétrico	0,30	-
Energia Solar	0,46	+ 53,3%
Gás	0,59	+ 96,6%

Conclusão

Levando em consideração as informações pesquisadas que estão baseadas no estudo da Cirra falando sobre o sistema de aquecimento de água que pesa menos no bolso do consumidor sendo mesmo o elétrico, levando em conta gastos com instalação de equipamentos, perda de água no processo de aquecimento da água entre outras informações.

Entro em divergência no meu trabalho, mas mesmo assim defendo a implantação do sistema de aquecimento por energia solar nas moradias loteadas, mesmo sendo mais caras que o aquecimento por chuveiro elétrico. Mas sim pelos benefícios que o Vendedor pode obter ao tentar vender suas casas com a proposta de banho de graça e formando um forte marketing sobre seu produto, atraindo

compradores. Estes futuros compradores que sofreram a consequência da implantação deste sistema e não o Vendedor que fez uso da energia solar como meio de vender seu produto.

Sendo assim o Vendedor não sofrera prejuízos pois o valor da implantação do sistema de energia solar pode ser repassado sobre a venda das casas e posteriormente os compradores que irão pagar por futuros custos.

Fonte de informações:

Tabelas baseadas na pesquisa do Centro Internacional de Referência em Reuso de Água no endereço: <http://www.banhoeconomico.com.br/download/ci160310.pdf>

ANEXO H – Exemplos de produções segundo o protocolo de avaliação da produção escrita dos alunos quando solucionam o Caso Banho Quente (IA).

EXEMPLO DE PRODUÇÃO N1 tendendo a N0

Olá Vovó,

Desculpa a demora para responder.

Bom Vovó o alimento irradiado ele é submetido ao processo de irradiação, e essa irradiação é um processo físico que submete o alimento embalado ou a granel com doses de radiação ionizante. Que aumenta a conservação dos alimentos e eles podem ser transportados sem o perigo de estragar.

A radiação não altera a cor e nem o sabor dos alimentos, e existe uma diferença por que quando esquentamos um alimento no microondas ele é aquecido por radiação e não irradiação, e aqui na cidade é comum à gente comer alimentos irradiados como produtos embalados e enlatados e podemos comer esses produtos porque eles não trazem nenhum risco à saúde e nem altera o sabor.

A irradiação promete melhorar nossa habilidade de conservar os alimentos, e se a senhora plantar sementes irradiadas o alimento não nasce irradiado e todo alimento antes de ser consumido deve ser lavado.

Vovó qualquer dúvida é só pergunta.

Beijos.

EXEMPLO DE PRODUÇÃO N1

E.E. Adalberto Nascimento 15/09/2010 B29

Trabalho de Física – Sobre Irradiação de Alimentos Proposto pelo Professor Valter Montanher

Querida Vovó

Também estou com saudade de todos de Carauari.

Não é incômodo nenhum sua carta e tentarei explicar-lhe os conceitos que você tem dúvida sobre a irradiação de alimentos.

Basicamente a irradiação de alimentos é um processo básico de tratamento se compara à pasteurização térmica, ao congelamento ou enlatamento. Este processo envolve a exposição do alimento, embalado ou não, a um dos três tipos de energia ionizante: raios gama, raios X ou feixe de elétrons. Isto é feito em uma sala ou câmara especial de processamento por um tempo determinado.

A energia gama pode entrar no alimento causando pequenas e inofensivas mudanças em suas moléculas que também ocorrem no ato de cozinhar, enlatar ou congelar. De fato, a energia simplesmente passa através do alimento que está sendo tratado e, diferentemente dos tratamentos químicos, não deixa resíduo. A irradiação é chamada de "processo frio" porque a variação de temperatura dos alimentos processados é insignificante. Os produtos que foram irradiados podem ser transportados, armazenados ou consumidos imediatamente após o tratamento.

Não há uma diferença, pois o microondas usa uma irradiação para esquentar o alimento, ele penetra o alimento, mas não altera suas moléculas e no processo de irradiação é quase o mesmo processo.

Sim é comum nós da cidade grande comermos alimentos irradiados e alguns criados em laboratórios e estufas, pois sempre buscamos coisas que não estragam fácil e que tenhamos fácil acesso pois sempre estamos com pressa e não temos tempo para armazenar os alimentos; Então essa questão gera lucro para as indústrias e conforto para as pessoas.

E comeria sim os produtos irradiados sabendo que não há nenhuma fórmula diferente no alimento ele só passou por um “upgrade” para resistir mais tempo entre outros fatores.

Há várias formas de se averiguar se um alimento está irradiado ou não uma delas é o uso de :

Alguns materiais como a **silica**, a **hepatita** e outros cristais apresentam a propriedade de conservarem uma excitação eletrônica por um longo tempo (p.ex. meses ou anos). Assim esses materiais quando absorvem a energia da radiação certos spins eletrônicos são elevados a níveis excitados e lá permanecem por longo tempo. Mas, quando são aquecidos, retornam ao seu estado fundamental emitindo fótons de luz.

E como essa propriedade pode ser usada para confirmar se um alimento foi corretamente irradiado?

Os alimentos não contêm em si o material termoluminescente, entretanto, entram em contacto com esses materiais por contacto com o solo. Por exemplo, morangos, batatas, melancias estão constantemente expostos ao material do solo e se "contaminam" com material termoluminescente. Assim, quando são irradiados, uma parte do material termoluminescente é elevada a um estado spin-excitado.

Outra forma de se averiguar essa irradiação e é uma forma barata é o teste da germinação que resumidamente o **teste da germinação** ; teste que reúne baixo custo, exequível a qualquer laboratório e muito fácil de ser realizado. Naturalmente está limitado a alimentos vegetais vivos. Ao ser irradiado é destruído o sistema germinativo e deixa de apresentar o brotamento ou algum sinal vital.

Não comer alimentos irradiados não causa nada, pois no processo não resta nenhuma substância dentro dos alimentos.

Sim se eu plantar o alimento já será irradiado porque o tratamento foi feito na semente para que isso se desenvolvesse durante o crescimento.

É alimentos irradiados não precisam lavar como os normais de hortas também não, mas sempre é bom nos prevenirmos.

A radiação aprimora um pouco o sabor do alimento a cor e textura também será aprimorada isso é claro se no processo for usada as quantidades corretas das substâncias da irradiação mas não causa efeitos ruins , somente melhora .

Um grande abraço de seu neto

Richard

EXEMPLO DE PRODUÇÃO N2

Carta:

Querida vovó,

Realmente faz muito tempo que eu não vejo vocês, eu espero que, fora o problema que você disse logo depois, vocês estejam bem.

Não me é incômodo a senhora pedir ajuda vovó, eu espero sempre ajudar com seus problemas. Vou lhe explicar todas as dúvidas sobre o assunto e qualquer dúvida (tomara que consiga explicar de um jeito que não tenha dúvidas) pode me mandar outra carta, ou até podem me ligar, eu tenho folgas de domingo, e fico o dia inteiro em casa.

Então, explicando para a senhora vovó, não se preocupem com esse grupo de estrangeiros que estão colocando radioatividade nos alimentos. Os alimentos irradiados são alimentos que passam pelo processo de exposição, ou seja, fica exposto na irradiação, numa máquina chamada irradiador e que recebem raios x, raios gamas ou feixe de elétrons. Essas três coisas que disse por último realmente fazem mal, mas quando em grandes quantidades. Se em pequenas quantidades, não tem problema.

Só pra a senhora ter noção, usamos a dose maior de irradiação quando aquecemos os alimentos nas microondas. Então aqui já dá pra saber a diferença entre microondas e irradiar alimentos: o valor da irradiação para os alimentos é menor e suas finalidades também são diferentes.

É totalmente normal isso, nas cidades grandes.

Eu não só comeria como atualmente ingiro esses alimentos.

Pra vocês saberem quando os alimentos estão irradiados, basta ver se tem algum buraco indicando que está com insetos e quando estragam facilmente no calor e em viagens longas. Os alimentos totalmente naturais, comparados aos alimentos irradiados, duram menos, estragam rápido e podem transmitir várias doenças se ficassem expostos ao ar livre por muito tempo.

E não vovó, não ficamos radioativos por causa dos alimentos irradiados. Ele passa pelo nosso corpo, e sai sem nos fazer ficarmos radioativos.

Se a senhora plantar a semente irradiada, ele ficará irradiado para sempre. Isso tem a ver com a genética. Quando a semente ou alimento está em exposição à irradiação, ele muda sua estrutura interna, o código do DNA que dá a todas as pessoas e coisas como alimentos as características mudam. Por isso quando exposto desde a semente, não tem mais volta. Por isso que tem que tomar cuidado com as plantações perto dessas terras dos estrangeiros. Mesmo que não tenham sido irradiados, as plantas e as sementes, eles podem ficar irradiados por estarem perto de plantações irradiados. A senhora sabe que as plantas se reproduzem. Então já sabe o porquê das plantas se tornarem radioativas.

O alimento irradiado precisa lavar sim. Porque eles podem conter agrotóxicos e comer agrotóxicos faz muito mal à saúde. Até porque, os alimentos que são plantados debaixo da terra podem ficar sujos também. Então bichos como vermes que não se alimentam das frutas podem entrar no nosso corpo se não lavados.

A radiação sobre os alimentos podem mudá-lo sim vovó. Mesmo o sabor dos alimentos durarem mais, seu sabor pode ser menos gostoso que os naturais e a texturas e as cores podem mudar em alimentos como carne e peixes. As vitaminas e outras coisas importantes no alimento podem ser menos eficientes e em alguns alimentos o gosto pode ficar rançoso, ou seja, gosto ruim.

Mas é claro. Tudo isso que eu te falei podem ser diferentes se os estrangeiros usarem a dosagem maior de irradiação, tipo mais do que deveria. Se a senhora e todos da cooperativa verem alguma coisa estranha desse tipo, devem avisar imediatamente às autoridades.

Espero tê-los ajudado!

Um abraço do neto que te ama,

Carlos.

Como resolvi o caso?

Para resolver o caso da carta, eu fiz o seguinte: primeiramente, como se fosse um neto muito preocupado, escrevi que estava tudo bem contar com ele e que iria explicar tudo, enfim, escrevi todo o processo de introdução de cartas, que todo mundo utiliza; na primeira pergunta e cosequentemente nas perguntas de número dois, cinco, sete e oito, eu pesquisei pelo site de busca Google, nos sites http://www.fcf.usp.br/Ensino/Graduacao/Disciplinas/LinkAula/My-Files/alimentos_irradiados.htm, <http://www.crtr01.org.br/html/pdf/irradiacao.pdf> e <http://www.mundoeducacao.com.br/quimica/aplicacoes-radioatividade.htm>. Nas outras demais perguntas eu utilizei de meus conhecimentos para resolver, como genética que tive com a professora Veríssimo.

EXEMPLO DE PRODUÇÃO N3

Querida vovó,

Assim que recebi a carta da senhora, procurei me informar mais sobre o assunto na faculdade para poder ajudar à senhora e todos que moram em Carauari.

Alimento irradiado é todo aquele que tenha sido intencionalmente submetido ao processo de irradiação. Essa irradiação é um processo físico de tratamento que consiste em submeter o alimento a doses controladas de radiação ionizante, com finalidades sanitária, fitossanitária e ou tecnológica, ou seja, para aumentar a conservação dos alimentos e, consequentemente, sua segurança para o consumo humano. Para que a senhora saiba, a irradiação tem um potencial de diminuir a incidência de intoxicações alimentares, inibe o brotamento de raízes e tubérculos, desinfesta frutos, vegetais e grãos, atrasa a decomposição, elimina organismos patogênicos e aumenta o tempo de prateleira dos alimentos que podem ser conservados durante muito tempo sem refrigeração.

Eu e meus amigos de faculdade procuramos informações de como é feito o processo de irradiação.

A irradiação envolve a exposição dos alimentos a fontes de energia, como raios gama ou raios-x. Existe outros tipos, porém, esses são os mais usados nos alimentos. Durante este processo, o alimento é aquecido, como acontece quando este é submetido ao microondas, sendo que nenhuma radiação fica retida no alimento. O período de exposição à radiação é breve, dessa forma a irradiação não torna o alimento radioativo e o seu consumo também não nos fará radioativos.

Hoje em dia é comum as pessoas das cidades grandes comerem alimentos irradiados, eles são seguros e não apresentam nenhum perigo à nossa saúde. Embora, ainda tenha aqueles que são contra o consumo desse tipo alimento, muitas vezes, devido à falta de informações. A principal vantagem da irradiação dos alimentos é o fato desta técnica destruir as bactérias prejudiciais, assim como outros microrganismos passíveis de causar intoxicações alimentares.

Diante de tantos fatos favoráveis que os alimentos irradiados nos apresentam, eu os comeria tranquilamente.

Mas caso haja alguém que não confie na segurança desses alimentos e tenha receio de compra-los por engano, é obrigatório que tenha nas embalagens dos alimentos irradiados rótulos com o símbolo “RADURA” acompanhado das palavras “tratado por irradiação” e informações para que o consumidor possa ter a opção de escolha se irá ou não consumir esse alimento. Isso porque a radiação não deixa nenhuma aparência nos alimentos que nos faça perceber que foi irradiado.

Procuramos saber também, se é possível irradiar uma semente para que o fruto já nasça irradiado, e descobrimos que podemos sim irradiar a semente, porém, conseguiríamos apenas, com a dose certa, matar os parasitas que prejudicariam a germinação dessa semente.

Aqui na cidade assim como aí na cooperativa, também surgiram perguntas, de se é necessário lavar os alimentos irradiados como fazemos nos alimentos comuns. Quando se irradia um alimento ele simplesmente fica livre de bactérias, vírus e larvas. Porém, radiação some no mesmo instante, por isso, é necessário sim lavar os alimentos irradiados antes do consumo, assim como qualquer outro alimento. Pois ficam expostos nas prateleiras para que outros consumidores toquem, apalpem, sendo assim indispensável a higienização destes alimentos.

Quando um alimento passa pelo processo de irradiação, altera as moléculas vitais de bactérias e microrganismos, causando a sua morte. Mas dependendo do alimento, podem ocorrer alterações como a cor, textura e sabor do alimento, na maioria dos alimentos as alterações são mínimas ou às vezes nem ocorrem. Tenho que lembrar vocês que nem todos os alimentos podem ser irradiados, como por exemplo, o leite, que adquire um sabor impossível de consumir ao passar

pelo processo de irradiação. Por isso, é necessário que se faça um estudo das características dos alimentos, antes de adotar a irradiação como conservante.

Como vocês são donos de terras achei importante me informar também sobre os possíveis danos que esse processo poderia causar no meio ambiente. E a notícia será boa à vocês, pois o processo é bastante seguro e não elimina nenhum resíduo.

Vocês precisam saber que a irradiação não causa prejuízos a nossa saúde, desde que tenha doses seguras. A dose de radiação é medida em Grays (G) ou quilograys (KGY), onde 1 Gray=0,001 kGy= 1 Joule de energia absorvida por quilograma de alimento irradiado. Para retardar o amadurecimento de frutas, por exemplo, não é necessário mais do que 1 kGy. Para inibir o brotamento de raízes e tubérculos (batata, cebola, alho, etc.) a dose necessária varia de 0,05 a 0,15 KGY. Para prevenir que os grãos sejam infestados por insetos, 0,1 a 2kGy são suficientes. Por isso, os alimentos passam por uma espécie de fiscalização. Os alimentos com doses de até 10kgy não necessitam de avaliação toxicológica ou nutricional

Foram essas as informações que nós encontramos sobre o assunto. Espero que possa ter ajudado você e todos da cooperativa. Qualquer dúvida que possam vir a ter peço que entrem em contato novamente, pois estarei disposto a ajudá-los.

Abraços do seu neto Carlos.

Como resolvi o caso

Para fazer a carta encontrei certas dificuldades na hora de pesquisar. Mesmo com os textos de apoio que nos foi deixado existem algumas informações difíceis de serem encontradas. Uma delas foi a questão de irradiar a semente. Não há textos disponíveis que abordem essa questão. A maioria dos textos aborda somente a irradiação dos alimentos já plantados e nunca nos dão informações do resultado que se tem ao irradiar uma semente, ou se houve tentativas de irradiação em sementes.

Fiquei em dúvida sobre as várias formas de irradiação, como beta, neutros, etc. Lendo um pouco dos textos que falam sobre esses tipos consegui compreender um pouco sobre cada uma delas, mas ainda assim fiquei com algumas dúvidas. Assim como a semelhança entre a irradiação e o processo do microondas. Eu entendi muito por cima, e coloquei na carta aquilo que pude entender. Procurei informações sobre os processos de cada um dos equipamentos, mas os resultados para mim foram confusos. Em alguns encontrei informações que diziam que o processo dos dois era completamente diferente, mas em outros era semelhantes. Como na maioria dos textos onde diziam que os processos eram diferentes não me apresentavam os motivos pelos quais eram considerados diferentes. Optei pela alternativa de que são semelhantes, já que estes me mostram alguns motivos, como o fato de em ambos os processos os alimentos serem aquecidos.

Do mais, foi menos complicado. Os textos de apoio que tive acesso me esclareceram as dúvidas que tinha sobre as demais questões do assunto.

Esse trabalho me confirmou que muitas vezes as pessoas são contra esse tipo de alimento por falta de informações que as façam compreender o processo pelo qual o alimento é exposto. Sem contar nas várias informações que encontramos sobre formações

de câncer em pessoas que consumiram alimentos irradiados. Eu por exemplo, era contra o consumo desses alimentos, exatamente pela falta de informação e isso prejudica, pois como não temos muita consciência desse tipo de processo, ficamos em dúvida.

Gostaria que nas nossas aulas fosse abordado um pouco mais sobre essas informações de formações de câncer, falta de informações e do processo de irradiação, pois achei um assunto interessante. E para saber também o posicionamento dos demais alunos, se eles são ou não a favor do consumo desses alimentos.

A proposta desse trabalho foi importante para que eu formasse uma opinião sobre o assunto que até então conhecia muito pouco.

EXEMPLO DE PRODUÇÃO N4

Olá vovó tudo bem? Se não estiver, espero fique melhor com suas duvidas devidamente respondidas. Logo que você me colocou a frente da situação, dei inicio a uma serie de pesquisas juntamente com profissionais competentíssimos que tenho muitos vínculos.

Com as pesquisas que efetuamos pude constatar que todas as poucas informações que chegaram a vocês não passavam de mitos. Pois quando nos tratamos de uma coisa nova a tendência é desconfiar logo de cara, que realmente o correto, fizeram muito bem de me procurar, uma pessoa de confiança e que poderia passar as informações corretas a vocês.

Sobre as perguntas que você me enviou, vou tentar explicar da melhor maneira possível para não restarem duvidas.

- A irradiação é o uso da radiação ionizante de isótopos ou raios-X nos alimentos. A radiação esteriliza o alimento, matando as bactérias, sem tornar o produto radioativo.

Não existem danos causados tanto pelo uso excessivo do microondas quanto os de ingerir alimentos irradiados, que eu vou comentar mais tarde suas desvantagens, acabam provavelmente não ocasionam dano aos humanos a longo prazo.

- Na cidade as pessoas estão muito abotoadas as praticidades e por isso acabam não se preocupando como esse produto é produzido e ingerem esse produto talvez, não por opção e sim pela facilidade etc.

- Sim, como eu disse logo acima pela praticidade nós muitas vezes nem sabemos o que exatamente o que estamos comendo, por exemplo, os trasgênicos alimentos geneticamente modificados ingerimos involuntariamente a todo o momento, inda mais que no Brasil, a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) aprovou, em 2001, um Regulamento Técnico que permite a irradiação de qualquer alimento nas quantidades corretas.

- Nos alimentos como frutas legumes e verduras podem ser identificadas pela testura e pelo sabor desagradável característico de alimentos irradiados e carnes e peixes pelas mudanças na cor do produto.

- Segundo minhas pesquisa não, você não vai ficar irradiado só por ingerir o alimento até mesmo por que a quantidade de radiação, é muito pequena.

- Provavelmente não por que a irradiação passe para o núcleo da semente que é o que ira desenvolver.

- Mentira, todos os alimentos devem ser devidamente lavados antes de ser ingeridos, pois no transporte e no armazenamento ele pode ser afetados por micro organismo que pode ser prejudicial a saúde.

- São alterações acima na testura, sabor desagradável, mudanças na cor etc.

Através dessas informações vocês poderão se inteirar do assunto e saber com o que estão lidando para poderem tomar as devidas providencias.

Mais em minha opinião a atitude a ser tomada é continuar com as atividades, fala pro vô não desanimar, pois vou mandar algumas sugestões de como produzir alimento sem irradiação, pois

ainda existem pessoas que ainda buscam alimentos realmente naturais, é aí que vocês vão conseguir dar continuidade as suas atividades na fazenda.

Cara vovó infelizmente como a senhora deve saber melhor do que eu não existem muitas cidades com economias básicas nas proximidade a opção ideal seria uma aeronave de pequeno porte, mais não sei como anda a situação financeira da cooperativa

Mais seria a melhor solução em curto prazo, pois não existem estradas e o principal meio de transporte são as embarcações e os alimentos naturais não são capazes de suportar tais viagens.

Com a aeronave poderiam atender a varias localidades como Cruzeiro do sul e rio branco no acre e Manaus e Porto velho divisa com Rondônia expandindo os negócios, sei que isso é uma transação comercial muito cara, mais pode dar certo que sabe.

Dei essa solução “absurda”, pois cheguei a conclusão que a melhor opção realmente é vocês se adaptar as mesma condições de produção da fazenda vizinha alimentos irradiados como viram os ricos são quase inexistentes e é a única opção devido as condições geográficas de Carauari.

Vovó espero que tenha ajudado eu fiz o que pude, também sinto saudade,

Fica com Deus e boa sorte!!

Um pequeno resumo para senhora expor para os cooperados:

Alimentos irradiados

Definição:

A irradiação é o uso da radiação ionizante de isótopos ou raios-X nos alimentos. A radiação esteriliza o alimento, matando as bactérias, sem tornar o produto radioativo.

Entre os benefícios da irradiação de alimentos está o controle de insetos e de bactérias como a *Salmonella*. O processo pode reduzir a incidência de doenças de natureza alimentar, além do retardamento na deterioração de frutas e vegetais. Em outras palavras, os alimentos duram mais e causam menos intoxicação alimentar.

A irradiação de alimentos é usada amplamente em vários países. Nos EUA, os três primeiros usos para os quais a irradiação alimentar foi aprovada foram a inibição dos brotos da batata comum, desinfestação de insetos no trigo e na farinha de trigo nos anos 60 e controle de insetos e microorganismos em temperos, em 1983.

Os produtores de alimentos dos Estados Unidos, no entanto, optaram por não utilizar amplamente a irradiação, já que muitas pessoas acreditam erroneamente que os alimentos irradiados sejam perigosos.

Vantagens

A irradiação de alimentos possui uma série de vantagens sobre os métodos tradicionais, como:

- Como a radiação tem elevado poder de penetração, o processo pode ser usado para tratar uma grande variedade de alimentos, numa considerável faixa de tamanhos e formas, com pouca ou nenhuma manipulação ou processamento.
- Pode facilitar a distribuição e venda de frutas frescas, vegetais e carnes pelo aumento da vida útil desses produtos.
- Pode substituir tratamentos químicos que deixam resíduos nos alimentos.
- No caso de produtos avícolas, garante ao consumidor proteção contra doenças transmitidas por alimentos, principalmente salmonelose e campilobacteriose.
- Por não aumentar a temperatura do alimento, possibilita o tratamento de alimentos em embalagens que temem calor e água.
- Permite atingir organismos (ovos e larvas de insetos, vermes, etc) dentro dos alimentos.

A irradiação de alimentos é vista ainda como uma arma no combate à fome, na medida em que permite que o produto se conserve por mais tempo até chegar em áreas onde há dificuldade de se obter alimentos.

Estima-se que 25% da produção mundial de alimentos são perdidas pela ação de insetos, bactérias e roedores. Acredita-se que o uso da técnica de radiação seria útil para diminuir este desperdício. Pode ser também um recurso importante nas áreas de saúde, pois diminui os casos de doenças causadas por microrganismos veiculados pelos alimentos.

Como a irradiação é um processo pós-colheita, ela não pode substituir os agrotóxicos utilizados no campo, mas pode, por exemplo, substituir o uso dos

Aditivos químicos em alimentos e também dos produtos químicos usados para a desinfestação de frutas após a colheita como, por exemplo, o brometo de metila, cujo uso está condenado.

Desvantagens

Apesar de ser um método de conservação aprovado por organizações internacionais como a FAO (Fundação das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura), a irradiação pode alterar as características nutricionais e organolépticas (cheiro, sabor e cor) dos alimentos.

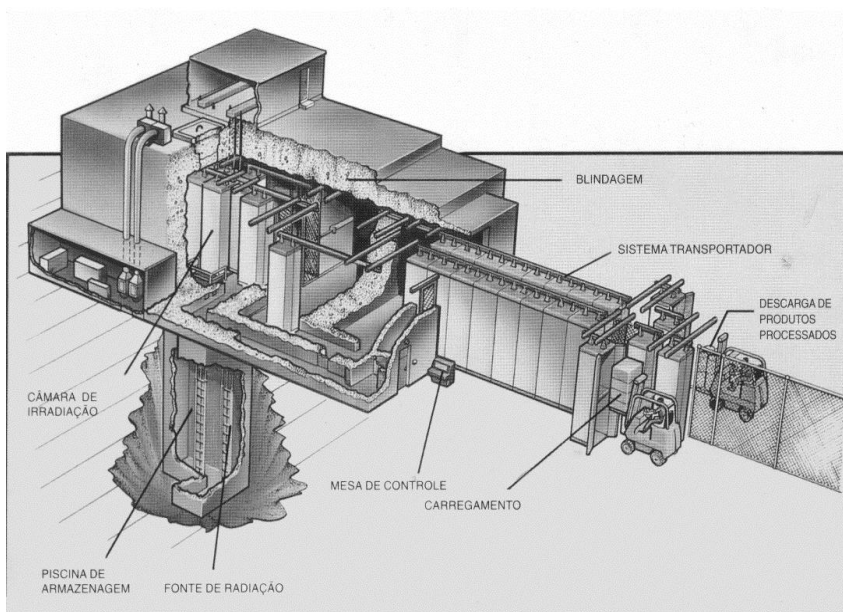
As proteínas, o amido e a celulose podem ser quebrados por ação das radiações sofrendo modificações benéficas, como o amolecimento de carnes, ou malélicas com a perda do nutriente.

As vitaminas C, Tiamina e K sofrem alterações semelhantes às observadas no processamento térmico. Os radicais livres produzidos com as radiações provocam oxidação das gorduras do alimento, um processo que é responsável pelo sabor rançoso em produtos gordurosos.

Os radicais livres também acabam por conferir um sabor desagradável, característico de alimentos irradiados. Alterações de cor também podem ser observadas em carnes e peixes.



Este inclusive é símbolo internacional para identificar alimentos irradiados.



Esquema de um irradiador industrial. Consiste de uma sala com paredes de concreto, com dois metros de espessura, que contém a Fonte de Irradiação (^{60}Co).