



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
DECANATO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
INSTITUTO DE BIOLOGIA
INSTITUTO DE FÍSICA
INSTITUTO DE QUÍMICA
FACULDADE UNB PLANALTINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

**DOCES E GULOSEIMAS: UMA PROPOSTA DE TEMÁTICA PARA
ENSINAR CIÊNCIAS NO 9.º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Fabiana de Souza Urani

Brasília, DF, Brasil

2013



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
DECANATO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
INSTITUTO DE BIOLOGIA
INSTITUTO DE FÍSICA
INSTITUTO DE QUÍMICA
FACULDADE UNB PLANALTINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

DOCES E GULOSEIMAS: UMA PROPOSTA DE TEMÁTICA PARA ENSINAR CIÊNCIAS NO 9.º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Fabiana de Souza Urani

Dissertação elaborada sob orientação da Prof.^a Dr.^a Patrícia Fernandes Lootens Machado e apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de **Mestre em Ensino de Ciências** – Área de Concentração “**Ensino de Química**”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Brasília – DF

2013

URANI, F. S.

Doces e guloseimas: uma temática para ensinar Ciências no 9.º Ano /UnB, Brasília, 2013.

123 P. (Dissertação)

49 P. (Módulo de Ensino)

Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília. Instituto de Ciências

Biológicas/Instituto de Física/Instituto de Química/Faculdade UnB Planaltina.

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências.

1. Educação em Ciências. 2. Tema social. 3. Conceitos Químicos. 4. Educação ambiental 5. Atividades Experimentais. 6. Alimentação saudável. 7. Doces e Guloseimas. 8. Material didático – Pesquisa – Universidade de Brasília.

FOLHA DE APROVAÇÃO

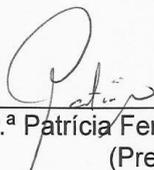
FABIANA DE SOUZA URANI

“DOCES E GULOSEIMAS: UMA PROPOSTA DE TEMÁTICA PARA ENSINAR CIÊNCIAS NO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL”

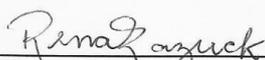
Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração “Ensino de Ciências”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Aprovada em 14 de junho de 2013.

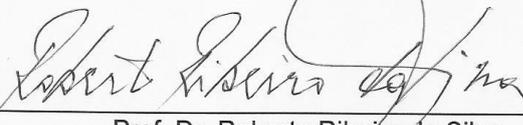
BANCA EXAMINADORA



Prof.ª Dr.ª Patrícia Fernandes Lootens Machado
(Presidente)



Prof.ª Dr.ª Renata Cardoso de Sá Ribeiro Razuck
(Membro interno não vinculado ao Programa – IQ/UnB)



Prof. Dr. Roberto Ribeiro da Silva
(Membro interno vinculado ao Programa – IQ/UnB)

*Dedico este trabalho ...
Aos meus pais, Diná e Geraldo,
Ao João, meus irmãos e sobrinhos,
minha família minha vida.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me oportunizou tudo que tenho e sou e por me fazer superar as dificuldades encontradas.

Ao meu pai, pelo seu exemplo de vida, por sempre ter-me incentivado aos estudos e a não desistir frente aos maiores desafios. A ele, eterna saudade e amor para além da vida.

À minha mãe que um dia dormiu na porta da escola para conseguir uma matrícula, pelo grande incentivo que deu aos meus estudos, por seu amor incondicional, sua alegria, carinho e dedicação.

À minha maravilhosa orientadora, Patrícia F. L Machado, pela valiosa orientação e por ter-me proporcionado tantos aprendizados, pela amizade, por me fazer acreditar no meu trabalho e desenvolvê-lo com segurança.

Ao meu melhor amigo João Antônio, por estar sempre junto em tantos desafios, compartilhando angústias, anseios e esperanças, por me fortalecer com seu carinho e por incentivar a minha caminhada profissional.

À família Lootens Machado, Osmar, Luiza e Isabel, por me emprestarem muito mais que um espaço na mesa da sala. Vocês são uma família encantadora e única.

Agradeço aos meus irmãos pelo simples fato de saber que posso contar com eles, em especial à Rosângela por toda ajuda e incentivo.

A Profa. Dra Renata Cardoso de Sá e ao Prof. Roberto Ribeiro da Silva por participarem da banca e pelas sugestões ao trabalho.

Agradeço à atual equipe de direção da escola onde apliquei a proposta didática e, principalmente, aos meus colegas Tiago e Walesson, por toda presteza em ajudar-me.

Aos meus alunos que me proporcionam momentos pedagógicos essenciais para minha caminhada.

A todos, que de alguma forma contribuíram para a conclusão deste trabalho e para a minha formação.

Muito Obrigada de coração!

"Desistir... eu já pensei seriamente nisso, mas nunca me levei realmente a sério; é que tem mais chã nos meus olhos do que o cansaço nas minhas pernas, mais esperança nos meus passos, do que tristeza nos meus ombros, mais estrada no meu coração do que medo na minha cabeça."

(Cora Coralina)

RESUMO

O presente trabalho, cuja motivação surgiu de minha experiência como professora do componente curricular Ciências nas séries finais do Ensino Fundamental e, em especial, no 9º ano desse nível de ensino, teve por objetivo elaborar, aplicar e analisar estratégias de ensino-aprendizagem, unindo atividades experimentais e abordagens teóricas de Ciências, com vistas a contribuir para o desenvolvimento de posicionamento crítico e ético dos estudantes. À luz do que afirmam eminentes estudiosos e com fulcro na dicotomia que se estabelece na interface entre o conhecimento científico e o cotidiano, seja na produção em constante processo do conhecimento escolar, seja na busca ininterrupta de práticas em sala de aula que fomentem em nossos adolescentes o despertar pelo aprendizado das Ciências; procuro demonstrar que atividades demonstrativo-investigativas desenvolvidas a partir de temas que sejam, ao mesmo tempo, importantes quanto à organização curricular e interessantes por comporem o mundo real de nossos aprendizes, não só tornam o aprendizado uma tarefa cognitiva mais efetiva, como também mais significativa para os envolvidos. Assim é que a partir do tema social “Doces e Guloseimas”, trabalhado nas aulas de Ciências de turmas do 9º ano de uma escola privada do Sistema de Ensino do Distrito Federal, observou-se que: 1) as estratégias utilizadas tornaram as aulas de Ciências mais dinâmicas, motivando os alunos a interações dialógicas entre si e com a professora; 2) o uso de uma temática próxima à realidade dos estudantes associado à experimentação favoreceram o aprendizado dos conceitos de: materiais, substância, transformações físicas e químicas; 3) as discussões sobre o uso do açúcar como alimento promoveram o reconhecimento por alguns alunos dos problemas de saúde causados pelo consumo excessivo desse alimento. Para além disso, percebemos a necessidade de um maior aprofundamento em alguns experimentos com grande potencial para o ensino-aprendizagem de Ciências. Ressaltamos, no entanto, que nossa proposta foi bastante significativa para a maioria dos alunos. Poucos alunos afirmaram não conseguir identificar os conteúdos de Ciências nas atividades realizadas. Apesar da observação destes alunos, os resultados nas avaliações realizadas nos apontam que algo novo esteve presente em nossas aulas, possibilitando maior apreensão de conhecimento pelos alunos das turmas A, B, C e D do 9º ano, partícipes desse projeto.

Palavras-chave: Ensino de Ciências; Tema social; Doces e Guloseimas; Atividades experimentais; Conceitos Químicos; Alimentação saudável.

ABSTRACT

This work, whose motivation arose out of my experience as a junior high school science teacher, aimed at exploring, applying and analyzing teaching-learning strategies, grasping science experimental activities and ethical approaches in order to instigate the development of students critical and ethical positioning. In light of what imminent studios researchers assert and considering the fulcrum of the dichotomy established between scientific knowledge and routine – whether through the constant production of educational-process knowledge or the uninterrupted search for classroom practices interest of teenagers in learning science. I intend to show that demonstrative-investigative activities, developed on topics which are both important to a curricular organization and interesting because is part of students' everyday lives, do not only make education a more effective activity, as well more significant for those who are involved in it. Thus, after focusing on the social theme “Sweets and Treats” and discussing it with junior high school classes, it was observed that: 1) the strategies used made science classes more dynamic, since students got motivated and were instigated to dialogically interact with each other and with teacher; 2) the use of a an updated theme to the reality of student associated to experimentation promoted the learning of concepts such as: materials, substance, physical and chemical changes; 3) debates on the consumption of sugar helped some students identify health problems caused by over consumption of sugar. In addition, we realized the need for a deeper understanding in some experiments with great potential for teaching and learning science. We emphasize, however, that our proposal was significant for most students. A few students said they can not identify the contents of sciences in the activities. Despite the observation of these students, the results of the assessments point us that something new was present in our classes, enabling greater apprehension of knowledge by the students of classes A, B, C and D of the 9th grade, taking part of this project.

Key-words: Science Teaching; Social Theme; Sweets and Treats; Experimental Activities; Chemical Concepts; Healthy Nutrition.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1**- Respostas dos alunos de 9º ano das turmas A, B, C e D sobre o papel do açúcar em nossa dieta. 59
- Figura 2** – Materiais e substância usados na atividade experimental 1. 62
- Figura 3** - Gráfico de respostas sobre a substância responsável pelo sabor doce da cana-de-açúcar. 67
- Figura 4** - Gráfico de respostas sobre a semelhança da etapa do beneficiamento da cana de açúcar e da fabricação do algodão doce. 75
- Figura 5** – Modelos desenhados pelos alunos A.4, B.23, C.35 e D.29 para representar como eles imaginam a organização molecular da sacarose no açúcar de mesa e no algodão doce. 76
- Figura 6** – Fotos constantes no relatório sobre o processo de cristalização do açúcar realizado como tarefa de casa pelo aluno A.37. 78
- Figura 7** - Fotos constantes do relatório sobre o processo de cristalização do açúcar realizado como tarefa de casa pelo aluno B.22. 78
- Figura 8** – Fotos do experimento e da combustão do adoçante sucralose e tentativa de fazer algodão doce a partir do açúcar mascavo. 79
- Figura 9** – Momento da Experiência com refrigerante normal e zero açúcar. 82
- Figura 10** - Respostas dos alunos sobre as sensações gustativas de pessoas de diferentes faixas etárias. 86
- Figura 11**- Respostas dos alunos quando questionados sobre um benefício à sociedade do conhecimento científico abordado no texto “O doce sabor do açúcar”. 88
- Figura 12** – Momento da realização da experiência “Caramelizando o açúcar”. 89
- Figura 13** - Diferentes tonalidades de caramelo em função da variação de temperatura e tempo. 91
- Quadro 1** - Orientações Curriculares – Ensino Fundamental - Séries e Anos Finais. 34
- Quadro 2** – Estratégias para trabalhar conteúdos de Ciências para o tema doces e guloseimas em turmas de 9º ano de uma escola no Distrito Federal. 52

Quadro 3 – Categorias para expressar a opinião dos alunos sobre as aulas aplicadas.	98
Quadro 4 – Categorias para expressar os aspectos positivos das aulas.	99
Quadro 5 – Categorias para expressar os aspectos negativos das aulas	99
Quadro 6 – Respostas dos alunos sobre a atividade realizada de que mais gostaram.	100
Quadro 7 – Respostas dos alunos sobre a atividade realizada que acreditam ter retido.	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Percentual de alunos por turma que responderam que o açúcar se origina da cana de açúcar. 58

Tabela 2 - Percentual de alunos que ressaltaram as fases de produção do açúcar. 68

Tabela 3 - Percentual de alunos que ressaltaram a compreensão da densidade como a razão entre a massa e o volume. 83

Tabela 4 – Comparação entre o percentual das divisões utilizadas para responder às questões envolvendo conceitos de Ciências/Química após a aplicação do módulo didático. 95

LISTA DE SIGLAS

ABI - Associação Brasileira de Imprensa
CIEP – Centros Integrados de Educação e Pública
CNBB - Conferência Nacional dos Bispos do Brasil
CTSA – Ciência Tecnologia Sociedade Ambiente
DCNEF - Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental
FUNBEC - Fundação Brasileira para o desenvolvimento do Ensino de Ciências
IBECC - Instituto Brasileiro de Educação, Ciências e Cultura
IQ – Instituto de Química
LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação
LDBEN – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
LPEQ – Laboratório de Pesquisas em Ensino de Química
MEC – Ministério da Educação
OAB - Ordem dos Advogados do Brasil
PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais
PLIDEF – Programa do livro didático – Ensino Fundamental
PNLD – Programa Nacional do Livro Didático
PREMEN - Projeto Nacional para a Melhoria do Ensino de Ciências
SBPC - Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência
UnB – Universidade de Brasília

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
1. O Ensino de Ciências no Brasil nos documentos legais	21
2. Conhecimento escolar: inter-relação entre o conhecimento cotidiano e o científico	28
3. Materiais didáticos utilizados para o Ensino de Química no 9.º ano	31
4. A Contextualização e o Ensino de Ciências	38
5. A Experimentação no Ensino de Ciências	43
6. DELINEAMENTO METODOLÓGICO	48
6.1 <i>Caracterização da metodologia da pesquisa</i>	48
6.2 <i>Contexto da Investigação</i>	51
6.3 <i>Instrumentos e técnicas de coleta de dados</i>	55
7. DISCUSSÃO DOS DADOS E RESULTADOS	56
7.1 <i>Unidade 1 – Investigando os conhecimentos prévios</i>	57
7.2 <i>Unidade 2 – Da cana à sacarose</i>	66
7.3 <i>Unidade 3 – Fazendo algodão doce</i>	72
7.4 <i>Unidade 4 – Por que algumas latinhas afundam e outras não?</i>	81
7.5 <i>Unidade 5 – Transformações Químicas</i>	89
7.6 <i>Unidade 6 – Avaliação das concepções após o Módulo Didático</i>	94
7.7 <i>Unidade 6 – Análise dos estudantes sobre a intervenção pedagógica</i>	98
CONSIDERAÇÕES FINAIS	102
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107

APÊNDICES

<i>Apêndice 1 – Conhecimentos Prévios</i>	113
<i>Apêndice 2 – Texto- Da Cana à Sacarose</i>	114
<i>Apêndice 3 – Texto – O doce sabor do açúcar</i>	117
<i>Apêndice 4 – Avaliação</i>	121
<i>Apêndice 5 – Pesquisa de Opinião</i>	124
<i>Apêndice 6 – Módulo Didático</i>	125

INTRODUÇÃO

Em se tratando do Ensino de Ciências nas séries finais do nível fundamental e, em especial, em seu último ano; o cenário que nos é apresentado mostra que temos muito por fazer para alcançarmos o que recomendam os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN (BRASIL, 1998a). Por esse documento legal, “os cursos de Ciências, por sua riqueza e diversidade em conteúdos e abordagens, podem realizar-se de forma interessante e significativa para os alunos” (p.57).

Apesar disso, o que notamos em relação à proposta pedagógica praticada na maior parte das escolas de 9.º ano em relação a Ciências é uma grande ruptura com o ensino desenvolvido nas séries iniciais até o 8.º ano (7.ª série), em que se procura fazer uma abordagem contextualizada e interdisciplinar dos conteúdos de Ciências. Já, no 9.º ano, o que notamos ao analisar o último PNLD, 2011, é que, em número significativo, os livros de Ciências bipartem o que deveria ser a “coroação” do Ensino de Ciências no nível fundamental nos componentes curriculares Física e Química, excluindo, não raras vezes, o componente Biologia. Assim essas duas matérias são apresentadas isoladamente e de forma desarticulada, mesmo que compondo uma única disciplina, Ciências.

Desta feita, o contexto explicitado e vivenciado em grande parte das instituições de ensino brasileiras, sejam públicas, sejam privadas, pode levar os alunos a pensarem que, somente naquela série/ano, deparam-se com o conhecimento científico (MILARÉ, 2008).

Como professora atuante no Ensino Fundamental, nas séries finais, durante os últimos sete anos, tenho ouvido, repetidamente, depoimentos de meus alunos sobre o desencanto com a matéria de Ciências no 9.º ano. Eles costumam afirmar que a disciplina Ciências estava entre suas “matérias preferidas”, mas que de repente se modificou, passando a ser de caráter memorialístico. Alguns chegam a compara-la com a Matemática. Essa realidade persiste nas escolas em que atuo, mesmo com o advento dos Programas Nacionais do Livro Didático – Ciências (BRASIL, 2007; BRASIL, 2010).

No ensino de Química para o 9.º ano, os materiais disponíveis, não raramente, apresentam conceitos e atividades experimentais distantes do cotidiano dos alunos, o que dificulta a construção da ponte entre o que já existe como

conhecimento e os novos saberes. A abordagem feita por esses recursos didáticos resume o ensino da Química à memorização de símbolos e fórmulas desconhecidas, de conceitos e “regrinhas” que, muitas vezes, prestam-se tão somente à resolução das provas escolares, que repetem o padrão dos exercícios constantes dos livros. É comum ouvir dizer que dessa forma se está preparando os alunos para o Ensino Médio. Aliás, esse último argumento é muito utilizado nas escolas para convencer pais e alunos sobre a prática de um “ensino de qualidade”. Sendo assim, não nos surpreende que muitos estudantes já entrem desmotivados no Ensino Médio e com aversão às disciplinas Química e Física.

De fato, enquanto professora de Ciências no 9.º ano do Ensino Fundamental, tenho observado um crescente descontentamento dos alunos com a abordagem dessa disciplina; o que talvez seja decorrente do nível de abstração dos conteúdos elencados ou, mais possivelmente, pela descontextualização com que são desenvolvidos.

Considero que o desabafo de meus alunos marca claramente o momento em que a Ciência deixa de ser prazer, transformando-se em um problema para aqueles que desejam entender e usar o conhecimento científico. Tomando consciência disso, torna-se impossível para uma professora por vocação manter a passividade. O desconforto causado pela insatisfação dos alunos me motivou a buscar diferentes estratégias para modificar o quadro com que me deparo no exercício da atividade docente. E, apesar de levar para a sala de aula atividades diferenciadas, sinto dificuldade em sistematizar e avaliar o impacto dessas ações no processo ensino-aprendizagem.

Por isso, fui em busca de formação continuada, por sentir necessidade de orientação teórica para pensar criticamente a prática. Acredito quando Freire (1996) diz que “É pensando criticamente a prática de hoje ou de ontem que se pode melhorar a próxima prática” (p. 39). A minha opção pelo mestrado na modalidade profissional é também justificada nas palavras desse autor, que considera:

O próprio discurso teórico, necessário à reflexão crítica, tem de ser de tal modo concreto que quase se confunda com a prática. O seu “distanciamento” epistemológico da prática enquanto objeto de sua análise, deve dela “aproximá-lo” ao máximo. Quanto melhor faça essa operação tanto mais inteligente ganha da prática em análise e maior comunicabilidade exerce em torno da superação da ingenuidade pela rigorosidade. Por outro lado, quanto mais me assumo como estou sendo e percebo a ou as razões de ser de porque estou sendo assim, mais me torno capaz de mudar, de

promover-me, no caso, do estado de curiosidade ingênuo para o de curiosidade epistemológica. (FREIRE, 1996, p. 39).

De fato, o presente trabalho apresentou-se como uma possibilidade de encurtar o caminho entre o que se lê nas revistas especializadas em pesquisa de Ensino de Ciências e a escola. Coloquei em questionamento aspectos do meu fazer docente que tenho dificuldade de superar, como a valorização do conteúdo, a dissociação teoria-prática, a realização de atividades experimentais de caráter comprobatório, os modelos de avaliação que sigo, entre outros aspectos pedagógico-metodológicos.

Nessa perspectiva, o objetivo geral desse trabalho de pesquisa foi: elaborar, aplicar e analisar atividades para alunos do 9.º ano, auxiliando-os a perceber o estudo das Ciências como importante ferramenta para o desenvolvimento de habilidades e competências. Intencionou-se, com isso, desenvolver o posicionamento crítico e ético dos estudantes diante da necessidade de mobilização dos conhecimentos (CHALMER, 2010; MUELLER, 2011). Concomitantemente, pretendemos desenvolver a habilidade de questionar as alternativas propostas pela Ciência para resolução de problemas socioambientais, econômicos e técnicos. Como afirma Driver *et alii* (1999):

Aprender ciências não é uma questão de simplesmente ampliar o conhecimento dos jovens sobre os fenômenos - uma prática talvez denominada mais apropriadamente como estudo da natureza - nem de desenvolver ou organizar o raciocínio do senso comum dos jovens. Aprender ciências requer mais do que desafiar as idéias anteriores dos alunos mediante eventos discrepantes. Aprender ciências envolve a introdução das crianças e adolescentes a uma forma diferente de pensar sobre o mundo natural e de explicá-lo; é tornar-se socializado, em maior ou menor grau, nas práticas da comunidade científica, com seus objetivos específicos, suas maneiras de ver o mundo e suas formas de dar suporte às assertivas do conhecimento. Antes que isso possa acontecer, no entanto, os indivíduos precisam engajar-se em um processo pessoal de construção e atribuição de significados. (p. 36).

Considerando o exposto, surgiu-me que a temática “doces e guloseimas” poderia contribuir para promover a compreensão de conceitos relevantes de Ciências aos alunos do 9.º ano, com fulcro nas orientações dos PCN (BRASIL, 1998a), perpassadas por conhecimentos de outras áreas. Por meio dessa temática, nossa intenção foi despertar os alunos para as relações que se devem estabelecer

entre o conhecimento científico, o contexto em que estão imersos, ressaltando-se os cuidados com a alimentação.

Para isso, como objetivos específicos foram elaboradas e desenvolvidas atividades teórico-experimentais na perspectiva de permitir aos alunos: a) diferenciar fenômenos químicos e físicos; b) identificar materiais e substâncias; c) reconhecer a simbologia química para descrever os fenômenos estudados; d) distinguir os materiais homogêneos dos heterogêneos; e) discutir a importância dos processos de transformação dos materiais disponíveis na natureza, muitas vezes de responsabilidade dos profissionais da Química; g) ler e interpretar informações nos produtos alimentícios industrializados; h) utilizar o conhecimento escolar para nortear suas escolhas alimentícias para uma vida saudável.

Acreditamos que a abordagem contextualizada de conteúdos por meio do tema social “doces e guloseimas” pode fomentar nos alunos o desenvolvimento de habilidades e competências (BRASIL, 2011) esperadas para esse nível de ensino. Afinal os doces são alimentos que além de despertar grande interesse dos nossos alunos e de uma legião de pessoas, independente da faixa etária, também trazem uma composição nutricional que nos possibilita elaborar ricas aulas de Ciências, bem como discutir uma temática controversa no mundo dos jovens, a beleza a qualquer preço.

Portanto, nessa proposta curricular buscamos destacar junto aos alunos do 9.º ano o quanto os conhecimentos construídos cientificamente podem auxiliar-nos a alcançar uma vida saudável e equilibrada nutricionalmente. A temática “doces e guloseimas” favoreceu uma abordagem interdisciplinar, incluindo vários itens da programação curricular para esse nível de ensino, tais como: **carboidratos, lipídios, colesterol, conceitos de transformações físicas e químicas, átomos, reagentes, produtos, fórmula molecular, materiais homogêneos e heterogêneos**. Vislumbramos, também, a possibilidade de se trabalhar também cálculos da massa molar das substâncias, unidades de medida, transformações de unidade, notação científica, diferença de calor e temperatura, cálculo da quantidade de calor dentre outros. Como o tempo de aplicação dessa proposta foi restrito, dadas as peculiaridades do contexto escolar vivenciado¹, detemo-nos sob alguns conceitos considerados estruturantes.

¹ Serão relatadas no Percorso Metodológico as condições estabelecidas pela Escola onde testei a proposição didática desenvolvida partindo da temática “Doces e Guloseimas”.

Nesse contexto, a pergunta que norteou este trabalho de pesquisa foi: A abordagem contextualizada pela temática “doces e guloseimas” pode contribuir para promover a aprendizagem de conceitos estruturantes da Ciência no 9º ano, tais como; materiais, substância, transformações físicas e químicas, assim como auxiliar os alunos a fazerem leituras mais críticas sobre suas práticas/escolhas alimentares?

Na perspectiva de respondê-la e partindo dos objetivos estabelecidos, desenvolvemos uma fundamentação teórica estruturada em cinco capítulos. No primeiro apresentamos um breve histórico do que se pode chamar de evolução dos documentos legais sobre os princípios e objetivos relacionados ao estudo das Ciências. Nesse capítulo buscamos conhecer melhor, à luz da legislação, a natureza do problema a que me referi nos parágrafos anteriores, além de tentarmos compreender os caminhos trilhados pela educação no país, ao longo de sua breve história, e que espaço tem ocupado o Ensino das Ciências nesse contexto.

O segundo capítulo surgiu da necessidade de pensarmos em como se deve constituir uma proposta didática com fulcro nos documentos norteadores da educação brasileira nos dias atuais, que defende a formação de jovens com capacidade de perceber o contexto em que estão imersos, questionar esse meio, repensar e refazer valores para agir de forma consciente sobre sua realidade (BRASIL, 1998a). O desafio nos parece imenso, visto que a escola tem por obrigação ensinar, entre outras coisas, Ciências. Então, resolvemos primeiramente diferenciar os conhecimentos construídos cientificamente daqueles que incorporamos espontaneamente no cotidiano e que, ao se mesclarem, irão contribuir para os saberes compartilhados na escola. Entendemos que esse esclarecimento possibilita avaliar, de forma mais consciente, os materiais didáticos existentes.

Por isso, o terceiro capítulo procurou explicitar as características recorrentes nos materiais didáticos de 9.º ano utilizados no Brasil, nem sempre adequados aos objetivos de ensino do nível fundamental defendidas nos documentos recentes. Voltei a atenção ao livro didático, vez que representa, via de regra, o material de referência para a maioria dos professores.

Já no decorrer do quarto capítulo, discorreremos sobre a contextualização no ensino de Ciências, por confiarmos no que defendem os documentos legais quando creditam a essa um fator de significação e, conseqüente, aproximação do aluno com o mundo das Ciências. Isso porque a contextualização permite ensinamentos “da ordem do saber fazer, atitudes da ordem do saber ser e do conviver em

cooperação”, que vão além de conceitos, leis e teorias (LIMA; BARBOZA, 2005, p. 42).

No quinto capítulo, ao discorrer sobre o papel das atividades experimentais, procurei deixar clara a linha condutora da não dissociação teoria-experimento, que adotamos nesse trabalho. Nossa proposta buscou estimular o aluno para a apreensão de conhecimentos escolares, construídos a partir dos conhecimentos científico e cotidiano, numa perspectiva de fortalecer seus argumentos, ajudando a tornar-se um sujeito conscientemente livre.

No sexto capítulo, apresentamos o caminho metodológico percorrido para alcançar os objetos estabelecidos, o contexto investigado e detalhamos os instrumentos elaborados e utilizados para coletar dados. Em seguida, no sétimo capítulo, analisamos os dados coletados a partir da aplicação da estratégia elaborada, com todas as suas singularidades, à luz do referencial teórico escolhido.

Para dar um ponto final, chegamos às considerações finais, em que apresentamos um apanhado geral do vivenciado.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A revisão da literatura compõe uma etapa relevante em qualquer trabalho investigativo, pois é nela que escolhemos as lentes teóricas que nos irão auxiliar no delineamento, elaboração, aplicação e análise dos dados que emergem de uma pesquisa científica. A pesquisa bibliográfica nos possibilita descortinar fundamentos para explicar os antecedentes sobre o tema e interpretar os resultados dessa investigação.

Considerando o objetivo do presente trabalho e o seu enquadramento num domínio de amplo espectro, como é o ensino de Química no 9.º ano do nível Fundamental, tornou-se essencial conhecermos a estruturação histórica do Ensino de Ciências no Brasil, para só depois entendermos a linha teórico-metodológica dos materiais didáticos disponíveis no mercado brasileiro. Além disso, buscamos apoio nos documentos legais da educação para escolhermos como estratégias de ação a contextualização e a experimentação nas aulas de Química.

1. O ENSINO DE CIÊNCIAS NO BRASIL NOS DOCUMENTOS LEGAIS

Vários acontecimentos históricos marcaram a construção da educação básica brasileira. Pinçamos pontos relevantes do histórico da estrutura do sistema educacional brasileiro, focando sua organização e os principais aspectos do seu funcionamento. Para tanto, apoiamos-nos nos documentos legais que regulam a educação, tais como a “Lei Suprema”- Constituição Federal (BRASIL, 1988) - e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDBEN (BRASIL, 1996).

Com o intuito de apresentar o viés histórico que vai desde a promulgação da Primeira LDB (Lei de Diretrizes e Bases da Educação), ocorrida durante a denominada Segunda República (1945 a 1964), à atual Lei 9394/96, em que se fundamentam as diretrizes curriculares nacionais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio e os respectivos Parâmetros Curriculares desses níveis de ensino;

pretende-se, nos próximos parágrafos, trazer informações desse longo caminho que percorreu a educação sistematizada no país.

O percurso histórico a que farei menção certamente contribuiu para a definição do referencial teórico, o qual serviu como ancoradouro na busca de contribuir para uma prática em sala de aula eficaz no ensino de Ciências do atual nono ano, antiga oitava série. Nessa perspectiva, cabe lembrar que nosso objetivo maior é encontrar meios que estimulem nossos alunos do último ano do Ensino Fundamental a perceberem o estudo das Ciências como importante ferramenta para o desenvolvimento de habilidades e competências, possibilitando-lhes um posicionamento crítico e ético diante da necessidade de aplicação de seus conhecimentos, além de permitir-lhes questionar as alternativas propostas pelas Ciências para a resolução de problemas socioambientais, econômicos e técnicos.

Com o propósito descrito acima, lembremos que a Lei de Diretrizes e Bases, promulgada em 1961, nasceu a partir de anteprojeto, muito debatido naquele momento, e gestado por nada menos que treze anos. O período histórico em que se insere está caracterizado pelo populismo e otimismo, fruto do desenvolvimento acelerado, fomentado no governo Kubitschek (1956-1961) (ARANHA, 1989; SOUZA, 1997). No bojo dos debates sobre educação popular, o tom da discussão foi deslocado para a questão da 'liberdade de ensino', e a igreja católica assumiu posição ao defender a liberdade de escolha das famílias em relação à educação de seus filhos. De fato, o que ocorreu neste momento foi o fortalecimento de uma visão contrária à democratização do ensino pelos que representavam as forças conservadoras em favor da perpetuação de um ensino elitista e segregário. Assim, quando a LDB foi publicada, parte de seu conteúdo já estava obsoleto e representava a manutenção do *status quo* da elite brasileira à época (ARANHA, 1989; SOUZA, 1997).

Em linhas gerais, podemos dizer que a primeira LDB - Lei 4.024/61 (BRASIL, 1961) nos trouxe como conquista a quebra da rigidez curricular. Os exames admissionais, até então exigidos para a passagem do nível primário para o secundário, deixaram de existir, passando a vigorar a equivalência dos cursos e a flexibilidade na passagem de um para o outro, sem a necessidade de exames que habilitassem os alunos para a etapa subsequente do ensino. Muitos contratempos, entretanto, vieram com a nova Lei. Talvez o fato mais significativo tenha sido o jogo

de interesses para a obtenção dos recursos então assegurados pela nova legislação².

Apenas alguns anos após a publicação da nova Lei de Diretrizes e Bases, sob o regime da ditadura militar, com a desigualdade social explícita, a concentração de renda restrita a uma pequena camada da população, e a situação de brasileiros que possuíam algum poder de participação e crítica política violentamente forçados a permanecerem inertes, publicou-se a segunda LDB - Lei nº 5692/71 (BRASIL, 1971). Diferentemente da primeira, a qual fora antecedida por amplos debates, esta foi imposta autoritariamente e imprimiu à educação uma tendência fortemente tecnicista (ARANHA, 1989, SOUZA, 1997 e XAVIER; RIBEIRO; NORONHA, 1994).

Foi neste contexto que a LDB de 1971 (BRASIL, 1971) diferenciou-se, principalmente da anterior, ao trazer a união do ensino primário com o ensino ginásial, ampliando assim a obrigatoriedade escolar de 4 para 8 anos. Outra mudança foi a extinção da separação entre a escola secundária e a escola técnica, já que foi criada a escola única profissionalizante. Tratando apenas de questões específicas ao primeiro e ao segundo grau, deixou de lado o ensino superior. E aos que não puderam concluir os estudos regulares, ela contemplou a reestruturação do curso supletivo (SOUZA, 1997).

Dezessete anos depois começou a vigorar a atual Constituição da República. Com o fim do período ditatorial, a nova Carta Magna estabeleceu que a responsabilidade pela organização dos sistemas de ensino deixaria de ser exclusiva dos estados, reconhecendo a existência dos sistemas municipais, como se pode observar:

Art. 210. § 1º A União organizará o sistema federal de ensino e o dos Territórios, financiará as instituições de ensino públicas federais e exercerá, em matéria educacional, função redistributiva e supletiva, de forma a garantir equalização de oportunidades educacionais e padrão mínimo de qualidade do ensino mediante assistência técnica e financeira aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios. (BRASIL, 1988).

A partir de 1985, com o primeiro governo civil, os debates políticos retornaram aos meios educacionais. Ocorreu o fortalecimento de diversos grupos

² Diz o artigo 95: “a União dispensará a sua cooperação financeira ao ensino sob a forma de: (...) c) financiamento a estabelecimentos mantidos pelos estados, municípios e particulares [grifos nosso] para compra, construção ou reforma de prédios escolares e respectivas instalações e equipamentos, de acordo com as leis especiais em vigor”.

representativos da sociedade civil que colaboraram com esses debates, como, por exemplo, a Conferência Nacional dos Bispos do Brasil - CNBB, a Associação Brasileira de Imprensa - ABI, a Ordem dos Advogados do Brasil - OAB e a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência - SBPC (ARANHA, 1989).

Com o intuito de minimizar os respingos deixados pela falta de debate sobre a educação, iniciou-se um conjunto de medidas. Apesar de não ser o objetivo de nosso trabalho fazer um levantamento de todas essas medidas, destaco algumas que contribuíram para oxigenar o meio educacional, a saber: a ocorrência de discussões sobre a educação brasileira em revistas pedagógicas e em teses universitárias; a mobilização de professores em prol das perdas salariais e de melhores condições para o exercício da profissão; a criação na cidade do Rio de Janeiro, pelo então Secretário de Educação e pedagogo Darcy Ribeiro, dos Centros Integrados de Educação Pública – CIEP, com o objetivo de ministrar educação pública de qualidade em turno integral para os alunos.

Mas foi somente a partir da Constituição de 1988, que teve como um dos focos a educação nas escolas públicas, que se desenvolveu um ambiente sociopolítico para a discussão de uma nova LDB – Lei nº 9.394/96 (BRASIL, 1996). A nova LDB, após vários anos em gestação no Congresso Nacional, foi promulgada durante o governo Sarney, em 1996.

A LDB de 1996 definiu e regularizou o sistema de educação brasileiro, bem como trouxe algumas mudanças em relação às leis anteriores. Dentre elas, o Ensino Fundamental obrigatório e gratuito para crianças a partir de sete anos de idade e facultativo a partir dos seis. Entre os avanços conquistados destacam-se a carga mínima de oitocentas horas distribuídas em duzentos dias letivos, a progressão continuada e a possibilidade de organização do ensino em séries anuais, semestres, ciclos e outras, a critério dos estabelecimentos de ensino.

No que diz respeito ao Ensino Fundamental - recentemente organizado em nove anos por meio da Lei nº 11.274/ 06 (BRASIL, 2006), com matrícula a partir dos 6 (seis) anos de idade - a LDB de 1996 apresentou como objetivo a formação básica do cidadão mediante:

Art. 32. § 1º o desenvolvimento da capacidade de aprender, tendo como meios básicos o pleno domínio da leitura, da escrita e do cálculo; a compreensão do ambiente natural e social, do sistema político, da tecnologia, das artes e dos valores em que se fundamenta a sociedade; o desenvolvimento da capacidade de

aprendizagem, tendo em vista a aquisição de conhecimentos e habilidades e a formação de atitudes e valores. (BRASIL, 1996).

Tendo em vista tais objetivos, restrinjo essa breve apresentação do Ensino Fundamental, destacando o que é enfatizado em suas Diretrizes Curriculares e em seus Parâmetros Curriculares.

De fato, todos os documentos oficiais mostram uma preocupação com a educação, com a formação de um cidadão mais crítico e participativo. Exemplo disso é a Lei de Diretrizes e Base da Educação Nacional, que preconiza um Ensino Fundamental com duração mínima de oito anos, de caráter obrigatório e gratuito nas escolas públicas.

Já o Artigo 9 da LDB ressalta ser dever da união:

“estabelecer, em colaboração com os Estados, Distrito Federal e os Municípios, competências e diretrizes para a educação infantil, o Ensino Fundamental e o Ensino Médio, que nortearão os currículos e os seus conteúdos mínimos, de modo a assegurar a formação básica comum”. (BRASIL, 1996).

A partir de então, os currículos e seus conteúdos passaram a ser orientados pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental (DCNEF).

Tais Diretrizes trouxeram um conjunto de definições doutrinárias sobre princípios, fundamentos, procedimentos e ações pedagógicas que devem ser seguidas pelas escolas para esse nível de ensino, destacando-se:

- a. os princípios éticos da autonomia, da responsabilidade, da solidariedade e do respeito ao bem comum;
- b. os princípios dos Direitos e Deveres da Cidadania, do exercício da criticidade e do respeito à ordem democrática;
- c. os princípios estéticos da sensibilidade, da criatividade e da diversidade de manifestações artísticas e culturais. (BRASIL, 1998b).

Por essas diretrizes, o aprendizado do aluno deve estar vinculado a uma base nacional comum, orientada pelo MEC por meio dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), que visa a estabelecer a relação entre a educação fundamental e “a vida cidadã através da articulação entre vários dos seus aspectos, como: a saúde, a sexualidade, a vida familiar e social, o meio ambiente, o trabalho, a ciência e a tecnologia, a cultura, as linguagens”, e as áreas de conhecimento: “Língua Portuguesa, Língua Materna, para populações indígenas e migrantes, Matemática, Ciências, Geografia, História, Língua Estrangeira, Educação Artística, Educação Física, Educação Religiosa.” (BRASIL, 1998a).

Os PCN foram criados para atender às várias exigências dos diferentes segmentos da educação básica no Brasil. Os Parâmetros para o Ensino Fundamental, além das áreas curriculares tradicionais (Língua Portuguesa, Matemática, História, Geografia, Ciências Naturais, Arte, Educação Física e Línguas Estrangeiras) defenderam a inserção dos temas transversais relacionados à sociedade, como: Ética, Saúde, Meio Ambiente, Orientação Sexual, dentre outros relevantes para a formação do cidadão.

Segundo esses Parâmetros, os temas transversais têm natureza diferente das áreas convencionais do conhecimento e devem estar relacionados ao contexto em que os alunos e a escola estão inseridos. Entende-se, assim, como temas transversais as

questões urgentes que interrogam sobre a vida humana, sobre a realidade que está sendo construída e que demandam transformações macrossociais e também de atitudes pessoais, exigindo, portanto, ensino e aprendizagem de conteúdos relativos a essas duas dimensões. (BRASIL, 1998a, p. 26).

Para Rafael Yus (1998), os temas transversais são um conjunto de conteúdos educativos e eixos condutores da atividade escolar que, embora não estejam ligados a nenhuma disciplina em particular contribuem para que o aluno possa ter uma visão crítica do mundo.

Essa visão se torna mais efetiva quando o contexto em que os alunos estão inseridos é tido como referência para o processo de aprendizagem, assim como dizia Paulo Freire: “Como educador preciso de ir “lendo” cada vez melhor a leitura do mundo que os grupos populares, com quem trabalho, fazem de seu contexto imediato e do maior de que o seu é parte.” (FREIRE, 1996, p.81).

Quanto ao ensino de Ciências no nível fundamental, os Parâmetros Curriculares Nacionais visam à formação de cidadãos capazes de compreender o mundo em que vivem, relacionar informações, produzir comparações, elaborar explicações, fazer inferências, de modo que os indivíduos queiram e possam perguntar sobre os acontecimentos do mundo, relacionando as descobertas científicas aos diferentes momentos históricos (BRASIL, 1998a).

Para o Ensino de Ciências, os PCN recomendam que os conteúdos sejam trabalhados por meio de temáticas que despertem nos alunos significados, motivando-os para a aprendizagem. Isso vem reforçar a posição contrária a

metodologias memoríalística, que se contrapõem à falta de reflexão sobre os conhecimentos científicos - os quais devem objetivar melhores condições de vida para todos os indivíduos. “Valores humanos não são alheios ao aprendizado científico, e a Ciência deve ser apreendida em suas relações com a Tecnologia e com as demais questões sociais e ambientais.” (BRASIL, 1998a).

No que tange ao Distrito Federal, o Currículo da Educação Básica das Escolas Públicas do Distrito Federal recomenda que os conteúdos não devem ser “fins em si mesmos”, mas um meio para o desenvolvimento de competências e habilidades (BRASÍLIA, 2008). O currículo deve ser desenvolvido na escola, cabendo aos professores buscar formar os educandos em uma perspectiva cidadã, preparando-os para prosseguir os estudos e para o mundo do trabalho, tudo isso sem deixar de lado as transformações sociais, políticas e econômicas que vêm ocorrendo de forma acelerada no mundo contemporâneo.

Nessa perspectiva, acreditamos ser necessário refletir sobre os diversos aspectos que subsidiam a educação em Ciências, como, por exemplo, o material de ensino, correlacionando-o com o histórico apresentado. Assim, entendemos ser necessário nesse trabalho dirigir nossa atenção aos livros didáticos produzidos para a série final do Ensino Fundamental.

Antes, no entanto, dedicar-nos-emos à produção do conhecimento escolar. Isto porque procurar compreender a sua natureza epistemológica é condição necessária para iniciar a reflexão de como os materiais didáticos devem lidar com o conjunto de todo conhecimento humano social e historicamente produzido.

2. CONHECIMENTO ESCOLAR: INTER-RELAÇÃO ENTRE O CONHECIMENTO COTIDIANO E O CIENTÍFICO

O conhecimento cotidiano, também chamado de conhecimento ordinário, vulgar, senso comum ou visão do mundo faz parte da cultura dos indivíduos, podendo ser transmitido de geração a geração e, de uma maneira geral, costuma estar associado às classes populares (SILVA; MOREIRA, 2010; LOPES, 1999).

Já o conhecimento científico, segundo Lopes (1999), é percebido socialmente como “objeto de culto”, e não como resultado de uma permanente construção sociocultural. Esse distanciamento entre o saber científico, historicamente produzido, e seu entendimento pela sociedade possibilita que ele se torne instrumento de manipulação ideológica, vez que é apresentado à comunidade não científica como “objetivo”, “não ideológico”; isto é, como verdade irrefutável.

Essa mitificação da Ciência volta-se contra o próprio conhecimento científico, podendo dificultar, e até impossibilitar, que o cidadão comum aproprie-se do conhecimento científico e, a partir dos seus saberes – frutos de sua interação diária com o mundo real, dado, empírico, ou seja, do seu conhecimento cotidiano - reformule seus paradigmas de mundo.

De outra forma, a simplificação exagerada do conhecimento científico pode acarretar o não entendimento da abstração necessária para compreensão dos conceitos envolvidos, visto que esses são uma forma de interpretação fenomenológica. Nesse sentido, a representação do conhecimento científico não pode ser entendida como representação do real, mas tão somente como modelagem de raciocínio.

Para Lopes (1999, p.157):

[...] conhecimento científico e conhecimento cotidiano são históricos, sofrem interações mútuas, mas interpretar a ciência com os pressupostos da vida cotidiana é incorrer em erros, assim como é impossível, em cada ação cotidiana, tornarmos decisões científicas, ao invés de decidirmos com base na espontaneidade e no pragmatismo.

Deve-se ter claro que o grau de legitimidade de determinado saber não pode ser considerado em função de suas características que o definam como ciência ou não-ciência (LOPES, 1999, p.224). Cada saber tem seu contexto de atuação, e a compreensão dessa pluralidade de saberes é fundamental para não se cometer o

erro de tentar homogeneizá-los, negando a aceitação do diferente (p. 227). Como afirma esta autora, dois campos de conhecimento tão nitidamente diversos não têm porque possuir a mesma filosofia (p.225).

Nesse sentido, a consciência da ruptura que há entre conhecimento científico e o conhecimento comum e da maneira como esses saberes se relacionam certamente poderá redimensionar a compreensão do conhecimento escolar nas ciências e possibilitar a análise de seus principais constitutivos – a disciplinarização e a mediação didática - sob outros contornos.

Não cabe, portanto, pensar a disciplinarização como algo a ser abandonado em favor de um projeto de interdisciplinaridade que tenha como essência a ideia de razão única; melhor será pensar em uma permanente tensão disciplinar-interdisciplinar, uma pluridisciplinaridade, capaz de gestar o conhecimento escolar. Em outros termos, a compartimentalização e a estratificação do conhecimento não devem ser combatidas com uma perspectiva de falsa homogeneização epistemológica dos saberes. (LOPES 1999, p.226).

Assim, também, deve a mediação didática enfrentar as dificuldades de lidar com a abstração do conhecimento científico, para tentar trabalhar com as razões pelas quais o aluno não compreende os conceitos científicos e, ao mesmo tempo, entender quais processos cognitivos ele faz uso nesse processo de apreensão dos saberes.

Bachelard (1999) defende a descontinuidade na construção do conhecimento científico em relação ao conhecimento comum. Da mesma forma, esse autor defende que o conhecimento científico desenvolve-se por meio de rupturas, que ele denominou de “obstáculos epistemológicos”.

Enfim, pressupõe o conhecimento escolar a (re)construção do conhecimento científico, sem perder de vista a (re)construção do conhecimento cotidiano. Torna-se, nesse sentido, desafio ao professor tornar o conhecimento escolar o mais próximo do conhecimento científico, sem desconsiderar o conhecimento comum; entendendo, sempre, que ambos representam formas distintas, historicamente e dialeticamente construídas, do saber humano (LOPES, 1999).

Ao chegar à escola o aluno traz consigo uma “bagagem” de ideias contraditórias, elaboradas a partir de sua vivência cotidiana. Essas ideias, na maioria das vezes, divergem do conhecimento científico e, por isso, cabe ao professor elaborar estratégias para possibilitar o aluno apropriar-se de novos conhecimentos.

Lopes (1997) afirma que cabe ao professor analisar se o uso de determinadas metáforas e/ou analogias não contribuirá para comprometer o processo de apropriação do novo conhecimento e sua vinculação com a linguagem formal.

Na busca para superar o senso comum, uma alternativa viável é o professor desenvolver a criticidade do aluno, apresentando-lhe o conhecimento produzido nas universidades sempre em confronto com os diversos saberes (PIERSON *et alii*, 2007).

Parece-me, portanto, que deve o professor, em sua prática docente, porque é parte integrante da instituição escola, cuidar do conhecimento científico, evitando que seja ele percebido como algo distante e além da vida em que seu aluno interage, procurando dar-lhe o real significado de que o aprendiz fará uso para reconstruir seu entendimento do mundo. Enfim, cabe à escola, especialmente ao professor, aparar as arestas do conhecimento cotidiano do aluno, à luz do conhecimento das Ciências, formulando e construindo em via de mão dupla, o seu conhecimento escolar, como afirma Lopes (1997, p. 566).

A mediação didática não deve, por conseguinte, ser interpretada como um mal necessário ou como um defeito a ser suplantado. A didatização não é meramente um processo de vulgarização ou adaptação de um conhecimento produzido em outras instâncias (universidades e centros de pesquisa). Cabe à escola o papel de tornar acessível um conhecimento para que possa ser transmitido. Contudo, isso não lhe confere a característica de instância meramente reprodutora de conhecimentos. O trabalho de didatização acaba por implicar, necessariamente, uma atividade de produção original. Por conseguinte, devemos recusar a imagem passiva da escola como receptáculo de subprodutos culturais da sociedade. Ao contrário, devemos resgatar e salientar o papel da escola como socializadora / produtora de conhecimentos.

Entendendo dessa forma, devem os diversos materiais didáticos de Ciências dirigidos às séries finais do Ensino Fundamental, em particular ao nono ano, procurar retratar o mundo real, à luz dos conhecimentos científicos, mas sem perder de vista que o conjunto de conhecimentos que o aluno traz incorporados aos seus paradigmas mentais são resultados do permanente embate que ocorre entre os diversos saberes humanos, constituindo o “conhecimento escolar”. É oportuno, portanto, que tratemos desses materiais didáticos à nossa disposição enquanto professores.

3. MATERIAIS DIDÁTICOS UTILIZADOS PARA O ENSINO DE QUÍMICA NO 9.º ANO

Os materiais didáticos sempre tiveram um papel importante para o Ensino de Ciências. Desde a instituição do ensino público secundário no Brasil, apostilas, compêndios, livros didáticos ou cadernos de trabalho determinavam não apenas os conteúdos a serem abordados, mas também a forma com que professores os apresentariam em sala de aula para seus alunos. A maioria dos livros adotados no país, até meados do século XX, eram traduções ou adaptações dos materiais franceses e apresentavam grandes quantidades de informações e pouca atividade sob a forma de problemas para os alunos resolverem. Esses livros destoavam da realidade brasileira, possuíam finalidades mais ilustrativas e voltadas para assuntos relacionados aos interesses europeus, além de serem pouco experimentais, enfatizando a transmissão dos conteúdos, e não o desenvolvimento de habilidades científicas (BARRA; LORENZ, 1986).

A partir da metade do século XX, percebe-se, por meio da literatura, o aparecimento de uma preocupação com o Ensino de Ciências no Brasil, que se transformou em mudança da situação estabelecida. Uma das ações para romper com os paradigmas da época foi a elaboração de materiais didáticos que contemplassem a realidade brasileira, sendo esse um passo importante para alavancar transformações. Na tentativa de melhorar a formação científica dos alunos em nosso país, e com o apoio financeiro de entidades nacionais e estrangeiras, três instituições foram criadas, entres os anos de 1950 a 1980: o Instituto Brasileiro de Educação, Ciências e Cultura (IBECC), a Fundação Brasileira para o desenvolvimento do Ensino de Ciências (FUNBEC) e o Projeto Nacional para a Melhoria do Ensino de Ciências (PREMEN) (BARRA; LORENZ, 1986).

A primeira, o IBECC, tinha o papel de melhorar o ensino de Ciências nas escolas brasileiras pela introdução e adoção do método experimental e do uso do livro didático como meio de transformar e renovar o ensino a partir da modificação do comportamento de professores e alunos em sala de aula. A segunda, a FUNBEC, tinha como objetivo principal produzir materiais que tornassem experimental o ensino, fazendo com que os alunos desenvolvessem o espírito crítico e o raciocínio, pela vivência do método científico. Por fim, o PREMEN possuía como meta produzir materiais didáticos de Ciências mais adequados às condições e necessidades das

escolas brasileiras. Após a década de 70 do século XX, os projetos para melhoria do ensino perderam força no Ministério da Educação e, com isso, a produção de materiais didáticos entrou em declínio no país (BARRA; LORENZ, 1986).

Segundo Freitag *et alii* (1987), em 1980 explicita-se, pela primeira vez, a vinculação entre a política governamental do livro didático e os alunos carentes, ao serem lançadas as diretrizes básicas do Programa do Livro Didático- Ensino Fundamental (Pliddef).

Em 1985, com a edição do Decreto nº 91.542, o Pliddef dá lugar ao Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), que traz diversas mudanças, como: Indicação do livro didático pelos professores; reutilização do livro, implicando a abolição do do livro descartável e o aperfeiçoamento das especificações técnicas para sua produção, visando maior durabilidade e possibilitando a implantação de bancos de livros didáticos; extensão da oferta aos alunos de 1ª e 2ª séries das escolas públicas e comunitárias e garantia de escolha do livro pelos professores.

Por meio do novo PNLD, Decreto nº 7.084, de 27/1/2010, o presidente da República unificou Programas do Livro Didático. Desse modo, a partir dessa data, a avaliação, a escolha e a aquisição dos livros didáticos, em um só Programa, serão intercaladas por níveis: 1º ao 5º ano do Ensino Fundamental, 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental e Ensino Médio.

Passados vários anos desde as primeiras iniciativas de reformulação dos materiais didáticos de Ciências; esses, em sua maioria, ainda apresentam-se inadequados à realidade vivenciada pelos alunos, principalmente aqueles para o 9.º ano. Os livros didáticos que são utilizados, ainda hoje, como a principal, se não a única, fonte de pesquisa da maioria dos professores apresentam erros conceituais, ilustrações inadequadas e má distribuição dos conteúdos. O pior é que essas constatações nem sempre são tidas como importantes pelas editoras, autores e órgãos responsáveis pela qualidade dos materiais no país (NETO; FRACALANZA, 2003).

Somam-se a essa situação cursos de formação de professores que pouco trabalham o desenvolvimento da criticidade no que se refere à análise de recursos e às condições inadequadas de trabalho. Daí porque a utilização do livro didático como fonte exclusiva de direcionamento do trabalho escolar é ainda uma realidade recorrente no cenário da educação brasileira.

O livro didático ainda é visto com um instrumento no qual professores e alunos se apossam das informações. Ele tem sido o organizador do ensino do professor, trazendo certo nível de segurança frente a seu trabalho ainda mais quando este não é formado na disciplina específica que ministra em sala de aula. (ECHEVERRÍA; MELLO; GAUCHE, 2010).

O livro didático não funciona em sala de aula como instrumento auxiliar para conduzir o processo de ensino [...], mas como o modelo-padrão, a autoridade absoluta, o critério último de verdade. Neste sentido, os livros parecem estar modelando os professores. O conteúdo ideológico do livro é absorvido pelo professor e repassado ao aluno de forma acrítica e não distanciada.

À luz dos estudos feitos sobre o uso do livro didático pelo professor pode-se, pois, afirmar que nas condições atuais de funcionamento da escola brasileira, o professor passa a ser o grande mediador dos conteúdos ideológicos pelos livros didáticos. (FREITAG *et alli*, 1987, p.83).

Nota-se que, na maioria dos livros de nono ano, os conteúdos são apresentados de forma fragmentada, sem evidenciar relação entre si. A Química e a Física são vistas como áreas distintas, como se desvinculadas das demais áreas do conhecimento. E metade dos livros propostos pelo último PNLD não trazem a Biologia como área do conhecimento para esse nível de ensino, o que, de certa forma, contraria os PCN, os quais recomendam que a abordagem para o 9.º ano do Ensino Fundamental contribua com a compreensão do mundo e colaborem com a formação do cidadão (BRASIL, 1998a).

Tal descompasso é também percebido nas Orientações Curriculares para esse nível de ensino, elaboradas pela Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal, que sequer fazem referência aos conteúdos de Biologia para estudo no 9.º ano do Ensino Fundamental, o que pode ser observado no quadro abaixo, extraído do documento oficial (BRASÍLIA, 2008).

9º ANO / 8ª SÉRIE	
CONTEÚDOS	HABILIDADES
VIDA E AMBIENTE	
<p>→ Fenômenos: identificação dos diferentes fenômenos na natureza</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Transformações dos fenômenos ■ <i>Conceitos de fenômenos químicos e físicos</i> <p>→ Propriedades específicas da matéria e suas aplicações:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Substâncias, misturas e soluções ■ Elementos químicos <p>→ Átomos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Conceito ■ Modelo atômico ■ Íons <p>→ Propriedades específicas da matéria e suas aplicações:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Processos de separação no dia a dia ■ Reações químicas <p>→ Funções químicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Sais, bases, óxidos e ácidos <p>→ Noções de repouso, movimento, referencial e trajetória</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Velocidade e aceleração ■ Interações mecânicas <p>→ Gravidade</p> <p>→ Força e movimento</p> <p>→ Energia</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Energia e movimento ■ Modalidades de energia ■ Trabalho e rendimento ■ Noções de eletricidade e magnetismo ■ Magnetismo relacionado à geração de energia elétrica 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Identificar e caracterizar as diversas transformações químicas e físicas de um material relacionando-as aos conceitos de <i>variação de energia, elemento químico, substâncias, misturas, soluções</i> e às suas aplicações. ■ Reconhecer modelos atômicos descritos em textos e ilustrações. ■ Conhecer os processos de separação e suas aplicações no dia a dia, destacando a importância da coleta seletiva, reciclagem e tratamento da água/esgoto. ■ Relacionar as ideias de espaço e tempo, considerando unidades de medida, compreendendo conceitos de velocidade e aceleração e suas relações com o conceito de energia e sua variação. ■ Relacionar as interações mecânicas ao equilíbrio e ao diferentes tipos de movimento. ■ Reconhecer características e presença dos diferentes tipos de onda em situações cotidianas. ■ Reconhecer evidências de reações químicas (mudança de cor, formação de gás, etc.) em processos do cotidiano ou experimentais, como a digestão, a queima de combustíveis, a formação de ferrugem, a oxidação de superfícies, etc. ■ Identificar substâncias a partir de dados e informações científicas. ■ Reconhecer processos de separação de misturas mais adequados às propriedades das substâncias que as constituem. ■ Selecionar linguagens e códigos apropriados para descrever substâncias químicas e suas transformações. ■ Reconhecer possibilidades de reutilização ou reciclagem de materiais considerados rotineiramente como lixo doméstico ou escolar. ■ Identificar algumas transformações de energia que ocorrem em equipamentos ou máquinas, tais como nos veículos, na iluminação, em um rádio ou, ainda, em usinas hidroelétricas, termoeletricas, nucleares, etc. ■ <i>Identificar, comparar e classificar (com base em critérios simples)</i> movimentos de veículos, corpos celestes e outros objetos. ■ Resolver problemas simples utilizando o conceito de velocidade média, sem necessidade de mudanças de unidade. ■ Comparar diferentes tipos de motores e de combustíveis, considerando sua eficiência, rendimento ou impactos ambientais.
TECNOLOGIA E SOCIEDADE	
<p>→ Ondas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Características das ondas: comprimento de onda, amplitude, frequência, período e energia ■ Problemas causados pelas radiações. ■ Ondas e som ■ Espectro eletromagnético ■ Luz, espelhos e lentes: o olho humano e correção dos defeitos de visão 	

9º ANO / 8ª SÉRIE – CONTINUAÇÃO	
TECNOLOGIA E SOCIEDADE	
<p>→ Átomos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Modelo atômico e avanço tecnológico ■ Energia nuclear e suas reações <p>→ Energia:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Máquinas simples ■ História da evolução das máquinas que proporcionam movimento ■ Combustíveis e sua eficiência ■ Problemas ambientais provocados pela utilização de combustíveis fósseis ■ Diferentes tecnologias para a transformação da água em energia ■ Medidas para economizar energia <p>→ Instrumentos ópticos</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Identificar diferentes ondas e radiações, relacionando-as a suas fontes, usos ou forma de propagação. ■ Relacionar as cores do arco-íris com a decomposição da luz solar ocorrida nas gotículas de água em suspensão na atmosfera ou por meio de um prisma, ou outro meio. ■ Relacionar a cor dos objetos ou uso de roupas claras (em dias quentes) e escuras (em dias frios) com fenômeno resultante da absorção e da reflexão da luz. ■ Relacionar características do som à sua produção e recepção e da luz à formação de imagens, inclusive com o uso de equipamentos (máquina fotográficas, óculos, caixa-preta, espelhos), ou nos casos de visão e audição humana. ■ Conhecer diferentes equipamentos de uso cotidiano segundo sua finalidade, energias envolvidas, princípios de funcionamento, estabelecendo a sequência de transformações de energia, valorizando o consumo criterioso de energia. ■ Conhecer os modelos atômicos, a evolução das teorias e suas contribuições para o avanço tecnológico. ■ Reconhecer o uso de máquinas simples como facilitador de realização de trabalho. ■ Compreender o comportamento da luz em diversos meios, em especial nas lentes, identificando e relacionando os diferentes tipos de lentes utilizados em diversos aparelhos e aplicados na saúde e tecnologia.

Quadro 1 - Orientações Curriculares – Ensino Fundamental - Séries e Anos Finais. (Fonte: BRASÍLIA. Orientações Curriculares Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal. Ensino Fundamental – Séries e Anos Finais. 2008. Brasília: SEDF. pp. 114-115.)

A estrutura do livro, geralmente em capítulos ou unidades, exige que o professor selecione e adapte os conteúdos ao contexto vivenciado pelos alunos, na tentativa de mostrar-lhes as devidas relações existentes, não apenas entre os conteúdos, mas desses com as outras disciplinas e com o seu dia a dia. Também é necessário que os docentes detectem e corrijam os possíveis erros conceituais trazidos nos materiais utilizados. Somado a isso, o docente deve observar se os materiais de 9.º ano seguem os eixos norteadores da educação brasileira apresentados no início de nosso trabalho. Infelizmente, sabemos que isso, na maioria das vezes, não é possível, pois, além de exigir tempo, requer uma qualificação profissional, muitas vezes insuficiente e inadequada à realidade educacional do país (KRASILCHIK, 1987). Ademais, é comum professores trabalhando com disciplinas de áreas distintas a de sua formação (CIVITA, 2009).

Milaré (2008) constatou que os conteúdos presentes nos livros de Ciências do 9º ano também estão presentes nos livros de Química do Ensino Médio. Segundo essa autora, a apresentação dos conteúdos nesses livros é bastante semelhante, o que, novamente, contraria as recomendações dos PCN de se evitar as explicações para fenômenos no nível molecular e atômico para o Ensino Fundamental (BRASIL, 1998a); o que também pode ser observado nas Orientações Curriculares do Sistema de Ensino do Distrito Federal (BRASÍLIA, 2008).

Nos últimos cem anos, o rápido crescimento das ciências foi acompanhado por uma educação formal focada cada vez mais na informação e na memorização, apesar do que recomendam os documentos oficiais. Além disso, temas e práticas descontextualizadas, muito distantes da realidade e do dia a dia dos alunos, têm dificultado a compreensão de como a Ciência e a Tecnologia são produzidas e afetadas pela nossa sociedade. O livro didático de Ciências deve contribuir para romper com esse modelo de ensino e familiarizar o estudante com a pesquisa. Dessa forma, deve orientá-lo na investigação de fenômenos e temas que evidenciem a utilidade das ciências para o bem estar social e para a formação de cidadãos aptos a responder aos questionamentos que o século XXI nos coloca, sem, no entanto, perder o foco sobre a natureza da Ciência (BRASIL, 2010).

É natural em toda criança e adolescente a curiosidade, a criatividade, o desejo de conhecer e de dialogar. Um bom livro didático deve contribuir para fomentar essa sede de crescimento intelectual. Deve colaborar para que o leitor compreenda o mundo a que pertence, percebendo o momento sociocultural e histórico em que esse saber foi produzido e os desdobramentos provocados pelo conhecimento. Dessa forma, o material poderá contribuir para que ele se torne capaz de relacionar a produção científica ao conjunto de características, inclusive ideológicas, que permeiam nossa sociedade e, de certa forma, “exigem” a apropriação desse mundo novo do conhecimento científico, por assim dizer (BRASIL, 2009).

O livro didático que pretenda contribuir com o processo de apropriação do conhecimento científico do aluno, entendido como construção sociocultural das sociedades, temporal e espacialmente caracterizadas, deve ir além do que se observa comumente nos livros disponíveis no mercado editorial brasileiro.

Nesses livros, é comum a prática de atividades organizadas com questões de exames de acesso ao Ensino Superior (vestibulares), como forma de verificação de

conteúdos. Essas questões normalmente apresentam a Ciência de forma fragmentada, como se o conhecimento sempre tivesse existido pronto para ser descoberto, como se verdade universal e inquestionável fosse, e não como produto da humanidade, historicamente construído.

Nos novos materiais didáticos, o discente deve ver despertado seu interesse nato por conhecer o mundo de que faz parte, auxiliando o seu entendimento e dos mecanismos que o engendram. Dessa forma, os primeiros contatos do adolescente com o conhecimento científico e, em especial, com o objeto de nosso presente estudo, a Química, contribui para o entendimento da Ciência como instrumento destinado à transformação da qualidade de vida e das relações entre os homens.

Em outros termos, um material didático de boa qualidade deve ser suporte para ensinar Ciências fazendo Ciência. Eis porque se espera que esse material apresente os conceitos científicos contextualizados e historicamente identificados de forma estimulante, dinâmica e desafiadora, permitindo ao aluno explorar, conhecer e transformar seu mundo.

4. A CONTEXTUALIZAÇÃO E O ENSINO DE CIÊNCIAS

Para reconhecer e bem avaliar a importância que possui o livro didático no Ensino de Ciências, deve-se observar em sua construção o princípio da contextualização. Daí porque entender esse princípio e sua aplicabilidade - objetivo que me atrevo a perseguir nos próximos parágrafos - é condição precípua para avançarmos neste trabalho.

Assim, é nosso intuito reconhecer no âmbito da legislação pertinente, em especial dos PCN para o Ensino Fundamental (BRASIL, 1998a), que tratamento é sugerido para o Ensino de Ciências ao longo dessa fase escolar, de forma a verificar se, no processo ensino-aprendizagem, a abordagem por meio da contextualização dos conteúdos propostos é um dos caminhos possíveis para se alcançar os objetivos preconizados em lei para esse nível de ensino.

Com esse intuito, pode-se discutir o que entendemos por “contextualização”, na atual conjuntura educacional. Segundo o Dicionário Interativo da Educação Brasileira, “a contextualização é uma forma de interdisciplinaridade, na medida em que aponta para o tratamento de certos conteúdos como contexto de outros” (MENEZES; SANTOS, 2002). Portanto, a contextualização é um recurso pedagógico capaz de tornar a aprendizagem significativa ao associá-la com experiências próximas ao cotidiano do aluno. Contextualizar o conteúdo significa tirar o aprendiz da condição de passividade, como na “educação bancária”, e torná-lo co-autor de sua aprendizagem, tendo como auxílio as competências cognitivas já adquiridas na sua vida pessoal, social e cultural (FREIRE, 1996, p.25).

Para Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), o aluno não é uma folha de papel em branco em que são depositados conhecimentos sistematizados durante sua escolarização. A sua cultura prevalente ou primeira, aquela que consiste nas explicações e nos conceitos que formou socialmente até o período em que se encontra, é indispensável e influencia necessariamente o processo ensino-aprendizagem em qualquer uma das áreas do conhecimento. Em outros termos, o arcabouço sociocultural que o educando traz consigo, fruto de suas experiências de vida, é substrato necessário para a prática da contextualização no ambiente escolar.

Assim entendendo, a ideia da contextualização se difunde amplamente no meio educacional a partir da reforma do Ensino Médio, decorrência esperada da Lei nº 9394/96 (BRASIL, 1996), que orienta a compreensão dos conhecimentos para o uso cotidiano, e do que preconizam as Diretrizes Curriculares para esse nível de ensino. Ganha respaldo com as diretrizes apresentadas nos (PCN), as quais visam a um ensino de Ciências com mão dupla entre a informação científica e o contexto social.

Em se tratando de Ensino Fundamental, a LDB, ao abordar os objetivos para esse nível do ensino, lança um olhar sobre as noções de contextualização e interdisciplinaridade. Em seu texto, traz-nos como objetivos a formação de um cidadão mediante o desenvolvimento da capacidade de aprendizagem, com a aquisição de competências e habilidades e a formação de atitudes e valores, a compreensão do ambiente natural e social, do sistema político, da tecnologia, das artes e dos valores em que se fundamenta a sociedade (BRASIL, 1996).

Para Heloísa Lück (1994, p. 60), “O homem é a medida de todas as coisas. Dele e para ele, enquanto humana e concretamente considerado, partem todos os empreendimentos que valem a pena”. Em nosso dia a dia como docente, o princípio pedagógico da contextualização é instrumento importante para tornar próximo ao discente novos conhecimentos que com ele serão compartilhados. A contextualização dos conteúdos curriculares ocorre, não apenas como meras ferramentas ilustrativas, mas como substratos para ancoragem de novos conhecimentos.

A simples ação de levar para a sala uma reportagem do dia anterior, tecer um comentário sobre algum acontecimento da cidade ou do próprio ambiente escolar devem ser muito mais que elementos de enriquecimento de uma aula; podem prestar-se ao desenvolvimento temático de conteúdos, que, de outra forma, correm o risco de permanecer distantes da realidade do discente. A partir de possíveis interações do espaço escolar com o mundo além dos portões da escola, o aluno passa a ter a noção clara de que a Ciência o auxilia a compreender sua realidade circundante, ao mesmo tempo que lhe fornece algumas das ferramentas necessárias para possibilitar sua interferência sobre ela. Surge, portanto, a necessidade de uma

visão crítica da realidade que transcenda os limites disciplinares e conceituais do conhecimento (OLIVEIRA³, 1989 apud LÜCK, 1994).

Segundo Edgar Morin (2002, p. 36), “o conhecimento das informações ou dos dados isolados é insuficiente. É preciso situar as informações e os dados em seu contexto para que adquiram sentido”. Ainda para este autor: “O todo tem qualidades ou propriedades que não são encontradas nas partes, se estas estiverem isoladas umas das outras” (p. 37). Dentre os vários objetivos apresentados pelos PCN, destacamos aqueles que acentuam a importância das abordagens interdisciplinares e contextualizadas, na perspectiva de formar o indivíduo capaz de:

- Posicionar-se de maneira crítica, responsável e construtiva nas diferentes situações sociais, utilizando o diálogo como forma de mediar conflitos e de tomar decisões coletivas;
- Perceber-se integrante, dependente e agente transformador do ambiente, identificando seus elementos e as interações entre eles, contribuindo ativamente para a melhoria do meio ambiente;
- Saber utilizar diferentes fontes de informação e recursos tecnológicos para adquirir e construir conhecimentos;
- Questionar a realidade formulando-se problemas e tratando de resolvê-los, utilizando para isso o pensamento lógico, a criatividade, a intuição, a capacidade de análise crítica, selecionando procedimentos e verificando sua adequação. (BRASIL, 1998a, p.7).

Da leitura desses documentos, assume-se que os indivíduos devem ser capazes de ir além do que lhes é ensinado, devem ser críticos, não aceitando tudo o que lhes é proposto como verdade absoluta; contrariamente devem discordar, questionar, tornando-se parte essencial de seu processo de aprendizagem.

Não obstante o que parece prever a legislação educacional, o que se verifica nas escolas parece caminhar em sentido contrário. De fato, o sistema educacional como organizado produz um comportamento alienante dos seus atores: educandos, professores e todo corpo técnico-administrativo escolar. De acordo com Fromm⁴ (1983) citado por Macedo *et alii* (2007), a pessoa alienada não se relaciona produtivamente consigo mesma e com o mundo exterior. Apropriando-se dessa reflexão, a principal característica do sistema educacional é a impessoalidade, em que seus participantes meramente reproduzem o que lhes é atribuído, alheios ao processo reflexivo e à intervenção produtiva.

³ OLIVEIRA, A. B. **A unidade esquecida**: homem-universo. Rio de Janeiro: Espaço e Tempo, 1989.

⁴ FROMM, E. **Psicanálise da sociedade contemporânea**. 10. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1983.

Infelizmente, não vejo razão para esse tipo de comportamento alienante não se reproduzir no ambiente da escola, espelho da sociedade. Daí porque uma educação que se pretenda voltada à especialização tecnológica contribui para o desenvolvimento de pessoas alienadas em relação ao processo educacional como um todo. Em se tratando de organizações, esse tipo de construção produz pessoas para as quais a recompensa financeira é a parte mais importante do trabalho.

Em outra perspectiva, bem mais animadora, pode-se trilhar um caminho para a superação desse estado alienante em que a motivação é gerada exclusivamente pelo retorno financeiro; esse caminho, segundo Paulo Freire (1996), é a promoção da construção do conhecimento, das condições para que esse conhecimento seja construído pelo aprendiz em parceria com os professores.

Assim é que deve o professor fomentar, em suas práticas diárias, atividades que despertem no educando a reflexão crítica, seja dos paradigmas interiorizados seja dos novos conhecimentos que a esses são incorporados, em um mecanismo de permanente reconstrução.

No exercício dessa constante releitura, é responsabilidade do professor a orientação crítica do conhecimento científico, inclusive no que diz respeito às diversas implicações éticas de sua aplicação no dia a dia, sejam elas econômicas políticas ou socioambientais. Isso porque, como se sabe, a produção do conhecimento, seja ele qual for, ocorre sob um substrato ideológico, que define as suas prerrogativas, que o legitima e dá-lhe sustentabilidade (BRASIL, 1998a).

Nesse sentido, acredito, os princípios da contextualização e da interdisciplinaridade são importantes ferramentas para o professor consciente de sua responsabilidade profissional. Remetendo-nos à realidade da educação brasileira, embora os princípios da interdisciplinaridade e da contextualização estejam mais do que presentes em nossa legislação, a sua prática não é uma realidade comumente observada no trabalho desenvolvido em nossas salas de aula. Professores utilizam-se dos mesmos métodos que eram utilizados quando alunos da educação básica; buscam novos resultados, utilizando fórmulas aplicadas sob a égide de antigos paradigmas.

A prática adotada em sala de aula está apoiada, na maioria das vezes, em livros didáticos que trazem os conteúdos isoladamente, como que divididos em caixinhas, alheios uns aos outros.

É nesse contexto que o presente trabalho está inserido. Nosso intuito é aproximar essas duas faces da mesma realidade educacional: as recomendações contidas nos documentos oficiais, nascidas da proposta de teóricos e pesquisadores da área do Ensino de Ciências, organizada por meio dos eixos da contextualização e da interdisciplinaridade, e a atividade experimental, nem sempre presente nas salas de aula brasileiras. Assim é que, “os conteúdos devem favorecer a construção, pelos estudantes, de uma visão de mundo como um todo, formado por elementos inter-relacionados [...]” (BRASIL, 1998a, p.35).

5. A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Investigando os documentos da educação brasileira pode-se perceber o quão enfaticamente se recomenda a não dissociação teoria-experimento, com a incorporação da interdisciplinaridade e da contextualização.

Quando tratam os PCN sobre o ensino das Ciências nas séries finais do Ensino Fundamental, terceiro e quarto ciclos, já se percebe o enfoque da contextualização como eixo norteador das atividades práticas. Diz o documento: “É fundamental que as atividades práticas tenham garantido o espaço de reflexão, desenvolvimento e construção de idéias, ao lado de conhecimentos, de procedimentos e atitudes.” (BRASIL, 1998a, p.122).

De fato, é o princípio da contextualização em sentido amplo que torna possível que a atividade experimental no ensino de Ciências proporcione o estabelecimento de relações dialógicas entre a teoria e a prática. Nessa via de mão dupla, espera-se que teoria e realidade estejam em constante interlocução.

Na busca da construção de novos saberes que envolvem a revisão de paradigmas já estabelecidos e da apropriação de outros, a experimentação no ensino de Ciências deve ter papel de destaque. Para isso, não deve restringir-se à mera atividade demonstrativa, em que o conhecimento científico é apresentado pelo professor como verdade inquestionável e imutável, dissociada de seu momento histórico de produção.

Infelizmente, ocorre que, no dia a dia da sala de aula, ao se lançar mão do livro didático, ainda hoje principal ferramenta, de apoio ao professor, a tentativa de estabelecer nexos construtivo e dialógico entre teoria e atividades experimentais se esvaece. Isso porque as propostas de atividades experimentais ali presentes são como mera atividade física dos alunos, pelas quais, como dizem alguns professores, se possibilita que “os alunos vejam a teoria como ela é”, em total detrimento da interação e da atividade cognitiva (SILVA; ZANON, 2000).

De fato, os manuais e a maioria dos livros didáticos utilizados pelos professores ainda são ineficientes para tornar a experimentação um momento de interação, argumentação e desenvolvimento de habilidades cognitivas, como desejado. Para se efetivar a experimentação “como uma atividade que permite a articulação entre fenômenos e teorias” (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010, p.235)

faz-se imprescindível a presença habilidosa do docente. Esse profissional precisa ter desenvolvido em seu curso de formação inicial habilidades para transformar um roteiro do tipo “receita” em um material que incorpore “atividades outras que contemplem generalizações e previsões” (p. 237).

Nesse sentido, o professor deve ter compreensão do papel da experimentação no ensino de Ciências. No seu trabalho com o discente, o professor deve estar atento às características das teorias científicas; as quais, por sua vez, são formuladas com o objetivo de elucidar o maior número de fenômenos análogos. A essa capacidade da teoria de explicar um número de fenômenos comparáveis é o que se entende por generalização. Outra importante característica da teoria científica é sua capacidade de previsão restrita, ou seja, sua capacidade de prever fenômenos que ainda não tenham sido observados (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

Hodson (1994) defende que a experimentação deve ser conduzida pelo docente de forma a estimular que os alunos explorem suas opiniões pondo à prova sua capacidade para a explicação.

A literatura aponta alguns problemas, que acabam tornando muito extensa a pauta pela não efetivação de aulas experimentais em nossas atuais escolas. Inicialmente, o preparo insuficiente dos professores para repensar a maneira de explorar a experimentação leva a outras justificativas, como a falta de tempo disponível para a experimentação, a inexistência de laboratórios equipados e disponíveis, o incômodo que causa o trânsito dos alunos entre a sala de aula e o laboratório para as atividades. Essas são algumas das razões mais comumente levantadas por escolas e docentes para justificar nessa realidade. Na verdade, o problema não só diz respeito à indevida ou inexistente mediação pelo professor das práticas de experimentação no ensino de Ciências; ocorre que, em grande parte das escolas de Ensino Fundamental, a pauta de justificativas para que a prática da experimentação não se efetive é bastante extensa (SILVA; ZANON, 2000).

Diante dessas colocações, uma pergunta nos intriga: a presença de laboratório para a realização de atividades experimentais é realmente essencial?

Segundo Hodson (1994), as atividades experimentais não se limitam à aula de laboratório, mas a todo método de aprendizagem em que o aprendiz não é passivo. Em outros termos, o ato de aprender exige participação do aluno. Nesse sentido, o trabalho prático não envolve necessariamente atividades de laboratório, fato esse desconhecido, ainda hoje, pela maioria dos professores. Ela pode se dar

de várias maneiras e nos mais variados lugares, inclusive na sala de aula, sem necessariamente estar vinculada ao ambiente físico do laboratório.

É importante que o professor entenda que, desde que observados os princípios da não dissociação dos processos de ensinar e de aprender, da não dissociação teoria-experimento; da interdisciplinaridade e da contextualização, várias ações educativas podem ser tidas como atividades experimentais, tais como: aulas expositivas comuns, debates em grupo, saídas de campo, projeções de filmes e vídeos, seminários e a própria realização de experimentação demonstrativa-investigativa em laboratório ou em computadores na sala de informática (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

De mesma forma, as atividades experimentais por meio das quais o professor apresenta, a partir de fenômenos simples, conceitos teóricos vinculados ao que foi observado, tornam-se uma poderosa arma pedagógica a favor da aprendizagem.

Sendo a experimentação um recurso de ensino, ela deve ser analisada cuidadosamente pelo professor, o qual deve ter clareza dos objetivos a serem atingidos. Objetivando auxiliar a conquista de um resultado efetivo no processo ensino-aprendizagem, autores como Hodson (1994) e Silva; Machado; Tunes (2010) sugerem passos a serem seguidos pelos professores para a realização de um experimento em sala de aula. Nesta perspectiva, o trabalho mais recente faz uma expansão dos anteriores e recomenda que, ao desenvolver uma atividade experimental demonstrativa-investigativa, o professor deve estar atento à formulação de perguntas que despertem o interesse inicial pela atividade, à abordagem sócio-histórica do momento em que a teoria científica foi elaborada, além, é claro, de orientar a interpretação do fenômeno em estudo à luz das teorias científicas que o explicam; até o fechamento da atividade quando se apresentam as respostas construídas às perguntas iniciais; observada, sempre que possível, a interface Ciência-Tecnologia- Sociedade-Ambiente – CTSA e a avaliação da aprendizagem (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010, p.247-249):

Esses passos servem para orientar o professor durante a atividade experimental, não sendo estritamente necessário que sejam seguidos na íntegra para a efetividade de uma atividade demonstrativa-investigativa. Para cada um desses passos, o questionamento dos alunos deve ser privilegiado em relação à prática em si. O professor como parte mais experiente deve auxiliar os alunos a se apropriarem do conhecimento científico, não só de seu produto final, mas de todo o

processo de sua construção, visto que é o docente, na visão de Vygotsky, o participante desse processo que já internalizou significados socialmente compartilhados. Pretende-se que as atividades experimentais se integrem ao processo de ensino de uma forma que valorize a reflexão (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010; HODSON, 1994).

Com fulcro no texto de Silva e Zanon (2000) em “A Experimentação no ensino de Ciências” (p.134), o trabalho que me proponho desenvolver objetiva fazer de cada um de seus elos, suas partes constituintes, uma oportunidade de reflexão sobre os temas desenvolvidos, de forma a instigar no discente o levantamento de indagações a partir de suas concepções prévias. Não com o intuito de “provar na prática como a teoria funciona”, mas de possibilitar a construção e ancoragem de novos conhecimentos por meio do relacionamento entre o que é observado, seja em uma aula expositiva, seja por meio de um vídeo ou filme, de uma visita planejada ou de qualquer outra atividade educativa, com a teoria que temos à mão, conhecimento científico historicamente construído.

Acreditamos, desta forma, que podemos contribuir para uma aprendizagem mais efetiva de Ciências, como afirma Pedrotti (2011)

uma experimentação que estimula a curiosidade crítica adquire importância fundamental para o desenvolvimento de várias competências, como observação, argumentação, formulação de hipóteses, verbalização do pensamento acerca do problema, entre outras. (p. 37).

Como já dito, os documentos organizacionais da educação brasileira recomendam mormente a não dissociação entre a teoria e a prática. Não observar essa recomendação certamente comprometerá o que se entende por natureza da Ciência, isto é, o entendimento de que o conhecimento científico é um conjunto de ideias cujo objetivo é a explicação de fenômenos naturais (mesmo que circunscritos) e de laboratório e que essas explicações podem alterar-se ao longo da história.

Adicionalmente, observa-se que a presença da experimentação nos livros didáticos, em geral, apresentam, como fim precípua, a intenção exclusiva de confirmar o que as teorias científicas já nos apresentam. Assim, prestam-se tão somente a confirmar o que já é conhecimento científico construído, não estabelecendo relação dialógica para o alcance do aprendizado reflexivo.

Nos últimos anos, os programas educacionais não estão voltados apenas para a experimentação, mas também para a melhoria da educação como um todo.

Esses programas abrangem desde a escolha do livro didático até à preparação dos docentes.

É neste contexto de contribuição à preparação profissional do docente que vários autores trazem a experimentação como ferramenta fundamental para facilitar a aprendizagem dos conceitos das Ciências. Muito embora tenhamos avançado nesse sentido, percebo, enquanto professora de Ciências em escolas de Ensino Fundamental e Médio no Distrito Federal, que essa prática, não raras vezes, não integra o rol de estratégias pedagógicas a que lançam mão os docentes em grande parte das escolas.

Nossa proposta é, portanto, a partir da temática “doce e guloseimas”, contribuir para a compreensão de conceitos relevantes de Ciências pelos alunos do 9.º ano, com fulcro nas orientações dos PCN, perpassados por conhecimentos de outras áreas, além de despertar os alunos para as relações que se devem estabelecer entre o conhecimento científico e as atividades vivenciadas no dia a dia e como essas podem contribuir para o desenvolvimento de nossa educação alimentar.

6. DELINEAMENTO METODOLÓGICO

Neste capítulo são descritos os aspectos metodológicos da pesquisa, isto é, a caracterização da metodologia de pesquisa, o contexto no qual a investigação ocorreu e os instrumentos de coleta de dados utilizados.

6.1 Caracterização da metodologia de pesquisa

Com o intuito de desenvolver uma alternativa de material didático para o Ensino de Ciências, a ser utilizado pelos alunos do 9.º ano do Ensino Fundamental, trabalhamos com um tema social que além de atraente aos olhos do público adolescente, despertasse-lhe o interesse pelo estudo da disciplina. Para os autores Delizoicov, Angotti, Pernambuco (2011), o tema social:

Compreende o fazer e o pensar, o agir e o refletir, a teoria e a prática, pressupondo um estudo da realidade em que emerge uma rede de relações entre situações significativas individual, social e histórica, assim como uma rede de relações que orienta a discussão, interpretação e representação dessa realidade. (p. 165).

Portanto, deve ele ser rico em possibilidades de trabalho pedagógico, refletindo a realidade vivenciada pelo grupo em que será aplicada. Pensando nisso, a temática escolhida, “doce e guloseimas”, será desenvolvida na perspectiva de apresentar aos estudantes como a Ciência explica as necessidades nutricionais, como estão ligadas à alimentação diária e que possíveis consequências à saúde trazem escolhas alimentares inadequadas.

A intenção foi apresentar aos alunos de 9.º ano como o Ensino de Ciências pode dar-lhes autonomia para fazer escolhas saudáveis, fundadas em conhecimentos científicos e não em informações contraditórias como fazem, de uma maneira geral, os meios de comunicação. De fato, constantemente somos bombardeados com modelos de “felicidade” baseados em contradições divulgadas pela mídia, ao mesmo tempo em que se defendem esteticamente corpos esbeltos, investe-se maciçamente na publicidade de alimentos pouco nutritivos, de elevado teor calórico, e no *marketing* para venda de medicamentos emagrecedores. As contradições são inúmeras e o pensamento por conceito científico pode auxiliar a

percepção ideológica que as constituem, dando ferramentas para os alunos desenvolverem um olhar crítico sobre a realidade (CHALMERS, 2010; MUELLER, 2011).

Partimos do pressuposto que a forma como a Ciência é abordada atualmente em sala de aula pode não estar contribuindo para que os alunos, adolescentes, defendam-se dessa realidade e, adicionalmente, possam fazer conscientemente escolhas alimentares baseadas no balanço energético nutricional. O ensino muito centrado no conteúdo não permite que se façam conexões entre o conhecimento e o a vida cotidiana e muito menos que se percebam as armadilhas dessas contradições.

Então, o objetivo de nosso trabalho foi propiciar, de forma específica, conhecimentos científico-tecnológicos, por meio dos conteúdos de Ciências (conceitos de transformações químicas, átomos, reagentes, produtos, fórmula molecular, substância, materiais homogêneos e heterogêneos, bem como cálculo da massa molar das substâncias), cujas decorrências devem ter alcance social, econômico, político, bem como contribuir para o desenvolvimento de saberes e valores que sejam ferramentas mediadoras das interações dos indivíduos com o mundo.

Neste contexto, o papel do professor assume importância ímpar; que muitas vezes é a única referência para o aluno no que diz respeito ao conhecimento científico e aos valores decorrentes de sua aprendizagem. O professor é quem planeja e cria as condições de possibilidade de emergência das potencialidades do aluno (TUNES; TACCA; BARTHOLO JÚNIOR, 2005, p. 694). Enfim, ao professor cabe dirigir o ambiente em que ocorre o aprendizado, tecendo seu trabalho em função das descobertas que se trazem à tona quando do desenvolvimento do aluno. Conhecê-lo é, portanto, ferramenta imprescindível para a realização da missão docente. Saber o que ensinar, sim; mas muito mais do que isso: saber para quem se está ensinando, o que e por que está sendo ensinado.

Certamente, o presente trabalho é também fruto de minha observação em sala de aula durante os anos em que tenho lecionado para o 9.^o ano. Dela advém minha percepção clara de que despertar o interesse desse grupo de adolescentes exige que o professor lance mão de diferentes estratégias, desde a aula expositiva, planejada de forma interdisciplinar e contextualizada, passando por roteiros de

estudos direcionados, experimentação em laboratórios ou mesmo no ambiente de sala de aula, apresentações audiovisuais, uso de tecnologia computacional.

Nesse trabalho, utilizamos o método de pesquisa social conhecido como estudo de caso, de grande importância no meio acadêmico, cujo conhecimento gerado é mais concreto e contextualizado do que aquele produzido por outras formas de pesquisa, visto ser mais voltado para a interpretação do pesquisador e baseado em populações de referência determinadas no contexto vivenciado (Merriam⁵, 1988 apud André, 2005).

De fato, Lüdke e André (1986) e Triviños (1987) enfatizam as características do estudo de caso como investigações que partem de alguns pressupostos teóricos iniciais, mas procuram manter-se constantemente atentos a novos elementos emergentes e importantes para discutir a problemática em questão.

Assumimos, portanto, que a metodologia do estudo de caso é uma importante ferramenta de pesquisa para se entender o processo educativo; objeto de nosso estudo. Portanto, ao iniciar o trabalho, a escolha do tema “doços e guloseimas” nos oportunizou estabelecer vínculos com o tema transversal saúde, no que diz respeito a hábitos e atitudes alimentares saudáveis, os quais devem ser construídos, inclusive, no ambiente escolar, contexto real dessa investigação. Essa proposta vem ao encontro do que sugerem os Parâmetros Curriculares Nacionais sobre o assunto, e atende ao contexto em que estou imersa, ou seja, um ambiente escolar que é meu objeto de pesquisa. Por isso mesmo, dada a essencialidade de nosso trabalho, optamos por uma pesquisa de cunho qualitativo, o que de acordo com Lüdke e André (1986) é recomendado para um pesquisador que esteja imerso no contexto a ser pesquisado.

⁵ MERRIAN, S. B. **Case Study Research in Education**. San Francisco: Jossey Bass, 1988.

6.2 Contexto da Investigação

O espaço da nossa pesquisa, ou seja, o universo onde foi aplicado nosso trabalho é uma escola da rede particular do Distrito Federal, onde sou professora de Ciências do 9.º ano há sete anos.

A escola tem atuação na Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio, nos turnos matutino e vespertino. Possui quatro turmas de 9.º ano, sendo três no período matutino (turmas: A, B e C) e apenas uma no turno vespertino (turma D). Cada uma delas tem duas professoras de Ciências, uma que ministra Física com duas aulas semanais, e eu, ministrando Química com apenas uma aula por semana.

Para o desenvolvimento desse trabalho foi solicitada autorização à Coordenação Geral da Instituição, por meio da apresentação de uma síntese do projeto, explicitando as atividades e a quantidade de aulas necessárias para sua aplicação. Após a análise, foi concedida autorização para a aplicação do projeto, porém algumas exigências foram colocadas: 1) em função do calendário escolar, com provas e outras atividades pedagógicas já marcadas, foram disponibilizadas apenas cinco aulas de 50 minutos; menos do que gostaríamos e 2) o módulo didático deveria ser aplicado para todas as turmas sob minha regência, ou seja, para quatro turmas. Em princípio, isso nos assustou em função do número de dados para posterior análise. No entanto, depois percebemos que seria uma oportunidade de melhorar o processo e superar possíveis falhas ocorridas, possibilitando-nos, a reflexão e o fazer ao mesmo tempo.

Para efeito de apresentação e análise dos dados, os alunos das turmas A, B, C e D foram identificados respectivamente por A.n, B.n, C.n, D.n (sendo n= 1, 2, 3,...). A estratégia didática começou a ser aplicada sempre pela turma D, pois suas aulas ocorriam às segundas feiras à tarde; em seguida, a turma C no primeiro horário do dia seguinte, às 7:30 horas. Em relação às aulas das turmas A e B, como só ocorriam às sextas-feiras, foi necessário fazer trocas de dias com professores de outras disciplinas para que essas turmas não ficassem com um número menor de aulas, devido ao grande número de feriados no último trimestre de 2012. Assim,

nosso trabalho foi desenvolvido em cinco aulas com duração de 50 minutos cada, conforme o que está apresentado no quadro que segue.

Aula	Assunto temático/ Conteúdos escolares	Metodologia	Algo a mais PARA CASA
01	<p>Características da cana de açúcar</p> <ul style="list-style-type: none"> - Processo de obtenção do açúcar. - Métodos de separação - De onde vem o sabor doce do açúcar? - Composição do açúcar - Propriedades - Discutindo materiais e substâncias 	<p>Investigando Conhecimentos prévios:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) De onde vem o sabor doce de um pirulito? 2) De onde vem o açúcar? 3) Qual é o papel do açúcar em nossa dieta? 4) Adoçantes podem ajudar a emagrecer? 5) Diz-se que os alimentos fornecem energia. Como isso acontece? <ul style="list-style-type: none"> • Texto: “Da cana à sacarose” • Atividade experimental demonstrativa-investigativa: <p>Caldo de cana, rapadura, açúcar mascavo, açúcar cristal, açúcar refinado, sacarose.</p>	<p>Assistir em grupos de quatro alunos ao vídeo “Usina virtual”, disponível: http://souagro.com.br/como-funciona-uma-usina-de-cana-de-acucar.</p> <p>Foram nove grupos. Cada um ficou responsável por investigar uma das nove etapas elaborar duas perguntas para que os colegas respondessem em sala. Esse trabalho foi apresentado na 2.ª aula, no entanto solicitamos que as perguntas fossem entregues à professora dois dias antes da aula.</p>
02	<p>Retomando conceitos importantes da aula anterior.</p> <p>Características da cana de açúcar</p> <ul style="list-style-type: none"> - Processo de obtenção do açúcar. - Métodos de separação - De onde vem o sabor doce do açúcar? - Composição do 	<ul style="list-style-type: none"> • Discutir o vídeo a que assistiram em casa, atentando para a relação entre o Conhecimento Cotidiano (saberes populares) e o Conhecimento Científico. • Fazer uma análise crítica sobre as condições de vida e de trabalho dos escravos no período colonial e dos trabalhadores rurais da cana-de-açúcar, na atualidade. • Terminar a aula 	<p>Experimentação para casa: “Cristalização do açúcar”</p> <ul style="list-style-type: none"> - fazer um relatório a partir das observações realizadas e de questionamentos, como, por exemplo: <ol style="list-style-type: none"> 1) A que etapa do beneficiamento da cana de açúcar o fenômeno observado se assemelha? 2) Como a Química

Aula	Assunto temático/ Conteúdos escolares	Metodologia	Algo a mais PARA CASA
	açúcar - Propriedades - Discutindo materiais e substâncias	assistindo ao vídeo: “De onde vem o açúcar?” Disponível em: < http://tvescola.mec.gov.br/index.php?option=com_zoo&view=item&item_id=2407 >.	denomina a passagem do estado líquido para o sólido?
03	Produção do Algodão Doce - Propriedades organolépticas. - Conceituar os estados físicos da matéria e a passagem entre eles. - Matéria e propriedades da matéria - Substância simples e substância composta	<ul style="list-style-type: none"> Atividade experimental demonstrativa-investigativa: Vocês conhecem um doce que é puro açúcar? Antes/durante/depois: O que vocês acham que acontece na fabricação do algodão doce? Com quais ingredientes ele é feito? Na fabricação do algodão doce está ocorrendo um fenômeno físico ou químico? Por quê? Como vocês imaginam que as moléculas de sacarose estão organizadas em um grão de açúcar? E no algodão doce? Relações CTS.	
04	Texto: Diferenciando os sabores: ácido, amargo, doce, salgado, umami. Edulcorantes Diferença entre alimentos Diet e Light Retomar conceitos de estados físicos. (relacionado à atividade de casa) -Massa, volume e densidade	<ul style="list-style-type: none"> Levar para sala sal, limão, café e açúcar. Perguntar: Como o nosso corpo diferencia os sabores? Atividade experimental demonstrativa-investigativa: Diet X Light (refrigerante). Antes/durante/depois: O que vocês acham que vai acontecer quando colocarmos essas latas de refrigerante em um balde com água? Qual a diferença entre essas latas que justifique o que estamos observando? Falar sobre o mesmo tamanho, volume de líquido	<ul style="list-style-type: none"> Texto: “O doce sabor do açúcar”. Questionário: 1- Por que as pessoas diabéticas podem ingerir adoçantes, mas não açúcares comuns? 2- As crianças e os idosos possuem a mesma sensação de sabor? Justifique sua resposta. 3- Por que açúcares como a lactose e a sacarose não são absorvidos pelo organismo das pessoas imediatamente? O que é necessário para que essa

Aula	Assunto temático/ Conteúdos escolares	Metodologia	Algo a mais PARA CASA
		<p>e perguntar sobre a massa. Pesar em uma balança latinhas de refrigerantes. Discutir a relação de diferentes massas ocupando um mesmo volume (densidade). Debater sobre a diabetes e o papel dos adoçantes. Chamar atenção para relações CTS.</p>	<p>absorção ocorra?</p> <p>4- Em relação ao texto lido e o tema abordado, apresente um benefício à sociedade do conhecimento científico aplicado.</p> <p>5- Analisando os rótulos, que refrigerante seria indicado para pessoas diabéticas e hipertensas? Por quê?</p>
05	<p>- Diferença entre transformações físicas e transformações químicas</p> <p>- Lei das Proporções definidas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade experimental demonstrativa-investigativa: caramelização do açúcar na colher. • Brigadeiro • Por que a cor do brigadeiro é muito mais escura do que a mistura de leite condensado + achocolatado? 	
06	Verificação do Aprendizado	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação da atividade avaliativa - poema: "O açúcar" (Autor - Ferreira Gullar). • Avaliação discente da proposta didática. 	

Quadro 2 – Estratégias para trabalhar conteúdos de Ciências para o tema doces e guloseimas em turmas de 9º ano de uma escola no Distrito Federal.

Das turmas pesquisadas, A, B possuíam 36 alunos cada; a turma C, 34 alunos; e a turma D, 32 alunos. No momento da aplicação, todos os alunos tinham idade entre 13 e 15 anos.

6. 3 Instrumentos e técnicas de coleta dos dados

Para esse trabalho foram utilizados seis instrumentos para coleta de dados, posteriormente analisados, a saber: questionário avaliativo do conhecimento prévio, desenvolvido com os alunos e anterior ao início das atividades; debates gravados a cada aula; questionários ao final das atividades, reunidos no diário de bordo de cada; avaliação formal ao final das atividades; pesquisa de apreciação sobre o trabalho desenvolvido durante as cinco aulas e os diários da professora. Na apreciação da proposta, os alunos não se identificaram, como recurso para deixá-los à vontade ao se expressarem criticamente, e para manter maior isenção, quando da análise das respostas.

As aulas, em sua maioria, observaram o modelo proposto pelos autores Hodson (1994) e Silva, Machado e Tunes (2010), os quais sugerem passos para a realização de uma atividade experimental em sala de aula. Nessa perspectiva, as atividades demonstrativa-investigativas foram iniciadas com perguntas formuladas com o objetivo de despertar o interesse dos alunos. Em seguida, cada experimento foi realizado de forma demonstrativa, enquanto os alunos eram instigados a verbalizar o que estavam visualizando a nível macroscópico, bem como a buscar explicações para os fenômenos. Enfim, concluíamos cada atividade quando apresentávamos as respostas às perguntas iniciais e as explicações fenomenológicas, observando, sempre que possível, a interface Ciência Tecnologia Sociedade Ambiente – CTSA, e a avaliação da aprendizagem.

7. DISCUSSÃO DOS DADOS E RESULTADOS

Nesse capítulo discutiremos os resultados obtidos a partir das respostas dos alunos aos questionários feitos ao longo de cada aula e na avaliação formal realizada ao final do conjunto das cinco aulas. Todas as questões aplicadas com o objetivo de avaliar os alunos foram do tipo aberta (discursivas), e as questões mais próximas foram agrupadas; correlacionando, sempre que possível, os questionamentos.

Apresentamos uma descrição geral de cada aula, seguida das análises das participações orais ou escritas dos alunos. A sequência descrita seguiu o planejamento inicial do módulo didático apresentado no Delineamento Metodológico, isto é, as aulas foram organizadas em cinco unidades didáticas. Por fim, discutiremos as impressões dos alunos sobre o conjunto de atividades vivenciadas.

Esse trabalho foi estruturado baseando-se nas tendências atuais para o Ensino de Ciências, tentando romper com o formato tradicional das aulas e fazendo com que o aprender Ciências deixasse de ser apenas uma obrigatoriedade escolar para a promoção do aluno, e pudesse transformar-se em um instrumento para sua participação efetiva no mundo, de forma a compreender seu papel na sociedade, refletindo criticamente as diversas situações com as quais se depara ao longo da vida (MILARÉ e ALVES FILHO, 2010).

Além das diretrizes apresentadas, autores como Lima e Silva (2007) e Maldaner *et alii* (2007) defendem uma reestruturação do Ensino de Ciências no ensino fundamental, como observado nos pontos comuns extraídos desses trabalhos e citados também por Milaré (2008, 2010).

Preocupação com as concepções dos estudantes sobre conceitos científicos; (b) Foco na formação da cidadania; (c) Oposição ao ensino tradicional que considera o aluno passivo em sua aprendizagem; (d) Abordagem interdisciplinar; (e) Uso racional, crítico e limitado do livro didático; (f) Introdução de discussões sobre aspectos sociais, políticos e econômicos; (g) Uso de temas relevantes na sociedade moderna; (h) Uso de textos, atividades experimentais e outras e (i) Participação dos alunos em sala de aula (p. 49).

Por meio dessas análises, fizemos considerações sobre o processo de desenvolvimento do conhecimento escolar a partir dos conhecimentos prévios dos estudantes. A integração dos conhecimentos, de acordo com Silva e Moreira (2010), pode permitir ao aluno uma compreensão à luz da Ciência sobre os fenômenos observados no cotidiano, dando a eles autonomia para julgá-los do ponto de vista das descobertas científicas, das elaborações tecnológicas e dos valores socioambientais.

Inicialmente, discutimos o questionário aplicado para conhecer o que os alunos sabiam sobre a origem do açúcar, sua composição e propriedades, além de verificar a utilização ou não de termos próprios do conhecimento científico ao definirem o papel do açúcar em nossa dieta, fato defendido por Pozo; Crespo (1998) quando afirmam que o aluno aprende determinado conceito científico quando estabelece relações entre esse conhecimento e os anteriores.

Parte daí a justificativa para voltarmos, primeiramente, nossa atenção às ideias que os alunos possuíam antes da aplicação do módulo. Afinal, um possível insucesso na aprendizagem pode estar ligado à falta da inter-relação entre aquilo que o aluno já sabe e o conhecimento científico.

7.1 Unidade 1 – Investigando os conhecimentos prévios

A estratégia adotada para se investigar os conhecimentos prévios dos alunos envolveu um questionário (Apêndice 1) e uma atividade experimental (Apêndice 2), ambos desenvolvidos em uma mesma aula. Para o experimento, adotamos a metodologia proposta por Hodson (1994) e Silva, Machado e Tunes (2010), os quais sugerem etapas para realização do experimento em sala de aula de forma a torná-lo uma atividade investigativa. Notamos que muitos, ao longo das aulas, formularam várias perguntas, ao passo que também tentavam explicar o que estava ocorrendo. Aproveitando dessas colocações, buscamos trabalhar com as concepções microscópicas que emergiam da fala dos alunos.

Nesse contexto, a efetivação da primeira proposta experimental demonstrativa-investigativa teve início quando foi oferecido um pirulito para cada aluno saborear, não antes de saber se alguém tinha restrição à ingestão de doces.

Ao entregar o pirulito, lançamos uma questão provocativa “De onde vem o sabor doce desse pirulito?”.

A resposta imediata veio quase em uníssono em todas as turmas, isto é, a grande maioria considerou que o sabor doce do pirulito era devido à presença do açúcar. Foi solicitado que escrevessem suas respostas em uma folha com as cinco perguntas do questionário, entregue logo no início da aula.

Ao analisar as anotações, percebemos que a resposta verbalizada permaneceu a mesma para 80,55% na Turma A, 96,6% na B, 87,5% na C e 82,1 na D. Pelo quantitativo das respostas, inferimos que os alunos desconhecem ou ignoram o conceito de sacarose, que é a substância responsável pelo sabor doce do açúcar. Não obstante, é aceitável a utilização do conhecimento cotidiano na maioria das respostas de acordo com Lopes (1999), já que ele faz parte da nossa cultura e é construído pelos homens de forma pragmática, funcional e espontânea, sem a preocupação de uma reflexão para compreender a realidade em seu caráter mais complexo.

Ainda sobre essa pergunta, chamou-nos atenção a resposta do aluno A.24 que mencionou que a sensação doce se deve às “*papilas gustativas*” da língua, demonstrando que ele tem algum conhecimento sobre a capacidade desse órgão de perceber sabores distintos. No entanto, a resposta desse estudante apontou para o órgão capaz de detectar o sabor e não para a substância que provoca o gosto doce. Interessante que essa resposta seria o objeto de trabalho na quarta aula, quando discutiríamos as sensações dos cinco sabores conhecidos até então.

Dando sequência à atividade, foi perguntado “De onde vem o açúcar?” e a maioria dos alunos afirmou ser proveniente da cana, como demonstra a tabela 1:

Turma	Porcentagem de alunos
A	86,11
B	93,10
C	96,87
D	100

Tabela 1- Percentual de alunos por turma que responderam que o açúcar se origina da cana de açúcar.

Ainda sobre a origem do açúcar, somente o aluno B.23 relatou que pode ser proveniente de outros vegetais como a beterraba. E chamou-nos a atenção o fato de

um aluno da turma A e outro da turma B desconsideraram a origem natural do açúcar, remetendo diretamente ao processo químico, como se pode observar das respostas.

A.33 *“Vem de processos químicos”.*

B.5 *“Vem da fábrica como a União que tira o açúcar de determinados lugares”.*

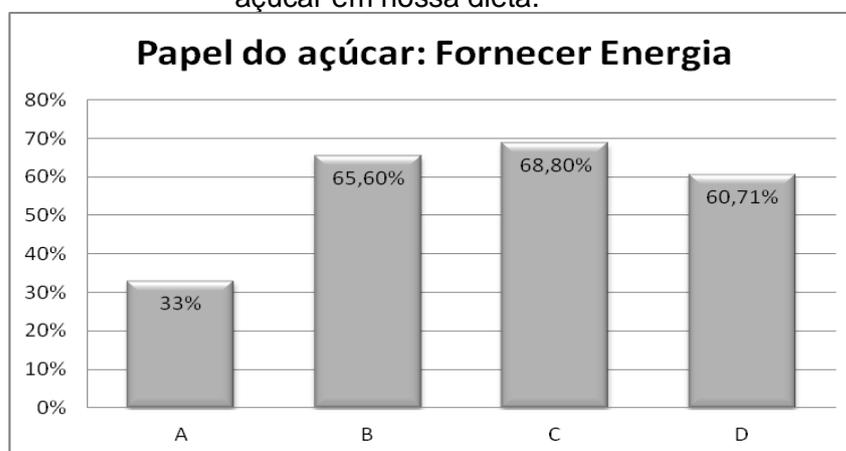
Esse fato será discutido posteriormente por ocasião da exploração de um texto intitulado “Da cana à sacarose”, que preparamos para tratar a origem natural do açúcar, os aspectos históricos relacionados à sua produção, o uso alimentício, a diferença entre o conceito de material e substância e as etapas de produção.

Percebemos, ainda, que alguns alunos não quiseram comprometer-se, optando por dar respostas mais abrangentes, como foi caso de B.37 que simplesmente disse que o açúcar vem da natureza. Apenas um aluno (C. 28), das quatro turmas, afirmou não saber a origem do açúcar.

Tais respostas podem nos parecer surpreendente, mas um ensino centrado em conceito não historicizado, fechados (enciclopédico) e desconectados do contexto sociocultural e ambiental gera além do desconhecimento, a desmotivação e o interesse dos alunos pelo aprender (BRASIL, 1998a).

Enquanto os estudantes degustavam o pirulito, respondiam ao questionário, para, posteriormente, darmos continuidade à atividade experimental. Ao analisar as respostas sobre o papel do açúcar em nossa dieta, observamos que os percentuais foram semelhantes entre os alunos das turmas B, C e D, que responderam “fornecer energia”, correspondendo a 65,6%, 68,8% e 60,71%, respectivamente. Na turma A, no entanto, esse valor caiu para 33% como se pode observar na Figura 1.

Figura 1- Respostas dos alunos de 9º ano das turmas A, B, C e D sobre o papel do açúcar em nossa dieta.



Sobre essa pergunta, destacamos algumas respostas com a do aluno C.28, que afirmou: *“O açúcar não serve para nada! Melhor evitá-lo no dia-a-dia”*. Esse conceito equivocado aponta para a falta de compreensão sobre o real papel do açúcar e o desconhecimento sobre a ingestão equilibrada dos alimentos. Outras respostas observadas em todas as turmas, como *“virar gordura”* ou *“serve para engordar”*, apontam erros conceituais preocupantes do ponto de vista da saúde. Certamente, o incentivo da mídia como ressalta (SILVA; AMARAL, 2010) e a exaltação da estética, por meio do “culto” ao corpo “ideal”, têm motivado jovens à ingestão insuficiente de determinados alimentos, comprometendo a saúde e provocando o desenvolvimento de doenças de fundo psicológico (DALLO; PALUDO, 2011). Contraditoriamente, à oferta exagerada de alimentos com elevado teor de açúcar tem provocado obesidade em crianças e em alguns casos doenças como a diabetes e, por isso, é motivo de preocupação entre os profissionais da saúde, e tema de estudo das aulas de Ciências, ainda no Ensino Fundamental.

Das quatro turmas juntas, 22,4% dos alunos responderam que o papel do açúcar é *“produzir glicose”*, já 12% apresentaram respostas, como: *“Equilibrar o colesterol”* (A.4); *“Regular a insulina”* (B.36); *“Faz com que a pressão abaixe”* (C.26). O aluno C.26 associou o açúcar a um agente neutralizante para o excesso de consumo do sal, como forma de reduzir a pressão arterial. Essas respostas nos mostram a necessidade de retomar com os alunos o papel do açúcar na dieta, dada a relevância do consumo adequado desse alimento para a saúde.

Lembramos que no 8º ano abordamos os aspectos funcionais e nutricionais dos alimentos, fazendo a apresentação da pirâmide alimentar. Uma forma de inserirmos conceitos da Biologia no 9º ano seria retomando o que foi visto e acrescentando que apesar de os carboidratos e os lipídios produzirem energia, estes têm como função principal armazená-la, manter a temperatura do organismo e solubilizar vitaminas. Enquanto, que os açúcares são primordialmente produtores de energia, isto é, cada 1 g de carboidrato fornece cerca de 4 kcal de energia. Ainda nessa primeira atividade, perguntamos: *“Os adoçantes podem ajudar a emagrecer?”*. Esse questionamento tinha por objetivo suscitar a curiosidade dos alunos, já que o assunto seria retomado posteriormente. Assim, como para as outras perguntas, não houve unidade nas respostas, mas percebeu-se, de uma maneira geral, que os alunos têm concepções muito distantes do que é aceito cientificamente sobre o que é adoçante. Há uma diversidade de respostas descontraídas, como a do aluno

A.27: *“Sim, pois é açúcar diluído em água”*. Percebe-se que ele acredita se tratar da mesma substância, apenas com mudança do estado físico. Alguns estudantes pensam que os adoçantes têm menor quantidade de açúcar e, por isso, ajudam a emagrecer, como se pode ver nas respostas de:

B.16 *“Sim, o adoçante tem menos açúcar em sua composição, por isso podem auxiliar na perda de peso.”*

D.3 *“Sim, tem menos glicose.”*

Das quatro turmas, 46,4% dos alunos responderam que os adoçantes podem ajudar a emagrecer. A justificativa de A.36, B.12, C.34 e D.18 é porque tais produtos *“têm menos calorias”*. Por outro lado, outros alunos não acreditam que os adoçantes ajudem a emagrecer, mas reduzem a quantidade de gordura, como se pode perceber na resposta de:

B.29 *“Não ajuda a emagrecer, porém ele reduz a quantidade de açúcar evitando o crescimento de gordura.”*

De certa maneira, as respostas de nossos alunos se assemelham com as discutidas por Codeço (2004), que aponta o conhecimento limitado sobre produtos *light* de seus investigados em uma escola em Arcos de Valdevez, Portugal. Sou obrigada a concordar com o que dizem Milaré, Richetti e Alves Filho (2011) sobre a alfabetização científica e tecnológica no ensino de Química,

É preciso que, cada vez mais, os cidadãos tenham acesso às informações necessárias para a utilização de determinados produtos e equipamentos, assim como as consequências da utilização da tecnologia. E porque não incluir, também, nesse contexto, a necessidade de informações para avaliar crítica e conscientemente outras informações que frequentemente nos são repassadas, principalmente, através da internet e televisão? (p.11).

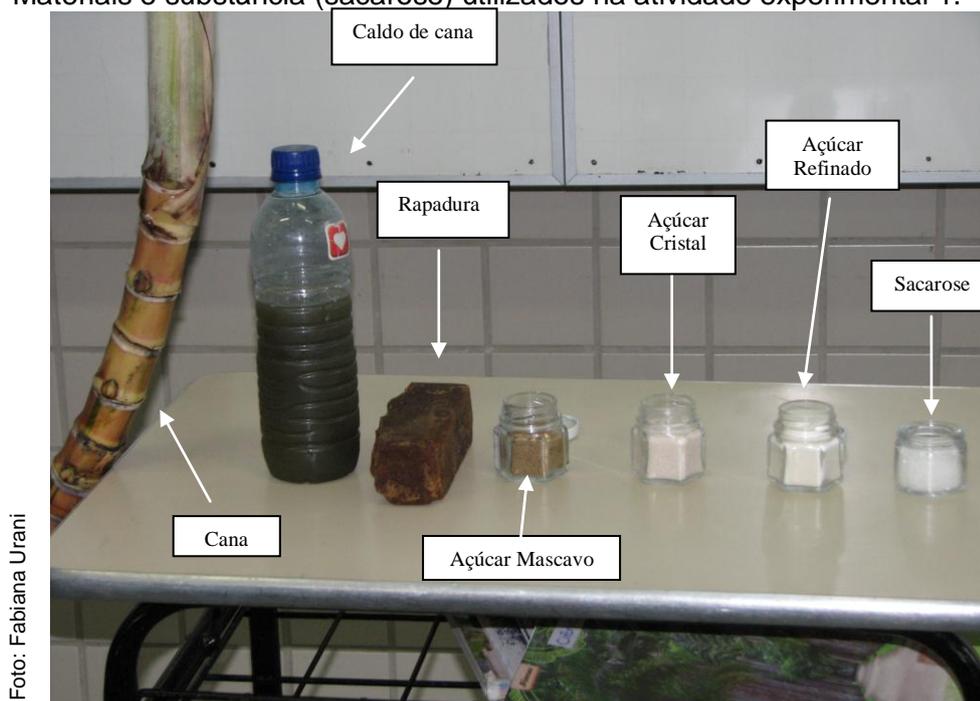
A pergunta final foi: *“Como os alimentos nos fornecem energia?”*. Da mesma forma que a anterior, percebemos uma grande confusão conceitual por parte dos alunos. Alguns tentam formular suas respostas inserindo palavras próprias do conhecimento científico, como mitocôndria e caloria, mas não têm clareza sobre o que afirmam. É compreensível que essa seja uma pergunta difícil, pois os alunos são do 9º ano, e os conceitos de transformação química e de energia são abordados de maneira muito superficial. Percebemos, então, que o número de respostas tidas como cientificamente aceitas diminuiu significativamente em todas as turmas. De

forma semelhante, aumentou expressivamente o número de alunos que não apresentou qualquer resposta para as duas últimas perguntas.

Nas duas últimas questões, por exigirem respostas mais complexas do ponto de vista da língua escrita e do conhecimento cientificamente construído, percebemos frases sem sentido, com incoerência conceitual e, inclusive, ausência de componentes gramaticais. Isso nos levou a perceber que os alunos preferem dar qualquer resposta, mesmo que sem certeza do que estão falando, a não se expressarem. Foi necessário comentar com eles, pois o domínio da língua e de sua variante padrão é indicador do grau de compreensão do conhecimento social e historicamente construído, sendo, inclusive, apontado na Lei de Diretrizes e Bases, que defende que um dos objetivos da formação básica é desenvolver o pleno domínio da leitura e da escrita (BRASIL, 1996).

Dando sequência à atividade experimental, foram levados para sala de aula os seguintes materiais: cana de açúcar, rapadura, açúcar mascavo, açúcar cristal, açúcar refinado e, por fim, a substância sacarose, mostrados na Figura 2. Para cada material/substância apresentado, foram solicitadas explicações sobre: a relação com o doce sabor do pirulito; a composição de cada material manuseado; o processo de beneficiamento do açúcar; os métodos físicos e químicos envolvidos no beneficiamento.

Figura 2 – Materiais e substância (sacarose) utilizados na atividade experimental 1.



A participação dos alunos foi constantemente instigada, com o intuito de que eles contribuíssem com aquilo que sabiam sobre o assunto, fato defendido por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) que afirmam que toda cultura trazida pelo aluno é indispensável e influencia necessariamente o processo ensino-aprendizagem.

Todos podiam manusear os materiais, bem como a substância sacarose. Como se tratava de comestíveis, alguns alunos quiseram provar alguns materiais e a sacarose e, ao fazerem, compartilharam suas impressões. Uns compararam-na com o sabor dos adoçantes, já outros afirmaram ser mais doce que o açúcar. Aproveitamos as perguntas elaboradas pelos estudantes para explorar os aspectos macroscópicos das transformações, buscando (re)construir os conceitos de materiais e substâncias, tão importantes para o desenvolvimento de uma série de outros conceitos de Ciências/Química (SILVEIRA, 2003). Consideramos imprescindível a abordagem desses conceitos fazendo uso do sistema conceitual defendido por Tolentino *et alii* (1986) e Silva *et alii* (1986), visto que o livro⁶ adotado pela escola, no ano letivo de 2012, apresenta um sistema sem relação lógica de inter-relações. Rocha-Filho *et alii* (1988, p. 2028) defende que um sistema científico apresenta “uma hierarquização de conceitos, segundo sua abrangência, ou nível de generalização, e relações interconceituais bem definidas.” Isso indica que, no livro adotado pela escola, os conceitos de matéria e substância não são apresentados como conceitos científicos, mas sim como conceitos cotidianos, a saber:

Matéria é tudo que tem massa e ocupa lugar no espaço. [...]. Corpo é uma quantidade limitada de matéria. Chamamos de substância as diferentes variedades de matéria. Algumas são formadas de átomos e moléculas – são as substâncias puras ou moleculares; outras são constituídas apenas de átomos – são os compostos iônicos. (CRUZ, 2001, p. 6-7).

Já o sistema conceitual para matéria, sugerido nos trabalhos de Tolentino *et alii* (1986) e de Rocha-Filho *et alii*. (1988), e utilizado em nossas aulas, respeita o seguinte nível de relação hierárquica:

MATÉRIA: tudo aquilo que, no universo, ocupa lugar no espaço e tem massa,
SUBSTÂNCIA: porção de matéria que tem um e somente um tipo de constituinte.

⁶ CRUZ, D. **Ciência e Educação Ambiental. Química e Física**. 26ª edição, 4ª impressão. São Paulo: Editora Ática. 2001.

SUBSTÂNCIA SIMPLES: tipo de substâncias cujos constituintes têm um e somente um tipo de componente (átomo).

SUBSTÂNCIA COMPOSTA: tipo de substâncias cujos constituintes têm mais de um tipo de componente (átomo). [...]. (TOLENTINO *et alii*, 1986, p. 1723 – grifo nosso).

CONSTITUINTE: conjunto de átomos que caracteriza uma substância particular.

CONSTITUINTE MOLECULAR: tipo de constituente, que na substância, tem existência independente.

CONSTITUINTE AMOLECULAR: tipo de constituente, que na substância, é indistinguível, sendo definido por uma relação mínima entre átomos e/ou grupo de átomos.

CONSTITUINTE AMOLECULAR IÔNICO: tipo de constituente amolecular no qual há átomos e/ou grupo(s) de átomos negativamente carregados

CONSTITUINTE AMOLECULAR NÃO-IÔNICO: tipo de constituente amolecular no qual cada átomo é eletricamente neutro. (ROCHA-FILHO *et alii*, 1988, p. 418 – grifo nosso).

Baseado nisso, explicamos que a sacarose é cientificamente classificada como substância, por apresentar apenas um tipo de constituinte, no caso a molécula da sacarose, que lhe dá individualidade. Já a cana, o caldo de cana, o açúcar mascavo, o cristal e o refinado são classificados cientificamente como material, pois são porções de um todo que apresentam várias substâncias, como ocorre nos materiais encontrados na natureza. Esclarecemos para os alunos que nesse trabalho adotaríamos um sistema conceitual diferente do convencionalmente utilizado nos livros didáticos. De certa forma, isso pode parecer contraditório aos olhos dos alunos, por depositarem muita confiança nos livros didáticos.

Quando foi mostrado um pedaço de cana, perguntamos como se chegava à garapa. A maioria tinha conhecimento que é necessário moer a cana para extrair o caldo. Ressaltamos a importância do método de prensagem usado para separar o líquido (garapa) do sólido (bagaço da cana). Consideramos importante ressaltar alguns métodos de separação, com o objetivo de que os estudantes percebessem formas diferentes de extrair substâncias dos materiais encontrados na natureza.

Em seguida, questionamos se os alunos conheciam o processo de transformação do caldo em rapadura e, de forma subsequente, nos diferentes tipos de açúcar (mascavo, cristal e refinado) até chegar à sacarose. Alguns alunos se manifestaram sobre a necessidade de “ferver o caldo” para concentrar a solução, permitindo a solidificação do melaço. Como as mudanças de estado são conteúdos vistos ao longo do Ensino Fundamental 2, os alunos não tiveram dificuldade de

responder aos questionamentos. Percebemos que as transformações ocorridas no nível macroscópico foram compreendidas por eles, o mesmo não se pode afirmar sobre o processo de fabricação do açúcar, por envolver transformações químicas mais complexas. Nesse caso, apenas frisamos que o branqueamento exige transformações químicas, necessitando da adição de agentes químicos como o ozônio.

Aqui faço um parêntese, imaginando que essa atividade possa ser desenvolvida com alunos do Ensino Médio, nível em que também atuo como professora, visto que os processos de oxirredução utilizados no clareamento do açúcar com ozônio podem ser desenvolvidos, como exemplo de um alimento que ingerimos diariamente e que, muitos desconhecem seu processo de refino. Esse é um assunto em que se pode explorar as relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente, pois existem diferentes processos de clareamento do açúcar. O mais comumente utilizado nas usinas brasileiras faz uso do dióxido de enxofre e, como sabemos, os resíduos dessa substância presentes no produto final, quando ingeridos, podem causar alergias e dores de cabeça (INMETRO, s/d). Por isso, o clareamento por ozônio foi desenvolvido como uma alternativa, deixando o açúcar mais claro e sem tantos resíduos, visto que o ozônio (O_3), em contato com a água, volta a ser oxigênio (O_2).

Retomando nossa discussão, entendo que a estratégia empregada motivou a participação dos alunos, gerando um clima de descontração e curiosidade, possibilitando a interação, o compartilhamento de experiência, o que é considerado por um fator positivo para o processo ensino-aprendizagem. No entanto, a agitação dos alunos e os diálogos ocorridos na sala foram um desafio para mim, dada necessidade constante de intermediar os diálogos, desafiar os alunos com questionamentos e inserir, sempre que possível, os conhecimentos científicos associados aos fenômenos discutidos.

Findo o experimento, dedicamo-nos à leitura do texto intitulado “Da cana à sacarose” (Apêndice 2), que elaboramos para explorar aspectos históricos, sociais e econômicos ligados à produção do açúcar. Também foram ressaltados alguns problemas ambientais relativos ao cultivo dessa planta, a presença desse alimento na dieta dos alunos, a sua função nutricional, bem como as consequências de seu uso exacerbado, em um processo constante de reflexão sobre o papel social da Ciência, conforme propõe Freire (1967; 1972). O texto foi projetado na parede e a

leitura foi feita em voz alta coletivamente, isto é, diferentes alunos liam pequenos trechos. Ao longo da leitura foram feitas, quando necessárias, observações complementares ao texto, predominando sempre uma relação interativa dialógica entre alunos e professora.

Esse material foi postado no sítio da escola, e os alunos tiveram que refazer a leitura em casa para responder, como tarefa, as três perguntas colocadas ao final do texto. Outra atividade previu que eles se reunissem em grupo de até quatro alunos para assistirem ao vídeo “Usina Virtual”. Foram formados nove grupos, e cada um responsabilizou-se por uma das nove etapas do beneficiamento da cana de açúcar. Cada grupo elaborou duas perguntas que foram discutidas por toda a turma na aula seguinte. Essa tarefa me foi enviada por e-mail, na perspectiva que fossem selecionadas as questões que norteariam o debate da aula seguinte. O vídeo “Usina Virtual”⁷ pode ser facilmente encontrado na internet.

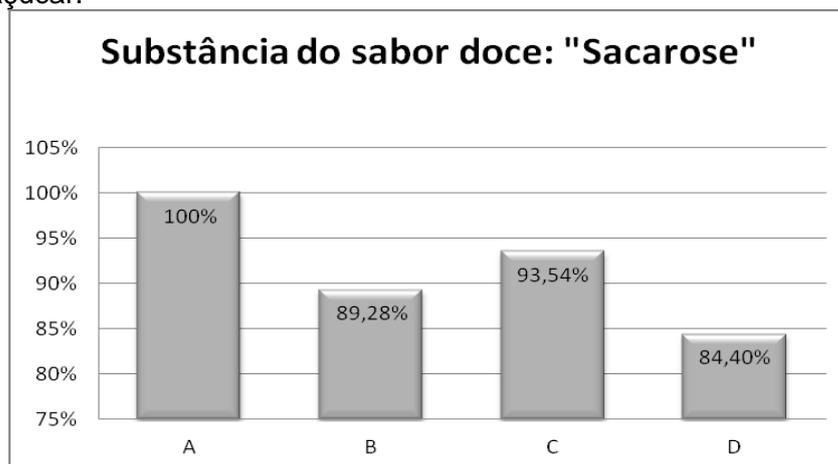
7.2 Unidade 2 – Da cana à sacarose

Com o objetivo de analisar o que os alunos depreenderam da leitura do texto “Da cana à sacarose”, foram investigadas as respostas às perguntas da tarefa de casa, quais sejam, “Qual a substância responsável pelo sabor doce da cana de açúcar?”; “Por que se diz que o açúcar de mesa é material?”; “Compare as fases da produção de açúcar identificando as transformações ocorridas nesse processo e suas consequências sociais?”.

A resposta “sacarose” como a substância responsável pelo sabor doce da cana de açúcar foi unânime na Turma A como se pode observar na Figura 3. Nas demais turmas, deram a mesma resposta 89,28% (Turma B), 93,54% (Turma C) e 84,4% (Turma D). Esse resultado demonstra que tanto a atividade experimental quanto o texto auxiliaram os alunos a evoluírem conceitualmente.

⁷ Vídeo, de 15min 42s, produzido pela União da Indústria da cana de açúcar (Única), expondo o desenvolvimento de novas variedades de plantio e colheita da cana, passando pela moagem, fermentação, destilação, co-geração, reuso e reciclagem de resíduos e insumos, embarque dos produtos finais e o cotidiano dos trabalhadores do setor. (Disponível em: <http://souagro.com.br/como-funciona-um-usina-de-cana-de-acucar>)

Figura 3 - Gráfico de respostas sobre a substância responsável pelo sabor doce da cana-de-açúcar.



Os conceitos de material e substância foram também trabalhados no experimento. Quando perguntados “Por que o açúcar é um material?”, 68% do total de alunos responderam assertivamente, embora alguns ainda tenham demonstrado não terem se apropriado desse conceito. Um exemplo disso foi a resposta do aluno C.36: “*porque ele tem mais de uma substância, a sacarose, e outras substâncias consideradas impuras*”, semelhante a dos alunos A.9, A.21, A.35 e B.13. Isso demonstra a dificuldade de apropriar-se do sistema conceitual apresentado por Rocha-filho *et alii* (1988).

Consideramos que, aproximadamente, 14% dos alunos claramente mostraram insegurança ao deixar a questão em branco, mesmo tendo respondido às outras duas perguntas. Silva e colaboradores (1986) entendem que a confusão conceitual pode ocorrer principalmente quando o conceito apresentado é diferente daquele exposto no livro didático utilizado. Ponderamos também que a dificuldade de alguns alunos pode ser devido à discussão limitada ocorrida sobre o conceito de substância em sala de aula.

Quanto à terceira pergunta, “Compare as fases da produção de açúcar identificando as transformações ocorridas nesse processo e suas consequências sociais”, devido à diversidade de respostas, resolvemos separá-las para análise em: as fases de produção do açúcar e as consequências sociais decorrentes. Lembramos que as fases de produção do açúcar, ressaltando-se os processos de transformação mediados pelo profissional da química, foram exploradas durante a atividade experimental, no texto e no vídeo “Usina Virtual”. Mesmo assim,

percebemos certa dificuldade na construção das respostas, dado o percentual de alunos que responderam à pergunta adequadamente, na tabela 2:

Turma	Porcentagem de alunos
A	55,9
B	60
C	45,1
D	42,8

Tabela 2 - Percentual de alunos que ressaltaram as fases de produção do açúcar.

O nível de complexidade de informações para a atividade de produção do açúcar pode ser uma possível explicação para esses resultados. De acordo com Santos e Mortimer (2009), “Os vídeos educativos podem requisitar conceitos que nem sempre são satisfatoriamente abordados pelos mesmos” (p.205). No caso do vídeo “Usina Virtual”, consideramos que seu uso traria benefícios e que possíveis deficiências poderiam ser sanadas a partir da interação professor-aluno.

Os problemas sociais ligados a essa atividade foram citados de forma não representativa pelos alunos das turmas B e C (3%); já nas outras turmas foram mencionados por 26,5%, na turma A, e por 28,6%, na turma D. Outro motivo possível para esses resultados pode dever-se à forma como a pergunta foi elaborada, causando dúvidas aos alunos.

O aluno A.7, apesar de demonstrar que entendeu a pergunta, não concluiu a resposta, detendo-se à primeira parte: “*Antigamente a produção de açúcar tinha uso apenas de máquinas simples. A mão de obra era escrava, negra e eram muito maltratados, o que gerou muito preconceito*”.

Aluno D.9 não percebeu que, atualmente, a produção de açúcar ainda guarda muita semelhança com o passado, apesar do uso intensivo de máquinas. Sua resposta “*Antigamente obtínhamos o açúcar da rapadura, já hoje se separa o melado e bagaço*” estabelece uma comparação entre momentos distintos, porém de forma equivocada, mostrando falta de compreensão.

Inferimos que a maior parte dos alunos não compreendeu essa última pergunta, pois se restringiram a descrever as etapas de produção do açúcar, que se encontravam explicitadas abaixo das figuras. Pelas respostas dadas, consideramos, também, que essa pergunta deve ser repensada e reestruturada. Ressalto que esta atividade foi realizada em casa, excluindo a possibilidade de as dúvidas serem discutidas com a professora. Notamos, ainda, que alguns alunos não perceberam

que as figuras presentes retratavam o período colonial, apesar da indumentária. Por sua vez, o vídeo apresentava uma situação mais recente, justamente para que eles pudessem ter uma visão histórica do processo de produção do açúcar.

Notamos que, de forma geral, os alunos parecem não ler as perguntas por completo e que essa situação se agrava quando a tarefa é proposta para casa. A impressão que temos é que eles as realizam sem muito compromisso, apenas para não receberem um “ponto negativo”, norma estabelecida pela escola dentro do processo de avaliação.

Ressaltamos, entre os princípios defendidos nas DCNEF (BRASIL, 1998b), encontra-se o desenvolvimento da responsabilidade e os princípios éticos da autonomia. Quando analisamos as atividades de casa percebemos a necessidade de a escola criar estratégias para que os alunos engajem-se nesse processo de construção e atribuição de significados, compreendendo o sentido da realização das tarefas.

As respostas dos alunos D.4 e D.13, consideradas mais completas, encontram-se destacadas a seguir. Ambos compreenderam a primeira parte da pergunta:

D.4: *“Os escravos recolhiam a cana e depois mandavam para a casa de engenho, extraía-se o caldo, levado ao fogo até virar melaço, solidificar e depois transformada no açúcar. Trabalhavam em situações precárias, no sol quente e não ganhavam o que mereciam. Em muitos casos crianças ao invés de estarem na escola trabalhavam”.*

D.13 *“Hoje grande parte do processo da cana é feito por máquinas e equipamentos de alta tecnologia, facilitando e agilizando todo o processo que antigamente era realizado por muito mais tempo e muito menos precisão”.*

Deter-nos-emos, agora, às atividades relacionadas ao vídeo. Nove grupos foram formados por turma, e cada um deles ficou responsável por investigar uma das nove etapas do processo de beneficiamento do açúcar, apresentado no vídeo. Nas primeiras apresentações da semana, percebemos que, nas Turmas D e C, nas quais os alunos foram “deixados livres” para organizarem-se em grupo como desejavam, 3 grupos da “D” e 4 grupos da “C” não fizeram a tarefa proposta. Usando o que Tunes, Tacca, Bartholo Júnior, (2005) recomendam, no que se refere “às condições de possibilidades de emergência das potencialidades do aluno”, modificamos a estratégia na constituição dos grupos, colocando um aluno mais comprometido para estar em cada um deles.

Nas turmas A e B, todos os grupos entregaram as atividades como combinado. Ressalta-se, entretanto, que isso não significa que todos os alunos tenham participado da atividade ou mesmo assistido ao vídeo. Tiramos essa conclusão, pois em todos os grupos foram exatamente os alunos escolhidos que enviaram as tarefas.

Faço aqui um parêntese para comentar a mudança de estratégia com os quatro grupos. Considero que tal atitude já é reflexo das leituras e discussões feitas durante o mestrado. Hoje, acredito que cabe a mim, como professora, romper com os ciclos de maus hábitos que se criam entre os alunos, considerando que isso também faz parte das tarefas de um educador. Entender quem fez uma atividade deve ter o objetivo de educar para o cumprimento das tarefas individuais ou coletivas que favorecem ao aprendizado de conceitos, além de contribuir para a formação de pessoas comprometidas com seu próprio aprendizado. Ressalto, no entanto, que a família e a escola têm papel importante em um processo de repensar estratégias de avaliação, como são consideradas hoje as tarefas de casa.

Apesar de não ter sido a prática adotada, poderíamos ter trabalhado com a estratégia de que os alunos que enviassem os e-mails não fossem os mesmos escolhidos para apresentar o trabalho para a turma. Muitas vezes, nós professores passamos uma tarefa para casa apenas porque a instituição exige ou como uma atividade que vai “contar ponto” na avaliação final. Não raramente, o que é apresentado pelos alunos são respostas mal elaboradas ou cópias de outros trabalhos e textos. Talvez, um menor número de atividades, que possibilite um acompanhamento mais efetivo pelo professor, seja uma estratégia mais adequada e com possibilidade de melhores resultados para o processo ensino-aprendizagem.

Dando continuidade à aula, os grupos que fizeram a tarefa foram chamados para apresentarem à turma uma síntese da etapa do vídeo sob sua responsabilidade, além de terem que responder a perguntas dos colegas. Os debates contemplaram, sobremaneira, aspectos socioambientais, tais como: mão de obra envolvida no processo produtivo do açúcar, regime de trabalho escravo, trabalho infantil, questões salariais, problemas de saúde ocupacionais dos cortadores de cana (doenças respiratórias, câncer de pele, lesão por esforço repetitivo), queimadas, produção de fuligem, desmatamento para o plantio de monocultura e uso da cana de açúcar para produção de álcool. Comparando a apresentação do vídeo “Usina virtual” com o que foi trazido pelos alunos,

percebemos que alguns não se detiveram somente à assistência do material didático - foram além, pesquisando outras fontes. Pode-se dizer que praticamente todos os alunos participaram dessa atividade. Penso que aqueles estudantes que não fizeram a tarefa devem acreditar que a participação oral atenua a falta de comprometimento.

Durante os debates, ficou perceptível a existência de grupos com pensamentos distintos, uns levavam em consideração as diferenças contextuais, culturais e éticas, apresentando uma leitura ponderada das situações discutidas; enquanto outros acreditavam que as condições postas estavam relacionadas à falta de motivação individual dos trabalhadores.

Os comentários dos alunos sobre a temática do vídeo mostrou-nos o quanto nossas aulas propiciaram momentos de reflexão sobre os aspectos humanos. O vídeo e o texto “Da cana à sacarose” nos proporcionou debater sobre a realidade brasileira, relacionando-a diretamente às condições humanas de sobrevivência de boa parte da população. Situação semelhante foi tratada em um trabalho de Santos e Mortimer (2009), quando se referiram à temática do lixo que propiciava uma abordagem sociocientífica na perspectiva humanística.

O vídeo “Usina virtual” possibilitou que os alunos participassem criativamente na organização e apresentação da atividade, restando-me assumir o papel, defendido por Sutil *et alii* (2008), de “potencializador das discussões argumentadas, estabelecendo meios para o desenvolvimento de conflitos criativos e construtivos, tornando o consenso possível”. Esse papel é facilitado quando se abandonam metodologias que privilegiam essencialmente o conhecimento especializado; o que para um professor de escola particular, como no meu caso, é transgredir regras e correr riscos de estabelecer conflitos.

Apesar de o material audiovisual ser rico em abordagens ambientais com potencialidade de gerar boas controvérsias, inclusive de cunho científico-tecnológico, não foi possível alongar-me nessas estratégias, vez que o tempo disponibilizado para aplicação do projeto foi demasiadamente curto. Portanto, ao final dessa aula, as discussões se encerraram e, na unidade seguinte, será discutida a atividade experimental que despertou grande interesse dos alunos.

7.3 Unidade 3 – Fazendo algodão doce

Esta unidade centrou-se na realização de uma atividade experimental de forma demonstrativa-investigativa, baseando-se na metodologia de Silva, Machado e Tunes (2010). Iniciamos com a pergunta: “Qual é o doce que é puro açúcar?”

As primeiras respostas, obtidas oralmente, foram: “*nenhum doce é só de açúcar*”; “*a rapadura*”; o “*algodão doce*”. Um aluno da turma B destacou o “*alfenim*” e a “*batida*”. Esse conhecimento incomum para os centros urbanos veio da família que tem o hábito de passar as férias em uma fazenda. Foi solicitado a esse estudante que explicasse para turma a diferença entre alfenim e batida.

Em seguida, outra pergunta foi feita: “Como o algodão doce é feito?” As respostas dos alunos não passaram de explicações macroscópicas; a maioria respondeu: “*Com uma máquina*” e apenas um aluno disse “*do açúcar que gira em alta velocidade*”, o que, apesar de diferente, não deixa de ser apenas o que se observa. As respostas mostraram que a grande maioria conhecia a máquina de algodão doce e já tinha presenciado a elaboração dessa guloseima.

Dando continuidade à atividade foi levada para a sala de aula uma máquina para que fosse feito algodão doce, enquanto explorávamos o processo de transformação. Primeiramente, foram apresentadas as partes da máquina e seu funcionamento. Começamos a preparar um algodão doce e solicitamos que os alunos se manifestassem para explicar o que observavam. As respostas giravam em torno do aquecimento e conseqüente derretimento do açúcar, identificados pelos alunos ao aspirarem o aroma.

Explicamos que o processo de fabricação poderia ser dividido em dois momentos distintos: o primeiro quando o açúcar cristal, colocado no orifício no centro da máquina, fundia-se à temperatura de, aproximadamente, 185°C. Essa parte foi facilmente compreendida visto que o cheiro exalado de caramelo era sentido por todos. No entanto, os alunos não conseguiram explicitar verbalmente a formação do caramelo. Em seguida, alguns alunos disseram que a formação dos fios começava a partir dos pequenos furos localizados na base da peça central da máquina, que girava rapidamente. Certo número de estudante comparou a saída dos fios à forma como a água é expelida em um determinado modelo de máquina de lavar roupa, tangenciando a peça central.

Passamos a discorrer sobre o segundo momento do processo, quando a sacarose no estado líquido é jogada de forma muito rápida para o recipiente externo da máquina (a cuba) através da força centrífuga. Buscamos incentivar as explicações, mas foi necessário ajudá-los, falando que ocorria um abaixamento abrupto da temperatura da sacarose no estado líquido que acabava provocando sua solidificação, por meio da formação dos fios brancos bem finos. Destacamos que se ocorresse a passagem do estado líquido para o sólido de forma lenta e organizada perceber-se-ia a formação de cristais de açúcar, visto que o processo de difusão seria mais lento e permitindo que as moléculas se aproximassem.

A atividade desenrolou-se de forma descontraída e, durante o experimento, muitas perguntas foram surgindo, a saber: *“Por que os algodões dos parques têm cores diferentes?”* *“Que tipo de açúcar é usado?”*; *“Podemos fazer algodão doce de açúcar mascavo?”*; *“e de adoçante?”*; *“e de sacarose?”*; *“É possível fazer um algodão com sal?”* Alguns dos questionamentos conseguimos responder, para outros foi necessário experimentar para responder posteriormente, como, por exemplo, a possibilidade de fazer algodão doce com açúcar mascavo e adoçante.

Enquanto, os alunos degustavam o algodão feito em sala, íamos conversando sobre a história desse doce tão apreciado por crianças, jovens e adultos. Nesse diálogo, foram inseridos termos científicos associados aos fenômenos observados durante a atividade, dando destaque às mudanças de estado físico envolvidas no processo de transformação do açúcar cristal em algodão doce.

Durante a atividade experimental, em todas as turmas, houve muita euforia e agitação, chegando a causar uma situação conflituosa com a coordenação da escola, especialmente em uma das turmas. Apesar do mal estar, a situação foi superada e conseguimos negociar com os alunos a necessária concentração para o desenvolvimento da atividade. Cheguei a lembrar do que Silva, Machado e Tunes (2010) disseram sobre os obstáculos à inserção da experimentação no ensino. Apesar do que vivenciamos não ter sido mencionado pelos autores, com certeza deve ser considerado como obstáculo em algumas instituições de ensino.

Em função do comportamento mais agitado dos alunos, consideramos que essa atividade exige que o professor articule rapidamente o fazer e o pensar, para evitar cair na armadilha do “espetáculo de curiosidades”, considerado por Bachelard (1996, p. 43) um obstáculo à cultura científica. O fato de o experimento proporcionar satisfação imediata por meio das impressões sensíveis do ver, do inalar e do

saborear, pode levar os alunos a não sentirem necessidade de compreender o processo.

Ao final da aula, foi distribuído um pacotinho de algodão para todos os alunos, e solicitado que respondessem por escrito aos seguintes questionamentos: “A que etapa do beneficiamento da cana de açúcar o fenômeno observado se assemelha?”; “Como a Química denomina a passagem do estado sólido para o líquido e do líquido para o sólido?”

Os dados obtidos para a primeira questão encontram-se explicitados no gráfico da Figura 4. Ainda sobre essa pergunta, percebemos que 39,52% dos alunos associaram a fabricação do algodão doce ao processo de formação do melaço, destacando somente o processo de fusão ou caramelização do açúcar, esquecendo-se da etapa de solidificação. Provavelmente, essa associação tenha ocorrido pelo fato de o melaço e de o caramelo terem cores semelhantes, serem viscosos e apresentarem odor e gosto que se confundem.

Contrariamente, 12,1% relacionaram o fenômeno apenas ao processo de solidificação, associando, assim, a formação do algodão doce à produção da rapadura ou do açúcar mascavo, como expresso nas respostas:

C.23 “Da transformação da cana para a rapadura”.

D.22 “Pegam a cana cortam e vira o açúcar mascavo”.

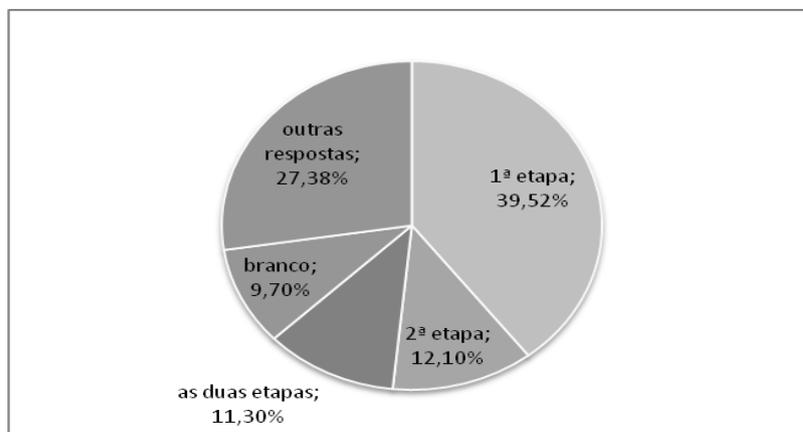
Apesar de parte da turma apresentar dificuldades na elaboração das respostas, constatamos que 11,3% dos estudantes conseguiram relacionar essas duas etapas, quais sejam, a caramelização e a formação do algodão doce.

A.12 “O caldo retirado é cristalizado. É a mesma coisa que ele derrete na máquina e é cristalizado”.

B.37 “O açúcar é aquecido em alta temperatura e se solidifica rapidamente, por isso não volta a forma de cristal”.

Pode ser visto na Figura 4 que um grupo menor de alunos, 9,7%, demonstraram não terem entendido a pergunta e deixaram a questão em branco. Outros apresentaram respostas confusas e sem sentido, como o aluno A.1 “Do processo de solidificação da cana-de-açúcar que vem após a fusão” ou o D.18 “Quando essa vai para a caldeira e se transforma em bagoço”.

Figura 4 - Gráfico de respostas sobre a semelhança entre a etapa do beneficiamento da cana-de-açúcar e da fabricação do algodão doce.



A necessidade de aplicar e avaliar a proposição didática no contexto escolar, pressuposto do mestrado profissional (GAUCHE *et alii*, 2007; GAUCHE *et alii*, 2011), tem-nos possibilitado vivenciar um processo ação e reflexão. Somente a análise da aplicação da proposta didática nos apontou os aspectos fortes e frágeis da proposição. Esse fato tem-nos impelido à reelaboração de atividades para que elas passem a ser estratégias mais eficazes no processo ensino–aprendizagem.

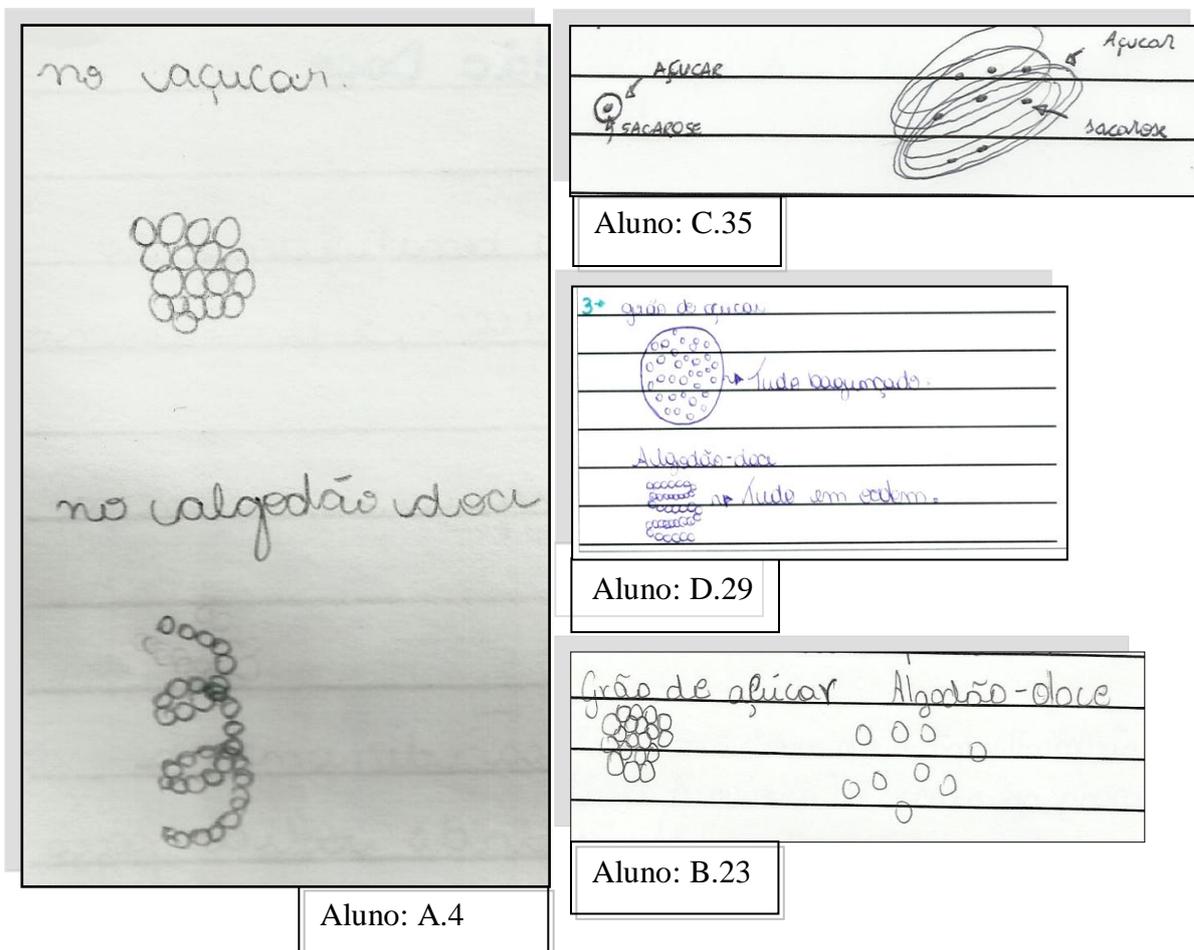
Quando analisamos a segunda pergunta, percebemos que 3,22% deixaram-na em branco; 6,45%, talvez por não terem lido a pergunta até o final, responderam apenas “ *fusão*”, esquecendo a mudança da fase líquida para a sólida. Um aluno inverteu a resposta e acabou denominando a passagem do estado sólido para o líquido de solidificação e a do estado líquido para o sólido de fusão. Outros dois deram respostas sem sentido, como: A.10 “ *difusão*” e C.35 “ *sublimação*”.

Para a interpretação microscópica dos conceitos químicos envolvidos na atividade foi solicitado aos alunos que desenhassem um modelo representacional para explicar como imaginavam a organização das moléculas de sacarose no açúcar de mesa e no algodão doce.

A maioria dos alunos disse que no açúcar as moléculas estão mais unidas e no algodão elas se afastam como observado na imagem do aluno B.23, na Figura 5. Acreditamos que essa percepção deve-se à própria estrutura do algodão. Alguns acrescentaram que, no algodão, as moléculas se organizam para formar os fios, A.4 e D.9. O aluno C.35 acredita que a sacarose está dentro do grão de açúcar. A

seguir, expomos, na Figura 5, algumas respostas que representam bem essa concepção:

Figura 5 – Modelos desenhados pelos alunos A4, B23, C35 e D29 para representar como eles imaginam a organização molecular da sacarose no açúcar de mesa e no algodão doce.



Percebe-se que os alunos A.4 e B.23 consideram que há uma aglomeração de moléculas de sacarose no grão de açúcar, mas somente o desenho do primeiro mostra um nível de organização como em um cristal. O estudante D.29 considerou que no grão as moléculas estariam afastadas e desorganizadas; já C.35 desenhou representações tanto para o grão como para o algodão doce bem distante do esperado. Devemos lembrar que a organização das moléculas nos diferentes estados físicos da matéria foi objeto de estudo ainda no início do ano letivo, presente no livro texto de Ciências adotado pela escola. Pelos desenhos, ficou clara a necessidade de se aprofundar investigando com os alunos a razão de seus modelos, visto que se percebe um afastamento conceitual do que a Ciência Química

defende. Durante a análise dos dados, percebemos que somente a atividade de elaboração de modelos pelos alunos seria suficiente para o desenvolvimento de uma dissertação, dada a complexidade envolvida e as possibilidades da mesma para o processo ensino-aprendizagem. Infelizmente, não nos foi possível tal aprofundamento pela exiguidade do tempo de aplicação da proposta anteriormente comentada.

Quanto à representação do algodão doce, quando perguntados sobre os desenhos, alguns alunos, dentre eles A.4 e D.29, disseram que o processo de solidificação é tão rápido que não dá tempo de as moléculas do açúcar se juntarem como fazem no cristal.

Como tarefa de casa foi solicitada a realização da atividade experimental intitulada: “Cristalização do açúcar”. Todas as observações deveriam ser descritas em um relatório e entregues ao término da prática, mais ou menos 10 dias depois. Infelizmente, poucos foram os alunos que cumpriram a tarefa. Acreditamos que isso ocorreu devido à proximidade com o final do ano letivo, com muitos alunos já aprovados, e, certamente, ao tempo de espera necessário para a formação dos cristais de, no mínimo, uma semana, o que para a maioria dos adolescentes, que vivem em um momento da história humana marcada pela velocidade e pelo imediatismo, é muito mais tempo do que eles estão dispostos a dedicar à execução de uma tarefa escolar. Além de não estarem habituados a realizar experimentos como tarefa de casa.

Dos que realizaram o experimento, alguns relataram não ter dado certo, outros que a mãe ou a empregada teriam jogado fora, por estar juntando formigas. Não obstante, alguns entregaram o relatório com fotos, e dois deles ainda levaram o experimento para a sala de aula. Nas Figuras 6 e 7, temos as fotos constantes dos relatórios dos alunos A.37 e B.22.

Houve alunos, como o C.19, que ao entregarem a atividade desabafaram “*Prof. pensei que era mentira e que não ia dá certo*”. Aproveitamos essa insegurança e falamos sobre o processo experimental adotado. Recordamos com eles o procedimento que começou com o aquecimento de uma solução de água com açúcar, em uma quantidade muito acima de sua solubilidade para a quantidade do solvente usado. A temperatura elevada permitiu aumentar a solubilidade, tornando a solução supersaturada. Aproveitamos para instruí-los que a cristalização pode ser usada como um processo de purificação, pois os componentes de um material (no

nosso caso, açúcar e suas impurezas) têm solubilidades distintas em um mesmo solvente e nas condições estabelecidas. Portanto, os cristais de açúcar, que se observavam nas fotos, deveriam ter maior pureza do que quando pegaram o produto do açucareiro de casa. Explicamos que os cristais formados, ao longo do cordão, eram resultado da evaporação do solvente, que ocorreu em 10 dias sob determinadas condições (termodinâmicas), permitindo que as moléculas de sacarose se aproximassem e se agrupassem em uma estrutura altamente organizada. Dissemos que o resultado de D.22 poderia ser melhor, se toda a água evaporasse, o que exigiria mais tempo.

Figura 6 – Fotos constantes do relatório sobre o processo de cristalização do açúcar, realizado como tarefa de casa pelo aluno A. 37.

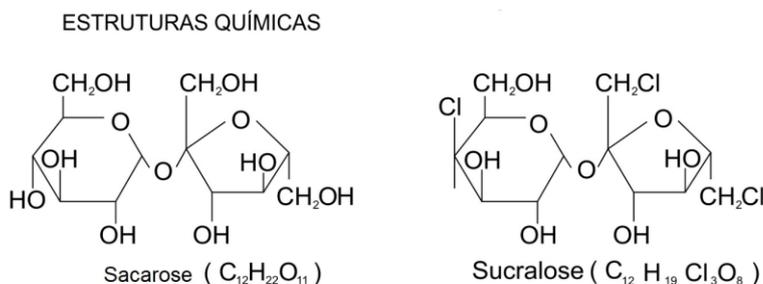


Figura 7 - Fotos constantes do relatório sobre o processo de cristalização do açúcar, realizado como tarefa de casa pelo aluno B.22.



Em função do tempo da aula, sabíamos da impossibilidade de fazer algodão doce a partir de açúcar mascavo e do adoçante sucralose ($C_{12}H_{19}Cl_3O_8$), contudo, a curiosidade dos alunos, nos motivou a experimentar no Laboratório de Pesquisas em Ensino de Química, localizado no Instituto de Química da Universidade de Brasília. Realizamos o experimento, filmamos, fotografamos e os resultados foram mostrados aos alunos. Explicamos que a principal diferença entre a sacarose e a sucralose

estava na substituição dos três grupos hidroxila (-OH) por átomos de cloro, sendo a primeira uma substância natural e a segunda sintética. Mostramos suas estruturas (representadas abaixo) e explicamos que, mesmo muito semelhantes, apresentavam propriedades distintas como, por exemplo, o ponto de fusão; o da sacarose é 185 °C e o da sucralose 130 °C.



Alguns se impressionaram com uma diferença, aparentemente, tão pequena foi suficiente para transformar o adoçante em uma massa preta, carbonizada, ao invés de uma nuvem de algodão doce. Explicamos que a temperatura que alcança a máquina de algodão doce, que utilizamos, era em torno de 185 °C, muito acima do ponto de fusão da sucralose. Informamos que houve uma transformação química de combustão, decompondo a sucralose em gás carbônico (CO₂), ácido clorídrico (HCl), vapor de água (H₂O) e carbono, na forma de carvão. Eles quiseram saber sobre o papel cor de rosa que aparece na Figura 8a e explicamos que era um papel indicador de acidez, que se tratava de uma técnica para medir o quão ácido era aquele meio. Dissemos que resolvemos medir o pH, pois o vapor havia irritado nossa garganta e a mucosa do nariz.

Figura 8 – Fotos da combustão do adoçante sucralose na máquina de algodão doce e da tentativa de fazer algodão doce a partir do açúcar mascavo.

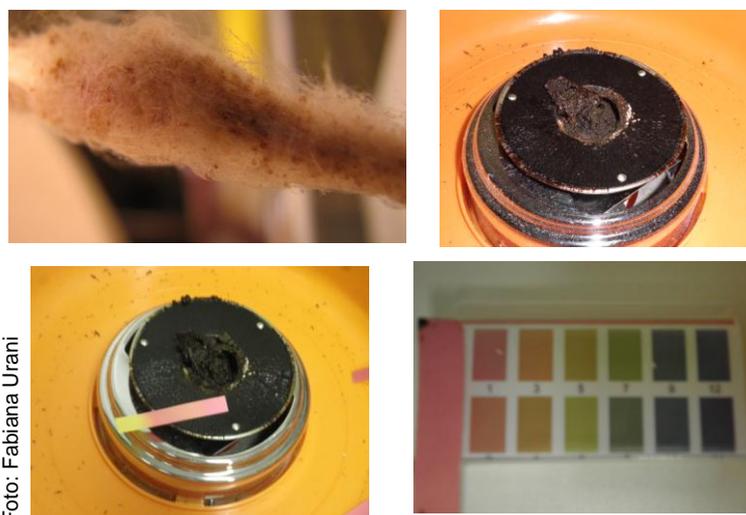


Foto: Fabiana Urani

Depois da decomposição térmica ocorrida com a sucralose, tentamos fazer algodão doce com açúcar mascavo, mas poucos fios se formaram, como mostra a Figura 8. A razão disso foi o fato da massa fundida e endurecida da sucralose ter fechado os pequenos furos existentes na parte central da máquina, impedindo a saída dos fios de algodão e danificando a peça.

Acredito que se fossem alunos de Ensino Médio seria possível explorar as representações do processo através das equações químicas, mas com os estudantes de 9º ano, optamos por dar maior ênfase ao nível macroscópico e a explicação do ocorrido.

Em continuidade à análise das atividades desenvolvidas sobre o açúcar e os produtos alimentares de cuja constituição participa, no próximo capítulo apresento uma atividade demonstrativa-investigativa que muito aguçou a curiosidade dos alunos, ao mesmo tempo que nos possibilitou abordar alguns conceitos relacionados ao tema e que colocaram em evidência a contraposição entre conhecimento cotidiano e conhecimento científico.

7.4 Unidade 4 – Por que algumas latinhas afundam e outras não?

Uma maneira de começar a estabelecer relações entre a Química e produtos não adoçados por açúcar, os chamados *light* ou *diet*, de uso frequente por nossos alunos, foi explorar suas propriedades, abordando as diferenças entre cada um dos termos relacionados.

Para isso, iniciamos essa unidade didática realizando, em um primeiro momento, uma atividade experimental cuja pergunta provocativa foi: “O que vocês acham que vai acontecer quando colocarmos essas latas de refrigerante em um balde com água?” (Os materiais utilizados foram: balde com água de torneira, latinha de diferentes bebidas refrigerantes gaseificadas e uma balança.)

Diante do questionamento, os alunos rapidamente se posicionaram. Para eles, todas as latas teriam o mesmo comportamento, qual seja, o de afundar ou flutuar. Após algumas colocações dos alunos, passamos a colocar as latinhas no balde com água, duas a duas, sempre a normal e a versão zero açúcar; nesta ordem.

Novamente, a metodologia empregada para trabalhar o experimento mostrou-se apropriada para motivar a participação dos alunos. Diante do fenômeno observado, mostraram-se intrigados pelo fato de as latas das bebidas normais afundarem, enquanto as zero açúcar flutuavam, como pode ser observado na figura 9.

Para direcionar a discussão, questionamos “Qual seria a diferença entre as latas, para justificar o que se estava observando?” Chamamos a atenção dos alunos para o fato de que todas as latas apresentam o mesmo tamanho e volume de líquido.

Para isso, as latas foram distribuídas aleatoriamente entre os alunos para que pudessem investigar possíveis distinções. Analisando os rótulos, os alunos despertaram-se para semelhanças e diferenças existentes e para a composição das bebidas normal e zero açúcar. Relataram que as primeiras continham açúcar, enquanto que as demais não. Os dados contidos nos rótulos foram transcritos lado a lado no quadro e, a partir daí, foram surgindo questionamentos e sugestões para que fosse encontrada uma explicação para o fenômeno (afundar ou flutuar). Nesse

momento, senti a necessidade de sugerir a pesagem das latas, pois o tempo da aula era exíguo e não seria aconselhado deixarmos a conclusão da atividade para o encontro seguinte. Todas as latas foram pesadas e pôde-se perceber que os recipientes contendo as bebidas normais apresentavam, invariavelmente, maior massa do que as bebidas semelhante a zero de açúcar. Discutimos a relação de diferentes massas ocupando um mesmo volume, o que nos levou ao conceito de densidade, que já havia sido abordado em sala no primeiro trimestre letivo.

Figura 9 – Momento da Experiência com refrigerante normal e zero açúcar.



Foto – Fabiana Urani

A distinção da composição das bebidas utilizadas nos possibilitou chamar a atenção para a importância de se ler e interpretar os rótulos dos produtos que consumimos no nosso cotidiano, como os refrigerantes zero açúcar. Esse tipo de atividade contribuiu para o desenvolvimento do posicionamento crítico, a partir do conhecimento científico recém-apreendido, frente a situações cotidianas. Nesse sentido, oportunamente, remeto-me a Freire (1996), Chalmers (2010) e Mueller (2011) quando nos lembram de que os significados da aprendizagem devem ser construídos criticamente, isto é, as situações de ensino devem fazer sentido para o aluno.

Aproveitamos a atividade para comentarmos que o consumo de açúcar não é indicado às pessoas portadoras de diabetes. Esse momento da atividade objetivou discutir a importância dos conhecimentos científicos consolidados pelo aparato tecnológico para atender a demandas sociais.

Também procuramos apresentar um pouco do que a Ciência veicula sobre os adoçantes ou edulcorantes. Reiteramos a importância da leitura e interpretação dos

rótulos dos produtos utilizados no nosso cotidiano. Ilustramos esse fato ao comentar que é comum encontrarmos pessoas com desejo de redução de peso consumindo refrigerante zero açúcar, sem ao menos perceber a elevada quantidade de sal, restritiva para quem tem problemas de hipertensão.

O fechamento dessa unidade compreendeu a retomada das perguntas iniciais da atividade experimental e a resolução de mais dois questionamentos: “Explique o que é densidade”; “Qual a importância dos químicos na sociedade?”

Para a primeira pergunta, a compreensão da densidade como a razão entre massa e volume da substância está demonstrada na tabela 3, quadro abaixo.

Turma	Porcentagem de alunos
A	71,43
B	39,40
C	29,63
D	75,75

Tabela 3 - Percentual de alunos que ressaltaram a compreensão da densidade como a razão entre a massa e o volume.

Entre eles, apenas um apresentou resposta completa - D. 23: “É uma propriedade específica da matéria, também chamada de massa específica. É a razão entre massa e volume. $D = M/V$ ”.

Ainda para essa pergunta, percebemos que 16,4% dos alunos ainda confundem os conceitos de massa e peso, como pode ser observado nas respostas:

B.8 “Densidade é a massa de um corpo sobre o seu volume. A massa é o peso do objeto e o volume é o espaço ocupado por esse objeto”.

C.5 “Relação entre o volume e o peso de um fluido”.

Um estudante tentou, mas cometeu engano ao relatar que a massa é o peso do objeto multiplicado pela gravidade, como ressaltado na resposta de:

B.20 “A massa é o peso do objeto multiplicada pela gravidade...”

Três alunos tentaram relacionar conceitos da Física sobre a primeira Lei de Newton, como foi o caso do aluno B.2: “A medida de inércia de um corpo é na massa. A massa mede exatamente a resistência que um corpo tem de não se por em movimento”.

O aluno B.33 associou a massa à quantidade de açúcar presente na bebida:

“Quando colocamos uma lata de coca-cola normal e de coca-cola zero na água, a normal afunda e a zero flutua, pois a normal tem mais quantidade de açúcar que a zero. Pois o açúcar é a massa”.

Ainda sobre essa questão, 15,62% dos alunos possuem concepções muito distantes do que é aceito cientificamente sobre densidade. O aluno A.24 diz: *“Propriedade de dureza da matéria”*; e o B.3, *“É aquilo que possui massa”*.

Ao analisarmos a questão sobre a importância dos químicos para a sociedade, 31,25% sugeriram que esses profissionais são responsáveis por melhorar a vida das pessoas que apresentam restrição alimentar como os diabéticos. Eis algumas dessas considerações:

A.1 *“Ele faz produtos tais como o adoçante, que facilita a vida da sociedade, como aos diabéticos que não podem ingerir açúcar”*.

D.13 *“Criam o adoçante que permite os diabéticos comerem certos tipos de alimentos que antes não podiam”*.

Nesta seara, 6,65% afirmaram que a importância dos químicos será ajudar a emagrecer, como fez o aluno B.33: *“Criar produtos light’s e diet’s que facilitam para pessoas que querem emagrecer...”*; já 4,7% acreditam que os químicos são os responsáveis por criar os rótulos dos produtos e informar o valor nutricional, como disse o aluno C.9: *“Saber a quantidade dos componentes de certos produtos”* e o B.32: *“Têm a capacidade de nos informar quais substâncias existem nos alimentos se fazem bem ou mal à saúde”*. De outra forma, o aluno A.7 relata que *“Praticamente tudo em nosso cotidiano é feito a partir de processo químico, que são estudados por profissionais de química”*.

Do total, 15,62% dos alunos associaram ao químico a responsabilidade por trazer benefícios à população, modificando e melhorando a sociedade, como o D. 32 e o A.3, na sequência das respostas abaixo:

“Foram descobertos materiais, substâncias, gases que ao longo do tempo foram usados diretamente pela medicina, construção civil, basicamente todas as áreas da sociedade”.

“O químico por meio de seus conhecimentos, pesquisas e estudos, contribui para o “saber” de uma sociedade, trazendo descobertas inovações e soluções que facilitam nossas vidas”.

Houve também respostas mais restritivas, como a do aluno D.10, afirmando que cabe aos químicos, *“transformar substâncias em remédios”*. Apenas um aluno, o B.28 relacionou a importância do químico à educação, ao afirmar *“é de dar aula de química nas escolas”*.

Findo o experimento, dedicamo-nos à leitura do texto *“O doce sabor do açúcar”* (Apêndice 4), elaborado para explorar temas que se relacionam com os tipos

de açúcar, sua composição, a diabetes, edulcorantes e o sentido da gustação. Aproveitamos esse texto para destacar a diferença entre produtos *diet* e *light* e a importância de conhecer os valores nutricionais dos alimentos. A estratégia para explorar esse material foi projetá-lo na parede e fazer a leitura coletivamente, com diferentes alunos lendo pequenos trechos. Como o tempo mostrou-se insuficiente para a conclusão dessa atividade, o material foi postado no sítio da escola, e os alunos tiveram que refazer a leitura em casa, respondendo, como tarefa, cinco perguntas colocadas ao seu final.

- 1- Por que as pessoas diabéticas podem ingerir adoçantes, mas não açúcares comuns?
- 2- As crianças e os idosos possuem a mesma sensação de sabor? Justifique sua resposta.
- 3- Por que açúcares como a lactose e a sacarose não são absorvidos pelo organismo das pessoas imediatamente? O que é necessário para que essa absorção ocorra?
- 4- Em relação ao texto lido e o tema abordado, apresente um benefício à sociedade do conhecimento científico aplicado.
- 5- Analisando os rótulos, que refrigerante seria indicado para pessoas diabéticas e hipertensas? Por quê?

Esses questionamentos tinham por objetivo provocar uma leitura mais reflexiva por parte dos alunos, pois exigem uma melhor interpretação do texto.

Analisando a questão 1, notamos uma grande heterogeneidade entre as respostas, 11,54% dos alunos responderam que os diabéticos devem ingerir alimentos com menor índice calórico, como observamos nas respostas de A.1; B.8 e D.27, como, por exemplo: *“Porque são substâncias com sabores semelhantes da sacarose, mas com baixo teor calórico”*. Já 18,27% aproveitaram parte do texto em que se afirmava: *“Nos adoçantes existem substâncias que não são carboidratos, mas apresentam o sabor doce. Essas substâncias são constituídas basicamente por edulcorantes e agentes de corpo”*, como foi o caso de A.4; B.23 e D.26. Outros 8,65%, como os alunos A.9 e D.13, também extraíram suas respostas do texto, mas não conseguiram responder como esperado ao questionamento: *“Por que essas substâncias são constituídas basicamente por edulcorantes e agentes de corpo”*.

Ainda na mesma questão, 25% apresentaram respostas inadequadas, como foi o caso do aluno C.10 ao afirmar *“Por não ser sintetizados pelo organismo, e dessa mesma maneira que são ingeridos, são eliminados pelo corpo”*; e do aluno D.21: *“Pois os corantes são soluções químicas modificadas para terem a mesma função com proporções diferentes”*.

Para a questão 2, a totalidade das respostas pode ser observada no gráfico da figura abaixo.

Figura 10 - Respostas dos alunos sobre as sensações gustativas de pessoas de diferentes faixas etárias.



84,61% responderam que crianças e idosos não possuem a mesma sensações de sabor, devido ao diferente número de botões gustativos, como observamos na resposta do aluno B.12:

“Não. As crianças têm sensações de sabor mais refinado, porque as papilas gustativas que existem células mais superficiais (os botões gustativos) que são desgastadas e repostos ao longo da vida, porém com a idade o número deles diminui. Com isso sentem menos sabor”.

Chamamos atenção para o emprego equivocado da palavra “refinado”, pois na realidade quanto mais nova for uma pessoa, menos gastas estarão suas papilas, o que provoca sensações mais intensas de sabor. As respostas dos alunos A. 25 e A.28, que correspondem a 1,92%, do total mostram que ambos não leram o texto com atenção, vez que suas respostas contradizem exatamente a informação sobre o desgaste das papilas, a saber: *“sim, pois mesmo com a diferença de idade as papilas gustativas continuam as mesmas”.*

Ressaltamos que 12,5% deixaram a questão totalmente sem resposta, o que aponta para um descompromisso com as atividades de casa. O questionamento era fácil, e todos teriam condições de responder à questão com a leitura do texto.

Quando passamos para a questão 3, sentimos a necessidade de discuti-la de forma bipartida: a primeira parte com relação à quebra dos alimentos em monossacarídeos, ou seja, moléculas menores. Na segunda parte tratamos da

importância das enzimas digestivas para auxiliar nessa transformação de polissacarídeos em monossacarídeos, como ocorre na digestão química.

Feita essa separação didática, apenas 10,57% dos alunos citaram a quebra dos alimentos, como se observa nas respostas de A.8 e D.12: *“Porque é necessário ser quebrados para serem absorvidos pelo corpo”*. Já 9,61% deram atenção apenas à segunda parte, ou seja, à ação das enzimas digestivas, como observamos em B. 8: *“Para isso é preciso ter enzimas que são produzidas pelo corpo, a um ritmo lento para que ocorra a digestão”*; em C. 14: *“Por que as moléculas são muito grandes e precisam de enzimas para poder haver a absorção”*; e em D.4: *“Para isso é preciso ter enzimas em nosso corpo, e nem todas as pessoas possuem”*.

Ainda sobre a mesma questão, 31,73% responderam-na corretamente, como observamos em A.29; B.6 C.32 e D.13, que apresentaram respostas semelhantes, tais qual, *“Porque são um tipo de açúcar denominado de dissacarídeos. Só são aproveitados após se transformarem em monossacarídeos e isso só ocorre devido à existência de enzimas no corpo”*. Houve, também, aqueles que apresentaram erros conceituais como o D.18: *“Porque não são monossacarídeos. É necessário a insulina para a destruição das moléculas”*. De outra forma, 9,61% destacaram a enzima lactase e sua importância para a quebra da lactose, o que talvez se deva ao fato de a intolerância à lactose ser um fato cada vez mais comum entre os adolescentes – além, é claro, dos debates ocorridos em sala de aula sobre a enzima e sua função.

Respostas incoerentes corresponderam a 8,65%, como em B.4: *“O organismo reconhece o sabor ao levarmos à boca”*; em D.6: *“Para retirar energia antes de dissolver”*; e em B.18: *“Pois algumas pessoas apresentam a falta de insulina, elas tomam uma injeção para repô-la”*.

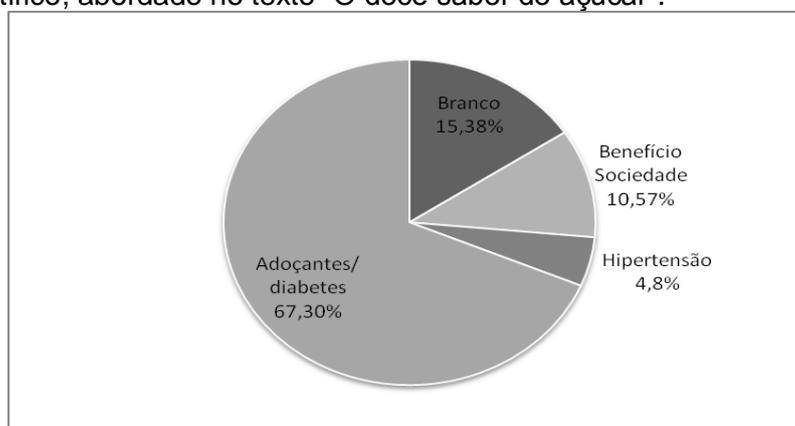
Na questão 4, solicitamos a apresentação de um benefício à sociedade do conhecimento científico. Notamos, por meio da figura 11, que a maioria dos alunos (67,3%) associaram o conhecimento científico à produção de adoçantes ou outros produtos alimentícios dirigidos a pessoas com diabetes, como, por exemplo, o aluno A.7: *“Permitir que o diabéticos sintam o sabor doce, sem adoecer”*; o A. 18: *“O adoçante foi criado pelos químicos, e este ajudou e foi para pessoas com problemas de saúde”*; o C.21 *“Saber que açúcar faz mal para o diabético”* e o A. 37: *“Saber a composição das substâncias no caso do açúcar, prevenindo doenças, na produção de remédios e no controle delas como é o caso da diabetes como uso do adoçante. Pessoas diabéticas não*

poderiam se sentir seguras e livres para poder saborear a vasta variedade de alimentos doces existentes”.

Nessa mesma questão, 4,8% destacam a hipertensão, como se observa da resposta do aluno D. 34: *“No controle de doenças, como a diabetes e hipertensão”.* Apenas 10,57% apresentaram respostas mais genéricas sobre os benefícios à sociedade do conhecimento científico, como a resposta do aluno C.37: *“Ajuda a criar novas substâncias, em favor da sociedade”;* ou do aluno C.18: *“Com esse conhecimento a população fica conhecendo mais as coisas que fazem mau”.*

Alguns alunos não quiseram comprometer-se com as respostas, como o aluno A.21: *“A sociedade que conhece esse assunto, fica mais bem informada e acaba sabendo a importância de várias coisas a respeito do assunto”.* Já o aluno A.29 respondeu à pergunta, ressaltando a importância do texto produzido, ao afirmar: *“Muitos não sabem o que fazer quando se é diabético ou hipertenso, lendo um material como esse poderiam ficar mais informado e saber o que tem que fazer. Além de ser mais um pouco de conhecimento para todos, beneficiando nossa mente com mais conhecimento”.* Por fim, 15,38% deixaram a questão em branco.

Figura 11- Respostas dos alunos quando questionados sobre um benefício à sociedade do conhecimento científico, abordado no texto “O doce sabor do açúcar”.



Finalmente, na questão 5, em que se pretendia saber qual refrigerante era indicado para pessoas diabéticas e hipertensas, observamos que 51,92% dos alunos não foram claros em suas respostas, sem explicitar qual seria indicado para cada um dos grupos – diabéticos/hipertensos (o que talvez indique que a proposição não foi adequadamente construída), como se observa em:

A.8: *“O zero pois ele não contém elevado índice de açúcar”;*

D.3: *“o light uma redução de 25% de nutrientes e calorias”;*

B.38: *“O light pois não contém açúcar”*

Diferentemente, 20,19% deram respostas completas, como observamos em:

B.30: *“Hipertensão – refri-normal e diabetes – refri-diet”;*

D.34 *“No caso dos diabéticos seria o “diet”, pois não contém açúcar, para os hipertensos, o normal, pois o zero contém muito sal”;*

C.18: *“No caso dos diabéticos seria o “zero” pois não contém açúcar, para os hipertensos o mais indicado seria o normal, pois o zero contém a presença de muito sódio, para repor o açúcar retirado”.*

Ainda nessa questão, 6,73% apresentaram erros conceituais, como os estudantes:

D.7: *“O zero pois apresenta pouco sódio e açúcar”;*

A.1: *“O light, pois contém menor dose de açúcar e calorias que o zero, prejudicando os diabéticos e hipertensos.*

Finalizando essa discussão, passamos para a última atividade que foi possível realizar em sala de aula.

7.5 Unidade 5 – Transformações químicas

Em continuidade ao módulo didático, escolhemos o caramelo e o doce brigadeiro para trabalhar conceitos relacionados à transformação química. Com esse objetivo, iniciamos realizamos o experimento intitulado “caramelizando o açúcar”, visto na figura 12.

Figura 12 – Momento da realização da experiência “Caramelizando o açúcar”.



Foto- Fabiana Urani

Foi solicitado aos alunos que descrevessem o que estavam observando, enquanto uma porção de açúcar era submetida ao calor de uma vela. Naturalmente, as contribuições orais foram surgindo: o açúcar “*está derretendo*”; “*está amarelo clarinho*”; “*está com o cheiro de calda de pudim*”; “*está ficando mais escuro*”; “*está com cheiro de algodão doce*”. Por essas falas, pode-se perceber que ocorreu não somente a fusão, mas transformações químicas que só foram entendidas pelos alunos por suas uso de percepções sensoriais do fenômeno.

Alguns alunos pediram para experimentar e, ao fazê-lo, disseram que o mais claro era doce com o sabor de caramelo, já o mais escuro era amargo e, por isso, alguns alunos arriscavam dizendo ter ocorrido uma transformação química. Aproveitei a oportunidade para explorar as mudanças sensoriais vivenciadas em decorrência das modificações na temperatura do sistema e como isso poderia indicar uma transformação química.

A título de contextualização, trouxemos para auxiliar nossas discussões informações sobre o histórico do caramelo usado como corante em alimentos e bebidas. Informei os alunos de que, em 1858, um químico francês publicou um estudo sobre o caramelo. A partir de seu trabalho, ficou conhecido que os açúcares (carboidratos), quando aquecidos acima de seu ponto de fusão, transformam-se, inicialmente, por meio da perda de moléculas de água, em outros carboidratos denominados anidridos de glicose (glicosanos) e frutose (levulosanos) (CHEMELLO, 2005).

Em um outro trabalho da literatura, a partir das notas de Oetterer (s/a), aprofundamos o estudo sobre a fusão do açúcar em condições anidras ($t = 160\text{ }^{\circ}\text{C}$), bem como sobre possíveis transformações químicas ocorridas com a elevação da temperatura. Os anidridos citados se recombinaem com moléculas de água e produzem ácidos derivados que hidrolisam o restante da sacarose, produzindo glicose e frutose. Esta autora ainda informa que com o contínuo aquecimento ocorrerão mais perdas de moléculas de água e reações de hidrólise com formação predominante de “ácidos, como o acético e o fórmico, de aldeídos, como o formaldeído e o hidroximetilfurfural, diacetil, carbonilas e grupos enólicos.” (p. C). Segundo ela, esses compostos são voláteis e seriam os responsáveis pelo aroma do caramelo.

Oetterer (s/d) também discute a ocorrência de reações complexas de polimerização em temperaturas mais elevadas, que têm como consequência a

formação de polímeros de diferentes massas moleculares e cores, mais conhecidos como caramelo. Por sua vez, Chemello (2005) apresenta como produto dessas reações os polímeros caramelana ($C_{12}H_{18}O_9$), caramelen ($C_{36}H_{50}O_{25}$) e caramelin ($C_{96}H_{102}O_{51}$).

Para Fennema⁸ (1996), citado por Hamerski (2009), “o caramelo é uma mistura complexa de substâncias, com composição diferenciada, dependente de tempo, temperatura e valor de pH em que a reação ocorre” (p. 24).

Figura 13 - Diferentes tonalidades de caramelo em função da variação de temperatura e tempo.



Foto – Fabiana Urani

Como essa pesquisa foi realizada com alunos de 9º. ano, nem todas os conceitos constantes dos parágrafos anteriores seriam compreendidos, por isso a explanação realizada para eles objetivou mostrar indícios que nos levariam a perceber a transformação física (fusão) no seu início e a posterior reação química. Alguns alunos relacionaram o escurecimento do caramelo com o que observam na cozinha de casa, o processo quando as mães usam o açúcar para dourar frango. Tive que salientar que quando envolve carne as reações serão diferentes devido à presença de aminoácidos. Disse que não iríamos discutir tal reação pela complexidade, mas, de certa forma, relacionamos as observações ao preparo do brigadeiro.

Inclusive, no trabalho de Oetterer (s/a), a autora chama atenção para o escurecimento do açúcar, do tipo não enzimático, mas esclarece que o

⁸ FENNEMA, O. R. Food Chemistry, 3th. New York: Ed. Marcel Dekker, 1996.

escurecimento de frutas se deve à presença de enzimas. Esse trabalho nos ajudou a compreender que as reações de caramelização dependem de alguns fatores combinados, como citamos acima, e a perceber que “o produto final será sempre um polímero responsável pela cor, as melanoidinas.”(p. C)⁹

Passamos da discussão da caramelização para o processo de preparo do brigadeiro, doce típico da culinária brasileira, que tem como principais ingredientes: leite condensado, chocolate em pó, manteiga e chocolate granulado. Foi solicitado que os alunos respondessem às perguntas que seguem: “Podemos dizer que a transformação ocorrida na produção do brigadeiro é a mesma observada no algodão doce?”; “Como a temperatura pode influenciar a modificação da estrutura da substância sacarose?” e “Por que a cor do brigadeiro é muito mais escura do que a mistura de leite condensado e chocolate?”

Em resposta ao primeiro questionamento, apenas o aluno C.18 respondeu que tanto no algodão doce como no brigadeiro havia alteração na matéria, portanto tratava-se de reações químicas. 3,48% talvez não tenham compreendido a pergunta e destacaram o que havia de semelhante entre a produção do brigadeiro e a do algodão doce, mostraram apenas o que estavam observando, como D.32 e D.33, que destacaram a necessidade de calor para a obtenção dos doces citados. A maioria dos alunos, 95,86%, responderam que na formação do algodão doce não há mudança na estrutura da matéria, ocorrendo apenas uma transformação física, enquanto que, na formação do brigadeiro, tem-se uma reação química.

Para a segunda pergunta as respostas foram mais diversas. 35,96% dos alunos acreditavam ocorrer transformação química, como o A.27: “*Esquentando ela muda de cor, de gosto ou seja, reação química*”; e o C.27: “*A temperatura desidrata o açúcar e isso é uma reação química que modifica sua estrutura*”.

Ainda para a mesma questão, sobre o algodão doce, 7,01% dos estudantes relacionaram a transformação observada a partículas menores, a átomos e moléculas, mostrando uma falta de compreensão sobre a composição molecular do açúcar. Isso está bem caracterizado na resposta de D.3, ao afirmar: “Com o aumento da temperatura os átomos ficam mais juntos”. Em percentual maior, 40,35% acreditam que apenas a mudança de estado físico é suficiente para modificar a estrutura da substância sacarose, como os alunos A.4: “Depois da fusão

⁹ Oetterer (s/a) em seu texto usa letras ao invés dos números de paginação.

ele começa a modificar sua estrutura.”, e D.35: “A partir do ponto de fusão a sacarose começa entrar em estado líquido, assim inicia-se o processo de caramelização e a sacarose fica preta e amarga”.

Para explicar por que a cor do brigadeiro é muito mais escura que a mistura do leite condensado e chocolate, 30,35% dos alunos apresentaram repostas em que a temperatura foi tida como a responsável pela mudança de cor, como o aluno A.1 em *“Porque a sacarose ao se aquecer vai mudando de cor até chegar a um marrom escuro”*; ou B.13 em: *“Depois de quente muda a cor”*; ou o C.18 em *“Quando a mistura aquece o açúcar vira caramelo e dá cor no brigadeiro”*, e também na resposta do A.17: *“Quando açúcar esquenta altera sua cor, ficando mais escuro”*.

As reações químicas só foram citadas por 13,4% como sendo as responsáveis pela mudança de cor. Assim respondem o aluno B.5: *“Porque depois de esquentarmos o leite condensado com o chocolate ocorre uma reação química, modificando sua cor”*; e o C.34: *“Sofre diversas reações químicas devido ao aumento da temperatura formando moléculas novas”*.

Em contrapartida, observamos repostas em que se percebe nitidamente confusão entre o que ocorre no algodão doce e o que ocorre no brigadeiro, como se pode observar nas repostas de:

C.13: *“Ao chegarem em seu ponto de fusão, chegam ao estado líquido, e logo após se fundem, formando uma substância nova”*;

A.10: *“porque ela se funde e o açúcar e o nescau escurece”*;

B.2: *“Porque durante a sua produção ele entra em processo de fusão e fica escuro”*.

Pelos recortes apresentados, ratificamos a necessidade de se trabalhar com esses alunos os conceitos de fenômenos físicos e químicos, pois ainda não foram compreendidos. Percebemos que as transformações ocorridas no nível macroscópico foram compreendidas por eles, o que não se pode afirmar sobre os processos que envolvem as transformações químicas.

7.6 Unidades 6 - Avaliação das concepções após a aplicação do Módulo Didático

Como previsto na metodologia, uma última avaliação foi aplicada ao término das atividades. Essa avaliação seguiu os padrões de prova da escola, com doze questões que agrupamos em quatro grandes categorias: uma, inclusive, voltada à interpretação do poema de Ferreira Gullar: “O açúcar”, com questões sociais ligadas à produção do açúcar. A segunda questão refere-se ao processo de beneficiamento do açúcar; outras, a conceitos de Ciências/Química. Já a última questão está relacionada à autonomia para fazer escolhas saudáveis, fundamentadas nos conhecimentos científicos recém-adquiridos.

Em conversas informais durante os intervalos de aula, alguns colegas se interessaram pelo tema e propuseram-se ajudar-nos; como foi o caso do professor de português que nos trouxe o poema de Gullar e sua análise interpretativa. A professora de artes colaborou com a leitura das obras sobre o ciclo da cana de açúcar de Candido Portinari e Jean Baptiste Debret.

Após o conjunto de aulas sobre as fases de produção do açúcar, ressaltando-se os processos de transformação química, e a exploração do texto “Da cana a sacarose”, seguida da apresentação do vídeo “Usina virtual”; o percentual de alunos que se lembravam das etapas envolvidas no processo de beneficiamento do açúcar até à sua chegada ao consumidor final praticamente dobrou, subindo de 46,4% para 87,7% - como ilustra a resposta do aluno C.3: *“Planta, colhe, depois vai pra engenho onde é moída, tira o caldo, ferve(melaço), esfria, virando rapadura que é triturada e passa por processo químico que o deixa branco, depois embalado e transportado aos pontos de vendas”*.

Quanto à questão social relacionada à produção do açúcar, 52,48% dos alunos mostraram-se mais sensíveis à situação de exploração dos trabalhadores nos canaviais que no momento em que foi aplicado o questionário de avaliação prévia. Essa mudança parece-me importante, pois indica que o trabalho desenvolvido colaborou para fomentar reflexões pelos alunos sobre temas socioeconômicos e conceitos na perspectiva ciência, tecnologia, sociedade e ambiente – CTS(A).

Já diante da questão três que indaga sobre o uso dos atuais recursos tecnológicos como forma de desmonte da situação de exploração social denunciada pelo poema; 84,88% dos alunos acreditam que isso só agravaria o problema,

aumentando o desemprego. Esse entendimento pouco diferiu do que fora trazido pelos alunos durante os debates em sala de aula, como se pode observar das respostas dos alunos A.1 e B.12 *“Agravam pois se máquinas ocupassem os lugares dos homens, isso geraria desemprego e eles sem estudo e não poderiam ter bons empregos”*; *“Agravam esse problema social, pois com os novos recursos tecnológicos, retiram a mão de obra lavradora do campo, o que os deixam sem nenhuma outra captação financeira”*.

Essa aparente superficialidade com que se construiu a maior parte das respostas sobre a compreensão dos problemas socioeconômicos do país pode-se dever à falta de maturidade dos alunos, além do pouco tempo de que dispomos para discutir essa atividade. Acreditamos que com um maior número de aulas, poderíamos abordar essa problemática sob uma perspectiva analítica mais abrangente – a meu ver, faltou a essas respostas uma visão do todo.

Ao analisar as questões que tratam de conceitos sobre Ciências/Química, resolvemos categorizá-las conforme a tabela abaixo, destacando-as por letras.

Categoria dos Conceitos de Ciências/ Químicos		Concepções durante o Módulo de Ensino	Concepções APÓS o Módulo de Ensino
A	Concepção de substância e material	68%	57,3%
B	Concepção de solubilidade	84,6%	95,6%
C	Concepção de transformação física	34,8%	64,1%
D	Concepção de transformação química	13,4%	82,4%
E	Concepção de linguagem química	20%	75,2%
F	Concepção de densidade	71,4%	98,7%

Tabela 4 – Comparação entre o percentual das divisões utilizadas para responder às questões envolvendo conceitos de Ciências/Química APÓS a aplicação do módulo didático.

Após a aplicação do módulo e analisando a categoria A, percebemos que os alunos ainda apresentam dúvidas quanto aos conceitos de material e substância, o que é preocupante, pois, como já mencionado nas discussões dos dados, além de se tratar de conceitos basilares, sua não compreensão pode comprometer a aprendizagem de fenômenos químicos, físicos e biológicos (ROCHA-FILHO *et al.*, 1988). No entanto, esses alunos irão para o Ensino Médio, nível em que poderão ser revistos e aprofundados tais conceitos, em um tempo em que eles terão maior autonomia cognitiva.

Na categoria B, o percentual de respostas manteve-se quase que inalterado, mostrando que os alunos compreenderam, desde o início, que é necessário que as substâncias estejam dissolvidas para assim poderem ser sentidas, entendendo, por exemplo, que se uma pessoa deixasse a língua bem seca, e em sua porção fosse colocados uma certa quantidade de açúcar, ela não seria capaz de perceber a sua doçura.

Nosso objetivo nas categorias C e D era resgatar a compreensão dos conceitos de transformações físicas e químicas, porém as assertivas obtidas não nos permitem afirmar que os alunos tenham-se apropriado desses conceitos, vez que as questões relacionadas, na avaliação oficial, eram objetivas; o que possibilita uma marcação aleatória.

Analisando a categoria E, podemos perceber que o número de alunos que passou a empregar a linguagem química após o módulo didático mais que triplicou, o que consideramos uma mudança significativa, capaz de auxiliar os alunos a perceber o estudo das Ciências como ferramenta para ajudá-los a solucionar problemas diários. Cabe, porém, destacar que o fato de estarem respondendo a uma prova, a última do ano letivo, pode ter levado os alunos a um maior comprometimento. Além disso, como o módulo contou com a realização de atividades experimentais demonstrativa-investigativas no âmbito da sala de aula, e o ambiente, então, mais descontraído, os estudantes devem ter sentido maior liberdade para expressarem os conhecimentos apreendidos.

Por fim, quando observamos a última categoria, F, notamos um pequeno aumento no percentual de acertos, o que pode confirmar que o conceito necessário para a resolução da questão fora adquirido durante as aulas. Ressalte-se, porém, que para a resolução dessa questão foi necessária apenas a aplicação direta da fórmula, sem transformação de unidade. De outra forma, quando se exigiu esse conhecimento, ficou nítida a falta de compreensão por parte dos alunos. Assim, sugere-se que numa próxima aplicação do módulo as transformações de unidades tenham um destaque especial, bem como atividades envolvendo o conceito de densidade.

Já na categoria relacionada à autonomia de poder fazer escolhas saudáveis, notamos uma elevação do número de alunos que demonstram saber diferenciar produtos *light* de produtos *diet*. Acreditamos que a compreensão do papel do açúcar e o conhecimento sobre a ingestão equilibrada de alimentos os auxiliem na tomada

de decisão para escolhas alimentares conscientes e mais saudáveis, fundamentadas no conhecimento científico - atitude essa que se relaciona ao papel social da Ciência, conforme propõe Freire (1967; 1972).

Estamos certos, é claro, de que alguns ainda possuem dúvidas quanto à diferenciação dos conceitos de *diet* e *light* e que, por isso mesmo, em uma próxima aplicação, eles devem ser melhor explorados. Aqui, também, considero que o fator tempo fez a diferença.

Enfim, todos os resultados apontam, de uma forma geral, para uma evolução das respostas assertivas e, conseqüentemente, do conhecimento apreendido por grande parte dos alunos em quase todas as categorias. Ressalte-se, no entanto, a necessidade de planejar o ensino de conteúdos estruturantes das Ciências para a prática mais significativa, mostrando aos alunos que o aprender Ciências tem uma relação permanente entre o conhecimento, a habilidade e a atitude decorrente.

7.7 Unidade 6 - Análise dos estudantes sobre a intervenção pedagógica

Ao final do conjunto das atividades, foi entregue um questionário intitulado “Pesquisa de Opinião”, por meio do qual se buscou conhecer a percepção dos alunos sobre as aulas desenvolvidas, além de analisar nossa prática pedagógica.

Foram feitas seis perguntas (ver Apêndice 5) que foram respondidas por extenso. As respostas, a cada uma das perguntas, foram organizadas em categorias. Os alunos não tinham que se identificar nos questionários. Importante ressaltar que um mesmo aluno pode estar incluído em mais de uma categoria. Da observação direta dos dados no quadro 3, percebe-se que a maioria dos alunos julgaram as aulas interessantes, dinâmicas e empolgantes.

Categoria	Recortes das falas dos alunos	Porcentagem de alunos %
Aula interessante e divertida	<i>“Achei bem interessante, pois ao mesmo tempo que estávamos nos divertindo, estávamos aprendendo conteúdos importantíssimos”.</i>	44,33
Dinâmica	<i>“interessante, pois podemos ver o tema aplicado no nosso dia a dia”.</i> <i>“Foram aulas muito boas, misturou uma dinâmica sem deixar o conteúdo de lado”.</i>	8,25
Melhores aulas do ano Nota 10	<i>“Realmente foram as melhores aulas do ano! Pude aprender mais sobre o alimento que assombra algumas pessoas hoje em dia”.</i>	6,20
Saiu do padrão/ Ótimas	<i>“Gostei bastante. Saiu do padrão normal de só ser com livro e teve prática, mostrando. Assim, o jeito mais fácil, rápido e interessante de aprender o conteúdo.”</i>	29
Experiência	<i>“Ótima, pois chamou a atenção por causa das experiências.”</i>	17,52
Não foi cansativa	<i>“Muito bom, pois a aula não é cansativa nem entediante.”</i>	2,10
Não gostou	<i>“Prefiro algo mais teórico. Não entendi bem o objetivo dessas aulas em um mundo mais acadêmico e teórico.”</i>	1,03
Faltou aprofundar	<i>“Foram boas, porém poderia ter aprofundado em alguns pontos”</i>	1,03

Quadro 3 – Categorias para expressar a opinião dos alunos sobre as aulas aplicadas.

Quando pedimos a eles para citarem aspectos positivos das aulas, elegeram, de forma especial, as experiências e a dinâmica durante as aulas como itens positivos ver quadro 4.

Categoria Aspectos positivos	Recortes das falas dos alunos	Porcentagem de alunos
Aula com Experiências	<i>“Diversas aulas com experiência”. “Experiências foram realizadas e aprendemos tematicamente sobre assuntos, que não são interessantes e passam a ser”.</i>	18,1
Aula dinâmica/ Legais/ interativas/ divertidas	<i>“É que a aula foi dinâmica e interessante”.</i>	46,8
Os textos/ saber sobre o açúcar	<i>“Gostei dos textos”.</i>	13,83
As degustações/ aula gostosa	<i>“Aprendi e comi”. “A degustação”</i>	10,64
Química no cotidiano	<i>“Podemos ver a química presente no dia a dia”.</i>	6,4
Professora	<i>“A boa vontade e animação da professora Fabiana em explicar a matéria”.</i>	2,12
Vídeo	<i>“Adorei os vídeos”</i>	1,06

Quadro 4 – Categorias para expressar os aspectos positivos das aulas.

Em contraponto, quando solicitados para destacar os aspectos negativos, relacionaram o número reduzido de aulas e a “rapidez” com que foram ministradas, como é mostrado no quadro 5.

Categoria Aspectos negativos	Recortes das falas dos alunos	Porcentagem de alunos
Aulas rápidas/pouco tempo	<i>“aulas dadas muito rapidamente, por falta de tempo”.</i>	27,6
Falta de colaboração dos alunos/ Barulho	<i>“Negativo foi o fato da turma não ficar calada e deixar a professora explicar”.</i>	13,83
Nada	<i>“Não teve pontos negativos”</i>	19,15
Faltou aprofundamento/ Gosta de aula teórica	<i>“Prefiro aula teórica e objetiva”.</i>	3,2
Perdemos muitas aulas/ ter sido apenas no final do ano	<i>“Perdemos muitas aulas por diversos motivos” “O fato de terem sido explorados apenas no final do ano”.</i>	2,12
Pouca degustação	<i>“A comida não deu para encher”</i>	1,06
Número de exercícios/ muito texto	<i>“Eram muitos exercícios e pouco tempo para fazê-los”</i>	2,12
Engordar	<i>“podíamos engordar com o brigadeiro”</i>	1,06

Quadro 5 – Categorias para expressar os aspectos negativos das aulas.

Ao serem questionados sobre as atividades realizadas de que mais gostaram, os estudantes apontaram, em primeiro lugar, a atividade experimental do algodão doce. A atividade do brigadeiro foi a segunda eleita como preferida, como se observa no quadro 6.

Categoria	Exemplo de concepção encontrada	Porcentagem de alunos
Algodão doce	<i>“A do algodão doce e sua produção”</i>	55,3
Brigadeiro	<i>A transformação do brigadeiro</i>	28,7
Refrigerante	<i>“Gostei de calcular a densidade das coisas, foi interessante”.</i>	10,6
Recristalização(feita em casa)	<i>“A da experiência feita em casa por nós de cristais”.</i>	5,3
Comer	<i>“Comer”.</i>	4,2
Todas as experiências	<i>“Todas as experiências”.</i>	3,2
Não quis responder	<i>“Não faço questão de argumentar”.</i>	1,0
Fusão do açúcar	<i>“Quando esquentamos o açúcar e a explicação sobre o que acontecia”.</i>	2,1

Quadro 6– Respostas dos alunos sobre a atividade realizada de que mais gostaram.

Ainda utilizando o questionário aplicado e as respostas dadas, pudemos constatar que a maioria dos alunos diz ter aprendido a diferenciar fenômenos físicos de fenômenos químicos, além de saberem reconhecer a importância dos químicos em nosso dia a dia e as melhores escolhas alimentares, a partir do conhecimento científico de que se apropriaram - quadro 7.

Categoria	Exemplo de concepção encontradas	Porcentagem de alunos
Processo de produção do açúcar	<i>“A produção do açúcar”.</i>	23,7
A Química no dia a dia	<i>“Como a Química esta presente no nosso dia a dia”</i>	14,4
Fenômeno físico e químico	<i>“Transformação física e química”.</i>	16,5
Balancear uma reação	<i>“aprendemos sobre substâncias, balanceamento, tudo sobre coisas muito diferentes e interessantes onde acontece no dia a dia”.</i>	7,2
O papel do químico	<i>“A função muito importante do químico no processo de fabricação dos alimentos”.</i>	5,1
Sobre a diabetes	<i>“Sobre a sacarose a diabete”.</i>	4,1
Rendimento	<i>“De 100% aprendi 90%, pois meu rendimento aumentou com as dinâmicas e as experiências”.</i>	8,2
Como é complicado/sacarose	<i>“Como é complicado os doces”.</i>	8,2
Nada de novo	<i>“A matéria que tínhamos que aprender uai”.</i>	1,0
Não responderam	---	6,2

Quadro 7 – Respostas dos alunos sobre a atividade realizada que acreditam ter retido.

Em síntese, vemos, claramente, que os alunos foram, ao final das atividades, capazes de relacionar o que foi desenvolvido em nossas atividades ao mundo além da sala de aula, atribuindo aplicação aos conteúdos da química propriamente ditos; o que só se tornou possível pelo despertar de interesse que nossa proposta de abordagem curricular possibilitou.

Fica-nos, entretanto, a lição de, em outras propostas que lhe seguirem a essa, melhor adequar a questão “tempo” para o desenvolvimento das atividades ao cronograma escolar. Assim, acredito, as sensações de “rapidez”, com que foram tratados os temas elencados, e de insuficiente número de aulas dedicadas não mereceriam o destaque dado por alguns alunos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para Freire (1996), “O espaço pedagógico é um texto para ser constantemente “lido”, interpretado, “escrito” e “reescrito””, e para essa reedificação faz-se necessária uma ampla reflexão sobre aprender e ensinar. Nosso olhar não deve estar limitado apenas aos resultados formais obtidos nas avaliações escritas, devemos ir além e considerar todas as relações estabelecidas em todos os níveis do processo: professor, aluno, metodologia, conteúdos, recursos didáticos e estratégias pedagógicas, sem esquecer que as relações ocorridas além do portão da escola também são de grande importância.

Certamente que o aprendizado de Ciências é um componente fundamental na formação do cidadão contemporâneo, para o desenvolvimento de competências e habilidades que o permitam compreender o mundo em que vivemos e nele atuar responsavelmente, ao utilizar conhecimentos de natureza científica e tecnológica. Nesse sentido, segundo os PCN, o Ensino de Ciências deverá organizar-se de forma que, ao final do Ensino Fundamental, os alunos tenham desenvolvido capacidades como:

- a. Compreender a natureza como um todo dinâmico, e o ser humano em sociedade, como agente de transformações do mundo em que vive;
- b. Compreender a Ciência como um processo de produção de conhecimento e uma atividade humana, histórica, associada a aspectos de ordem social, econômica, política e cultural;
- c. Identificar relações entre conhecimento científico, produção de tecnologia e condições de vida, no mundo de hoje e em sua evolução histórica, e compreender a tecnologia como meio para suprir necessidades humanas, sabendo elaborar juízo sobre riscos e benefícios das práticas científico-tecnológicas;
- d. Compreender a saúde pessoal, social e ambiental como bens individuais e coletivos que devem ser promovidos pela ação de diferentes agentes;
- e. Formular questões, diagnosticar e propor soluções para problemas reais a partir de elementos das Ciências Naturais, colocando em prática conceitos, procedimentos e atitudes desenvolvidos no aprendizado escolar;
- f. Saber utilizar conceitos científicos básicos, combinando as leituras, observações, experimentações, comunicação e discussão de fatos e informações;

Enfim, restou claro, no corpo de nosso trabalho, que as diretrizes dos documentos oficiais, em especial dos PCN, apontam em direções contrárias às aquelas apresentadas pelos livros didáticos e, conseqüentemente, ao que é praticado em sala de aula de forma exclusivamente disciplinar, ao bipartir o estudo das Ciências entre a Química e a Física. E isso sob a justificativa de estar preparando o aluno para o Ensino Médio.

A escola, geralmente, forma indivíduos que não aprenderam a ser cidadãos e que, na comunidade, não são participativos, críticos, nem capazes de atuar para melhorar seu ambiente social. É necessário um ensino de Ciências que permita a atividade do aluno em equipe, ensinando-o a pensar e a construir seu conhecimento científico, desenvolvendo o lado social de sua formação.

Alunos do Ensino Fundamental, muitas vezes, deparam-se com metodologias que nem sempre promovem a efetiva construção de seu conhecimento. Cabe ao educador superar tais obstáculos, construindo possibilidades de mudança, ao estimular atividades que priorizem questões em nível CTSA. Esta tarefa pressupõe unificar experiências e estratégias de ensino, para qualificar o trabalho docente e possibilitar o desenvolvimento de novas competências no ambiente escolar.

Em nosso trabalho de mestrado, podemos compreender que um professor não deve preocupar-se apenas em “vencer” conteúdos em detrimento do como, do porquê, do para quem e do para que ensinar; deve, antes, preocupar-se com seu papel maior, que é o de contribuir para a formação de uma sociedade melhor. E esse foi o foco essencial do trabalho desenvolvido. Por meio da pesquisa, buscamos conhecer quais e de que forma os conhecimentos químicos poderiam ser desenvolvidos no nono ano do Ensino Fundamental, a partir do tema social doces e guloseimas, visando aprofundar o exercício de analisar o processo ensino-aprendizado de forma crítica, para então fazer suas escolhas.

Acreditamos que a abordagem contextualizada dos conteúdos por meio desse tema foi um recurso pedagógico capaz de tornar a aprendizagem significativa ao associá-la a experiências próximas ao cotidiano do aluno. Assim, tirando-o da situação de passividade e tornando-o co-autor de sua aprendizagem, com auxílio das competências cognitivas já adquiridas na sua vida pessoal, social e cultural (Freire, 1996).

Referenciado por importantes autores e educadores, como o mestre Paulo Freire, a pergunta que se procurou responder ao longo desse trabalho de pesquisa,

qual seja, “a abordagem contextualizada pela temática doces e guloseimas pode contribuir para promover a aprendizagem de conceitos estruturantes da Ciência no 9º ano, como materiais, substância, transformações físicas e químicas, assim como auxiliar os alunos a fazerem leituras mais críticas sobre suas práticas/escolhas alimentares?” não só nos orientou, mas a busca por respondê-la trouxe-nos vários caminhos para o aperfeiçoamento do trabalho docente.

De fato, a utilização do tema social doces e guloseimas possibilitou a aprendizagem em sala de aula, de conhecimentos escolares relacionados a diversas áreas, além de ser uma forma de aproximar os conhecimentos estudados a situações reais, de vivência dos alunos.

Senti, entretanto, a necessidade de mais tempo para melhor tratar os conceitos de substância, material, transformação física e química. Apesar disso, consideramos que o tema escolhido e a metodologia utilizada mesmo que em cinco aulas facilitaram a abordagem desses conceitos, que certamente serão retomados no Ensino Médio muito mais do que seria possível em aulas tradicionais.

Durante as aulas, utilizei-me de recursos diversos, tais como: as atividades demonstrativa-investigativas, com perguntas iniciais provocadoras, com o objetivo de despertar o interesse pelo assunto que seria desenvolvido; vídeos e textos, a fim de que ao término de cada aula o conhecimento cotidiano se articulasse com o conhecimento científico na construção do conhecimento escolar e da significação do apreendido.

Verifiquei que esse conjunto de atividades foi instrumento valioso às aulas. As atividades experimentais de cunho demonstrativo-investigativo proporcionaram uma maior participação dos alunos, além de uma maior interação entre professora e alunos. Ressalto que a maior parte deles mostraram maior desenvoltura para explicar os fenômenos macroscópicos e algumas dificuldades no domínio das interpretações microscópicas, além de problemas relacionados ao uso da escrita na apresentação de ideias, na variante padrão da nossa língua.

Enfrentamos dificuldades, certamente; o que fomentou o redirecionamento permanente de nossa proposta de trabalho; afinal o processo de aprendizagem se faz continuamente, não se encontra acabado. Entre essas dificuldades, destacamos, eu e os alunos, o reduzido número de aulas para o desenvolvimento das atividades propostas – o que ocorreu em função de aspectos do contexto escolar, cerceando

nossa liberdade criativa para abordar outros conteúdos, como classificação e balanceamento por tentativa das reações.

Na possibilidade de nova aplicação de nossa proposta, sugere-se separar uma aula para o desenvolvimento da prática intitulada “Bolo de Caneca” (em anexo) que facultaria a abordagem de transformações químicas. Essa atividade estava prevista, porém, pelo número reduzido de aulas e pela proximidade do final do ano letivo, não nos foi possível sua realização.

Ao término das atividades, consideramos que as aulas foram bastante produtivas, já que os alunos mostraram-se participativos e questionadores, embora alguns deles tenham-se manifestado inseguros e preocupados quanto à possibilidade de avaliação sistematizada dos conteúdos trabalhados. Essa preocupação reside na relevante discrepância entre a prática em sala de aula anterior, centrada em aulas expositivas, e a nossa, fruto da aplicação de nossa proposição didática. Daí porque alguns alunos oralmente que todas as aulas deveriam ser como essas, pois, assim, a Química expressaram ficaria mais “fácil, legal e saborosa”.

De fato, se pudéssemos ter explorado com maior número de aulas a temática “Doces e Guloseimas”, resultados de aprendizagem mais significativos poderiam ter sido atingidos. Não obstante, em resposta à pergunta inicial que norteou o desenvolvimento de todo o nosso trabalho, acreditamos que essa temática contribuiu, e muito, para promover a aprendizagem de conceitos estruturantes das Ciências no 9º ano do Ensino Fundamental, como materiais, substâncias, transformações físicas e químicas, assim como auxiliou os alunos a fazerem uma leitura mais crítica sobre suas práticas e escolhas alimentares. Penso que o tema escolhido tem potencial para nortear facilmente o trabalho de todo o 9º ano letivo em Ciências.

Ademais, ao concluir esse trabalho, compreendo que o real e inexorável papel do professor não é o de transferir conhecimento, mas sim possibilitar a sua apreensão de forma crítica e ativa.

E é também por isso que os resultados obtidos nesse trabalho podem contribuir com o trabalho de meus colegas professores, no planejamento de suas ações pedagógicas.

A aproximação que se procurou estabelecer entre o cotidiano dos alunos, a visão de mundo que lhes é própria, e os novos paradigmas construídos pela

apropriação de novos conhecimentos científicos, certamente, tornaram a aprendizagem mais significativa e prazerosa. Assim, não sem porquê, a proposta apresentada está aberta, sujeita à agregação de contribuições e a modificações que se fizerem necessárias em sala de aula. Desta forma, será possível fugir à mesmice do programa “imposto” pelos livros didáticos, e tatear entusiasticamente o que recomendam os PCN, isto é, que os conteúdos despertem nos alunos significado, motivando-os à aprendizagem mais real e significativa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRÉ, M. E. D. A. **Estudo de caso em pesquisa e avaliação educacional**. Brasília: Liber Livro Editora, 2005.

ARANHA, M. L. A. **História da educação**. 1. ed. São Paulo: Moderna, 1989.

BACHELARD, G. **A Formação do Espírito Científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1999.

BARRA, V. M; LORENZ, K. M. **Produção de materiais didáticos de ciências no Brasil período: 1950 a 1980**. Ed. D., Departamento de Métodos Técnicos da Educação, Universidade Federal do Paraná, 1986.

BRASIL. Senado Federal. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - nº 4.024/61. Brasília, 1961.

_____. Senado Federal. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - nº 5.692/71. Brasília, 1971.

_____, Constituição (1988) Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

_____. Senado Federal. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - nº 9394/96. Brasília, 1996.

_____, Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais/ Secretaria de Educação Fundamental. Brasília, DF: MEC/SEF, 1998a, 138 p..

_____, Ministério da Educação e do Desporto Conselho Nacional de Educação. Câmara da Educação Básica. Resolução n. 2, de 7 de abril de 1998. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 15 abr. 1998b.

_____. Lei nº 11.274, de 06 de fevereiro de 2006. Altera a redação dos artigos 29, 30, 32 e 87 da Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, dispondo sobre a duração de 9 (nove) anos para o ensino fundamental, com matrícula obrigatória a partir dos 6 (seis) anos de idade. Diário Oficial da União – Seção 1, Brasília, DF, 07 fev. 2006. p. 1.

_____, Ministério da Educação. Guia de livros didáticos PNLD 2008: CIÊNCIAS NATURAIS 3 e 4 Ciclos. Brasília: MEC, 2007. 106 p.

BRASIL. Ministério da Educação. Guia de livros didáticos PNLD 2010: CIÊNCIAS. NATURAIS. Anos iniciais. Brasília: MEC/SEB, 2009. 84p

_____, Ministério da Educação. Guia de livros didáticos PNLD 2011: Ciências Naturais 3 e 4 ciclos. Brasília: Secretaria de Educação Básica, 2010.100 p.

_____, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - INEP. **Matrizes de Competências. Documentos. Ciências Naturais – Ensino Fundamental**. 2011b. Brasília. Disponível em: <<http://encceja.inep.gov.br/matriz-de-competencias>>. Acesso em julho. 2012.

BRASÍLIA, Secretaria de Estado de Educação. Orientações Curriculares – Ensino Fundamental – Séries e Anos Finais. Brasília 2008. Governo do Distrito Federal Disponível em: <<http://antigo.se.df.gov.br/sites/400/402/00002728.pdf>>. Acesso em janeiro 2013.

CHALMERS, A. F. **O que é Ciência, afinal?** Tradução de R. Fifer. São Paulo: Brasiliense, 2010.

CHEMELLO, E. A Química na cozinha apresenta: o açúcar. Revista Eletrônica Zoom da Editora Cia. da Escola. São Paulo, Ano 6, n. 4, 2005. Disponível em: WWW.ciadaescola.com.br/zoom/materiais_asp?materia=291. Acessado em: 6 nov. 2012.

CIVITA, Fundação Victor. **Atratividade da Carreira Docente no Brasil: Relatório Preliminar**, São Paulo, 2009.

CODEÇO, R. **Concepções, crenças e hábitos de consumo de uma comunidade escolar relativamente aos produtos *light***. Boletim da Sociedade Portuguesa de Química. Julho – Setembro, p. 23-28. 2004.

DALLO, L.; PALUDO, K. I. Idopatria ao corpo na sociedade contemporânea: implicações aos adolescentes. In: I Seminário Internacional de representações sociais, subjetividade e educação – SIRSSE, 2011, Curitiba – PR. Anais. Disponível em: <www.educere.bruc.com.br/CD2011/pdf/4318_2894.pdf>. Acessado em maio de 2013.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez - Coleção Docência em Formação, 2011.

DRIVER, R. ASOKO, H; LEACH, J; MORTIMER, E; SCOTT, P. **Construindo conhecimento científico na sala de aula**. [Tradução: Eduardo Mortimer]. *Química Nova na Escola*, n.9, p. 31-39. Maio, 1999. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc09/aluno.pdf>> Acesso em: julho de 2011.

ECHEVERRÍA, A. R; MELLO, I. C.; GAUCHE, R. Livro didático: Análise e utilização no Ensino de Química. In: SANTOS, W. P.; MALDANER, O. A. (Org.). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Unijuí, 2010. p. 262-286.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia. Saberes necessários à prática educativa.** São Paulo: Paz e Terra, 1996 (coleção leitura).

FREITAG, B.; MOTTA, V.; COSTA, W. **O estado da arte do livro didático no Brasil.** Brasília: Inep. 1987.

GAUCHE, R.; MÓL, G. S.; SILVA, R. R.; BAPTISTA, J. A.; MACHADO, P. F. L. Melhorando a própria atividade docente por meio da pesquisa. In: ZAZON, L. B.; MALDANER, O. A. (Org.). **Fundamentos e propostas de ensino de Química para a educação básica no Brasil.** Ijuí: Ed. Unijuí, p. 211-217, 2007.

GAUCHE, R.; SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; BAPTISTA, J. A.; MÓL, G. S.; SANTOS, W. L. P. Saberes e fazeres do educado químico, suas múltiplas relações e dimensões – a experiência do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília – PPGE/UnB. *Ensino, Saúde e Ambiente.* v.4, n. 2, p. 58-70, 2011.

HAMERSKI, F. Estudo de variáveis no processo de carbonatação do caldo de cana-de-açúcar. 2009. 148p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Setor de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

HODSON, D. **Hacia um trabalho más crítico del trabajo de laboratorio.** *Enseñanza de las Ciencias,* v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.

INMETRO. **Informações ao consumidor. Açúcar.** Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/acucar.asp>. Consultado em: 28 mar. 2013.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências.** São Paulo: EPU, 1987.

LIMA, M. E. C. C.; BARBOZA, L. C. **Ideias estruturadoras do pensamento químico: uma contribuição ao debate.** *Química Nova na Escola.* v. 21, p. 39-43, 2005.

LIMA, M. E. C. C.; SILVA, N. S. A Química no Ensino Fundamental: uma proposta em ação In: ZANON, L. B.; MALDANER, A. M. (org). **Fundamentos e propostas de ensino de química para a educação básica no Brasil.** Ijuí: Ed. Unijuí, 2007, p. 89-108.

LOPES, A. R. C. **Conhecimento Escolar em Química - Processo de Mediação Didática da Ciência.** *Química Nova,* v. 20, n. 5, p. 563-568. 1997.

LOPES, A. R. C. **Conhecimento Escolar: Ciência e Cotidiano.** Rio de Janeiro: Ed. UERRJ, 1999.

LÜCK, H. **Pedagogia interdisciplinar: fundamentos teórico-metodológicos.** Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.

LÜDKE, M; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação Abordagens Qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MACÊDO, I. I. de; RODRIGUES, D. F; JOHANN, M. E.P; CUNHA, N. M. M. da C. **Aspectos comportamentais da gestão de pessoas**. 9 ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2007.

MALDANER, O. A.; ZANON L. B.; BAZZAN, A. C.; DRIEMEYER, P. R.; PRADO M.P.; LAUXEN, M. T. C. Currículo contextualizado na área de Ciências da Natureza e suas tecnologias: a situação de estudo In: ZANON, L. B.; MALDANER, O. A. **Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007. p. 109-138.

MENEZES, E. T. de; SANTOS, T. H. dos."Contextualização" (verbetes). **Dicionário Interativo da Educação Brasileira** - EducaBrasil. São Paulo: Midiamix Editora, 2002. Disponível: <<http://www.educabrasil.com.br/eb/dic/dicionario.asp?id=55>>. Acessado em: dezembro. 2011.

MILARÉ, T. **Ciências na 8ª série: Da Química Disciplinar à Química do Cidadão**. 196p. 2008. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de mestrado em educação científica e tecnológica, 2008.

MILARÉ, T.; ALVES FILHO, J. de P. **Ciências no nono ano do ensino fundamental: da disciplinaridade a alfabetização cinetífica e tecnológica**. Revista Ensaio. v. 12, n.02, p. 101-120, 2010.

MILARÉ, T.; RICHETTI, G. P.; ALVES FILHO, J. de P. Análise da potencialidade das informações em correntes de e-mail para o desenvolvimento da Alfabetização Científica e Tecnológica no Ensino de Química. In: Encontro de Pesquisas em Educação em Ciências, VIII., 2011, Campinas-SP. Anais... Rio de Janeiro: ABRAPEC. 1460-1. Disponível em: <<http://www.nutes.ufjf.br/abrapec/viiienpec/resumos/R1460-1.pdf>>. Acessado em 7 abr 2013.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. [Tradução de Catarina Eleonora F. da Silva e Jeanne Sawaya; revisão técnica de Edgard de Assis Carvalho. - 6. ed. - São Paulo: Cortez, 2002.

MUELLER, S. P. M. (2011). **Por que precisamos da ciência?** Disponível em: <http://www.unbciencia.unb.br/index.php?option=com_content&view=article&id=291:por-que-precisamos-da-ciencia&catid=62:a-ultima-dos-cientistas>. Acesso em: 30 março 2012.

NETO, J. M.; FRACALANZA, H. **O Livro Didático de Ciências: Problemas e soluções**. Ciências & Educação, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003.

OETTERER, M. Química de Alimentos. AULA: Escurecimento não enzimático. Curso de Graduação. Universidade de São Paulo. Disponível em:

<<http://www.esalq.usp.br/departamentos/lan/pdf/Quimica%20de%20Alimentos%20-%20Escurecimento%20nao%20enzimatico.pdf>>. Acessado em: 10 abril 2013.

PEDROTTI, A. Z. G. **Nutrição para a promoção da saúde: um tema químico social auxiliando na compreensão do conceito de transformação química**. 2011. 122 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Instituto de Biologia/Física / Química / Faculdade de Planaltina - Universidade de Brasília.

PIERSON, A. H. C.; KASSEBOEHMER, A. C.; DINIZ, A. A.; FREITAS, D. **Abordagem CTS na perspectiva de licenciados de Química**. Ciência & Ensino, v.1, número especial, Nov. 2007.

POZO, J. I. M; CRESPO, M. A. G. **Aprender y enseñar ciência**: Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Madrid: Ediciones Morata. 1998. 330p.

ROCHA-FILHO, R. C.; TOLENTINO, M.; SILVA, R. R.; TUNES, E.; SOUZA, E. C. P. Ensino de conceitos em Química. III Sobre o conceito de substância. Química Nova. v. 11, n.4. p. 417–419. 1988.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. **Abordagem de Aspectos Sociocientíficos em Aulas de Ciências: possibilidades e limitações**. Investigações em Ensino de Ciências – v.14, n.22, p. 191-218, 2009.

SILVA, J. R. R. T.; AMARAL, E. M. R. **Uma análise sobre concepções de alunos e professores de química reativas ao conceito de substância**. XV Encontro Nacional de Ensino de Química – Brasília – 2010.

SILVA, J. I.; MOREIRA, E. M. S. **Saber cotidiano e saber escolar: uma análise epistemológica e didática**. Revista Educação Pública, Cuiabá, v. 19, n. 39, p. 13-28, jan./abr. 2010.

SILVA, L. H. de. A.; ZANON, L. B. A Experimentação no Ensino de Ciências. In: SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. (Org.). **Ensino de Ciências: Fundamentos e abordagens**. Piracicaba: Capes/Unimep, 2000. Cap. 6.

SILVA, R. R.; ROCHA-FILHO, R. C.; TUNES, E.; TOLENTINO, M. Ensino de conceitos em Química. II Matéria: um sistema conceitual quanto à sua forma de apresentação. Ciência e Cultura. v. 38, n.12. p. 2028 – 2030. Dez. 1986.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. P.; MALDANER, O. A. (Org.). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Unijuí, 2010. p. 231-261.

SILVEIRA, M. P. **Uma análise epistemológica do conceito de substância em livros didáticos de 5ª a 8ª séries do ensino fundamental**. 2003. 144 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física/Química/Biologia. Universidade de São Paulo.

SOUZA, P. N. P de; SILVA, E. B. **Como entender e aplicar a nova LDB: Lei n 9394/96**. São Paulo: Pioneira, 1997.

SUTIL, N.; BORTOLETTO, A.; CARVALHO W.; CARVALHO, L. M. O. **CTS e CTSA em periódicos nacionais em ensino de ciências/física (2000-2007): aspectos epistemológicos e sociológicos**. XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – Curitiba – 2008.

TOLENTINO, M.; SILVA, R. R., ROCHA-FILHO, R. C., TUNES, E. **Ensino de conceitos em Química**. I. Matéria: exemplo de um sistema de conceitos científicos. *Ciência e Cultura*. v. 38, n.12. p. 1721 – 1724. Dez. 1986.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa à pesquisa em Ciências Sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

TUNES, E.; TACCA, M. C. V. R.; BARTHOLO JÚNIOR, R. S. **O professor e o Ato de Ensinar**. *Cadernos de Pesquisa*, v. 35, n. 126, p. 689-698, set./dez., 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cp/v35n126/a08n126.pdf>>. Acesso em: agosto 2012.

VYGOTSKY, L. S. *A Construção do Pensamento e da Linguagem*. 1ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001. Tradução de Paulo Bezerra.

XAVIER, M. E. S. P; RIBEIRO, M. L. S; NORONHA, O. M. *História da educação no Brasil*. São Paulo: FTD, 1994.(coleção aprender e ensinar).

YUS, R. **Temas transversais: em busca de uma nova escola**. Porto Alegre: ArtMed,1998.

APÊNDICES

✓ APÊNDICE 1:

- **Conhecimentos prévios:**

1) De onde vem o sabor doce de um pirulito?

2) De onde vem o açúcar?

3) Qual é o papel do açúcar em nossa dieta?

4) Adoçantes podem ajudar a emagrecer?

5) Diz-se que os alimentos fornecem energia. Como isso acontece?

✓ APÊNDICE 2:

DA CANA À SACAROSE

Por muito tempo a alimentação de nossos antepassados contava apenas com o adocicado do mel, frutas e vegetais. Não se sabe ao certo quem primeiro produziu o açúcar a partir da cana de açúcar. Alguns relatos falam que os indianos, por volta de 510 a.C., extraíram o açúcar bruto do suco da cana. A palavra açúcar tem origem no sânscrito, uma das 23 línguas oficiais da Índia, e quer dizer grão.

No século XVII, o açúcar era considerado produto de luxo, caro como as joias e, por isso mesmo, consumido somente pelos nobres.



Portinari

Somente no século XVIII, começa a alcançar as mesas de um número maior de pessoas.

O cultivo da cana de açúcar no Brasil iniciou-se quando São Tomé presenteou Pedro Álvares Cabral com as primeiras mudas de cana. Como o solo e o clima da região favoreciam seu plantio, o sucesso foi evidente e, aproximadamente em 1530, os portugueses duplicaram as plantações canavieiras no país, colocando o Brasil como

um grande exportador desse produto para a Europa.

A mão de obra utilizada era a escrava e de início a indígena. Apesar da cana não ter sido o único produto que se assentou no trabalho escravo, provavelmente, foi o mais importante.

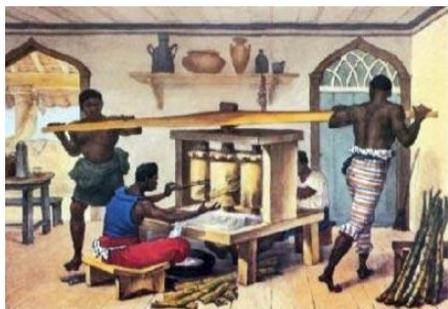
No início, a produção de açúcar era reduzida, e ele era vendido apenas em boticas, pesado aos gramas. Nessa época, era muito utilizado na medicina para disfarçar o gosto amargo



Botica

e nauseante dos remédios. Por volta de 1545, o Brasil já possuía, aproximadamente, 25 engenhos espalhados de Pernambuco a São Vicente.

Os engenhos eram instalações que continham equipamentos como: a moenda (onde a cana é exprimida) e a caldeira, que fornece o calor



Engenho de açúcar (Debret)

necessário à purificação do caldo; além da casa de purgar, local em que se conclui a purificação.

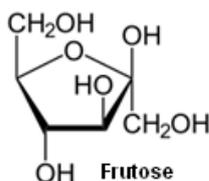
ONDE O
AÇÚCAR ERA
REFINADO

O açúcar passou a ser utilizado como conservante de frutas (compotas e geleias), como adoçante de massas e no preparo de guloseimas adocicadas. Logo, devido a hábitos desenvolvidos através dos tempos, passou de luxo para um artigo de necessidade, aumentando enormemente seu consumo. Entre 1900 e 1964, a produção mundial de açúcar cresceu 700%. Hoje, o maior produtor mundial de açúcar é o Brasil, seguido da União Europeia, Índia e China, conforme se pode verificar no gráfico a seguir.

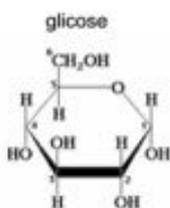


O açúcar tornou-se um alimento comum à dieta de todos os países, constituindo uma fonte fácil de energia. No entanto, o açúcar que consumimos para adoçar nossos alimentos não é puro, por isso, dizemos que ele é um material. O termo puro em Química significa uma só substância. Portanto, se o açúcar de mesa é um **material, significa que tem duas ou mais substâncias**.

Como assim? Quer dizer que aquele sólido branquinho tem mais de uma substância? Na verdade, a substância majoritária do açúcar refinado é a sacarose (99,8%), os outros 0,2% são de outras substâncias consideradas impurezas (alguns sais minerais e aminoácidos), que resistem as várias etapas de refino.



A sacarose é constituída de átomos de carbono, oxigênio e hidrogênio ligados entre si num arranjo característico. Na realidade, a sacarose é uma junção de glicose e frutose, que são também conhecidos como



hidratos de carbono, sacarídeo, carboidratos ou popularmente açúcares. Ambas são representadas quimicamente pela fórmula molecular $C_6H_{12}O_6$. No entanto, observando suas fórmulas estruturais, percebe-se que os átomos se ligam de maneira diferente, formando duas substâncias distintas.

Nossa, já que falamos em Química, vocês saberiam dizer o que é a Ciência Química? E o que um químico faz em um processo de beneficiamento da cana de açúcar?

TRABALHANDO A LEITURA:

1. Qual a substância responsável pelo sabor doce da cana de açúcar?
2. Por que se diz que o açúcar de mesa é um material?
3. Representamos abaixo um esquema de apresentação das fases do processo produtivo do açúcar no período colonial. Compare as fases da produção de açúcar, identificando as transformações ocorridas nesse processo e suas consequências sociais.



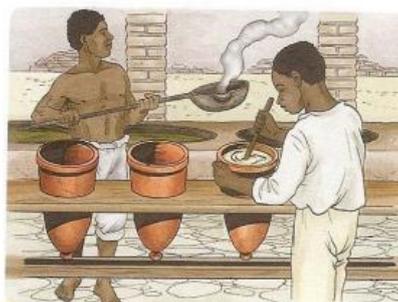
Os trabalhadores cortavam e recolhiam a cana e, em seguida, a transportavam até a casa de engenho.



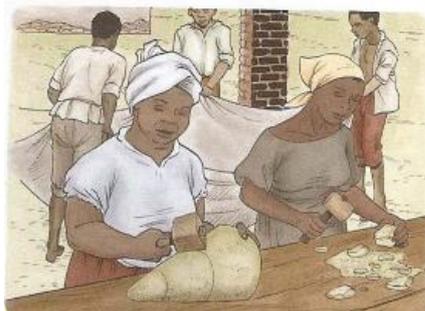
Assim que chegavam com a cana na casa de engenho, os trabalhadores a moíam para extrair seu caldo.



Os trabalhadores cozinhavam o caldo de cana para engrossá-lo, transformando-o em melaço.



Depois, o melaço era coado e despejado em fôrmas de barro, para solidificar e branquear.



Depois que o açúcar solidificava e branqueava, era retirado da fôrma, batido e colocado ao Sol para secar.



Essas ilustrações são representações artísticas feitas com base em estudos históricos.
Assim que secava, o açúcar era encaixotado e levado ao porto para ser transportado para a Europa.

Fonte: TV escola- o canal da educação – Cultura do Açúcar

- 4- Assistir o vídeo “Usina virtual”. Serão 9 grupos, cada um ficará responsável por investigar uma das nove etapas, elaborando duas perguntas para que os colegas respondam em sala. Esse trabalho será apresentado na próxima aula, no entanto, as perguntas serão entregues à professora quatro dias antes da aula.

Endereço: Fonte: <http://souagro.com.br/como-funciona-uma-usina-de-cana-de-acucar>

✓ APÊNDICE 3

O DOCE SABOR DO AÇÚCAR

Sabemos que o açúcar branquinho, refinado, tem o nome científico de sacarose, porém há outros tipos de açúcares além da sacarose; sobre os quais vamos falar um pouco mais nas próximas linhas. A palavra açúcar designa um grupo de substâncias da família dos carboidratos, assim como a glicose, a frutose e a maltose entre outros. Perceberam que todas terminam em 'ose'?

Pois bem, agora feche os olhos e pense numa porção de sobremesas bem gostosas, como uma salada de frutas, uma barra de chocolate, uma torta de maçã... Será que todas essas gostosuras apresentam o mesmo tipo de açúcar?

A salada de frutas tem o mais simples dos açúcares, chamado de frutose. A frutose é um monossacarídeo e, por isso, pode ser imediatamente absorvido pelo nosso corpo/organismo.

Já uma barra de chocolate apresenta dois tipos de açúcares: a lactose (açúcar existente no leite) e a sacarose (açúcar comum), além de outros nutrientes. Esses dois açúcares são denominados dissacarídeos e só são aproveitados pelo nosso organismo como fonte de energia após serem transformados em monossacarídeos. Para essa transformação ocorrer é preciso a existência de enzimas em nosso corpo. Por falar sobre isso, existem pessoas que não conseguem digerir a lactose pela falta da enzima lactase. Dizem que essas pessoas são intolerantes ao leite, pois sem a enzima a lactose não pode ser digerida, ou seja, transformada em glicose e galactose.

A deliciosa torta de maçã começa pelo preparo da massa, cujo ingrediente principal é a farinha, que apresenta um tipo de carboidrato em sua constituição: o amido. Esse carboidrato é formado pela união de várias glicoses formando uma molécula imensa. Por isso, é classificado como um polissacarídeo (poli = muitos e sacarídeos = açúcar). Pelo que dissemos acima, você acha que nosso organismo absorve o amido assim que consumimos?

Veja o quadro a seguir sobre os açúcares e suas composições.

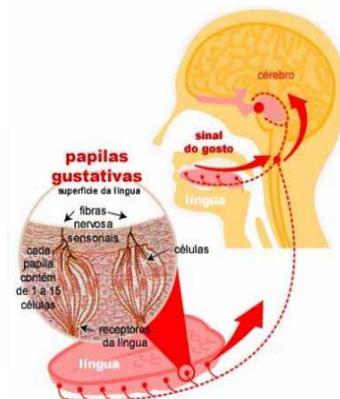
	Carboidratos	Monossacarídeos formados na digestão	Fontes Naturais
Dissacarídeo	Sacarose	Glicose + Frutose	Abundante na cana de açúcar e na beterraba. Tem função energética.
	Lactose	Glicose + Galactose	Encontrada no leite. Também tem função energética.
	Maltose	Glicose + Glicose	Encontrada em alguns vegetais, provém também da digestão do amido pelos animais. Tem função energética.
Trissacarídeo		Glicose + Frutose + Galactose	Encontrada principalmente nas leguminosas, não é digerida pelos seres humanos. Também tem função energética.

Vocês já ouviram a expressão “comer com os olhos”? Ela quer dizer que basta olhar para um doce, para começar a salivar e ficar com vontade de devorá-lo. Mas só quando levamos o doce à

boca é que nosso organismo inicia o reconhecimento do sabor do alimento, isso porque em nossa língua existem saliências conhecidas como receptores químicos.

A gustação é um dos nossos cinco sentidos. Vocês devem conhecer esse sentido mais como paladar. Pois bem, em nossa língua há saliências que nos permitem diferenciar a presença de diferentes substâncias nos alimentos. Nós humanos somos capazes de reconhecer cinco tipos de gostos, são eles: ácido, amargo, doce, salgado e umami. Que nome estranho esse último, não?!

Sabor característico de certos aminoácidos (glutamato, aspartato)



Os receptores gustativos são estruturas celulares também chamadas de papilas gustativas. Nas papilas as células mais superficiais compõem os botões gustativos. Eles são desgastados e repostos ao longo de nossa vida, mas com a idade o número deles diminui. Deve ser por isso que dizem que mudamos o paladar ao longo da vida. Isso também significa que um bebê tem mais botões do que uma pessoa idosa.

Não podemos esquecer que outro sentido é muito importante para que possamos perceber os sabores dos alimentos, o olfato. Os receptores olfativos são excitados por substâncias químicas do ar. Os centros do olfato e do paladar no cérebro combinam a informação sensorial da língua e do nariz. É por isso que quando estamos gripados com o nariz obstruído não conseguimos sentir o gosto dos alimentos.



É importante entender que, para sentirmos os sabores, as substâncias devem estar dissolvidas na água. Se nossa língua estiver totalmente seca e colocarmos açúcar sobre ela, não perceberemos gosto algum. No entanto, se ela estiver molhada com saliva, notaremos o sabor doce.

E quanto às pessoas que não podem ingerir açúcar???

Para a felicidade das pessoas que não podem ingerir açúcar, devido a diabetes, existem substâncias que não são carboidratos, mas apresentam o sabor doce, são os adoçantes sintéticos ou edulcorantes. Essas substâncias são constituídas basicamente por edulcorantes e agentes de corpo.

São compostos utilizados para dar volume ao produto.

Os edulcorantes são substâncias responsáveis pelo sabor doce e, normalmente, possuem um poder adoçante muito superior à sacarose, sendo necessária, portanto, uma quantidade muito menor para se obter a mesma sensação de doce, com a vantagem de se ingerir muito menos calorias.

Substância	Doçura relativa
Lactose	0,16
Galactose	0,32
Maltose	0,33
Glicose	0,74
Sacarose	1,00
Frutose	1,74
Aspartame	180
Sacarina	300
Sucralose	650

Você sabe o que é a diabetes?

O pâncreas produz a insulina (hormônio) responsável pela manutenção do metabolismo da glicose. A falta desse hormônio provoca déficit na metabolização da glicose, o que chamamos de diabetes, que caracteriza-se por altas taxas de açúcar no sangue (hiperglicemia) de forma permanente. Existem dois tipos de diabetes:

Tipo 1 - Neste tipo de diabetes a produção de insulina do pâncreas é insuficiente, pois suas células sofrem o que chamamos de destruição autoimune. Os portadores de *diabetes tipo 1* necessitam injeções diárias de insulina para manterem a glicose no sangue em valores normais. Há risco de vida se as doses de insulina não são dadas diariamente. O *diabetes tipo 1* embora ocorra em qualquer idade é mais comum em crianças, adolescentes ou adultos jovens.

Tipo 2 - Ocorre geralmente em pessoas obesas com mais de 40 anos de idade, embora na atualidade ocorra com maior frequência em jovens, em virtude de maus hábitos alimentares, sedentarismo e stress da vida urbana. Neste tipo de diabetes, há presença de insulina, porém sua ação é dificultada pela obesidade, o que é conhecido como resistência insulínica, uma das causas de HIPERGLICEMIA.

Diabetes Gestacional: é a diminuição da tolerância à glicose, diagnosticada pela primeira vez na gestação, podendo - ou não - persistir após o parto. Sua causa exata ainda não é conhecida.

Seja por problemas de saúde, seja por cuidados estéticos, a cada dia o açúcar esta sendo substituído pelos edulcorantes, como já vimos, são as substâncias com sabor semelhantes ao da sacarose, mas com baixo valor calórico ou sem calorias. Há muitos mitos sobre os produtos *light* e *diet*. Qual será a verdadeira diferença entre os produtos *diet* e *light*?

Diet é um termo usado, na maioria das vezes, como sinônimo de retirada de algum nutriente (açúcar, sódio, gorduras, alguns aminoácidos...), sem implicar, no entanto, na redução das calorias, um exemplo disso é o chocolate *diet*, que apresenta teor calórico próximo do chocolate normal. O chocolate *diet* é indicado para pessoas diabéticas, pois é restrito ou isento de açúcar (carboidrato). Nesse caso, o açúcar é substituído pelos adoçantes. Porém, como essa substância altera a consistência do alimento, acrescenta-se mais gordura na sua composição para manter a textura habitual, o que faz com que o seu valor calórico se aproxime do chocolate normal, tornando-o não recomendado para as pessoas que desejam reduzir peso.

Dizemos que um alimento é *light* quando apresenta redução mínima de 25% em determinado nutriente ou calorias, comparando com o alimento convencional. Para que ocorra a redução de calorias, é necessário que haja a diminuição no teor de algum nutriente energético (carboidrato, gordura e proteína). A redução de um nutriente não energético, por exemplo, sódio (sal *light*), não interfere na qualidade de calorias do alimento.

Por ora, era isso! Vamos saborear essas gostosuras com equilíbrio e saúde, ao mesmo tempo em que aprendemos um pouco mais sobre o maravilhoso mundo da Química!!

Perguntas:

- 6- Por que as pessoas diabéticas podem ingerir adoçantes, mas não açúcares comuns?
- 7- As crianças e os idosos possuem a mesma sensação de sabor? Justifique sua resposta.
- 8- Por que açúcares como a lactose e a sacarose não são absorvidas pelo organismo das pessoas imediatamente? O que é necessário para que essa absorção ocorra?
- 9- Em relação ao texto lido e o tema abordado, apresente um benefício à sociedade do conhecimento científico aplicado.
- 10- Analisando os rótulos, que refrigerante seria indicado para pessoas diabéticas e para pessoas hipertensas? Por quê?

✓ APÊNDICE 4

Prova

O açúcar

Ferreira Gullar

O branco açúcar que adoçará meu café
nesta manhã de Ipanema
não foi produzido por mim
nem surgiu dentro do açucareiro por milagre.

Vejo-o puro
e afável ao paladar
como beijo de moça, água
na pele, flor
que se dissolve na boca. Mas este açúcar
não foi feito por mim.

Este açúcar veio
da mercearia da esquina e tampouco o fez o Oliveira,
dono da mercearia.
Este açúcar veio
de uma usina de açúcar em Pernambuco
ou no Estado do Rio
e tampouco o fez o dono da usina.

Este açúcar era cana
e veio dos canaviais extensos
que não nascem por acaso
no regaço do vale.

Em lugares distantes, onde não há hospital
nem escola,
homens que não sabem ler e morrem de fome
aos 27 anos
plantaram e colheram a cana
que viraria açúcar.

Em usinas escuras,
homens de vida amarga
e dura
produziram este açúcar
branco e puro
com que adoço meu café esta manhã em Ipanema.

GULLAR, Ferreira. *Dentro da noite veloz & Poema sujo*. São Paulo: Círculo do Livro, s/d, pp.51-2.

1- O que evidencia, do ponto de vista social, a quinta estrofe do poema “O açúcar”?

2- Este poema foi escrito na segunda metade do séc. XX. Como você percebe, se é que existe nos dias de hoje, a problemática socioeconômica que o poema denuncia?

3- O uso dos atuais recursos tecnológicos contribui para o desmonte da situação de exploração social denunciada pelo poema? Ou, por outro turno, agravam ainda mais esse tipo de problema social?

4 - Pode-se identificar no percurso da construção do poema, de forma geral, as etapas da produção açucareira até se chegar ao consumidor final. Descreva as etapas de obtenção do açúcar desde o canavial até o produto que chega à mesa do poeta.

5- É possível identificar evidências dos processos químicos de obtenção do açúcar, no poema? Em que versos?

6- A substância cloreto de sódio, a 25 °C tem uma solubilidade de 36 gramas em 100 mL de água. Massas superiores a esse valor para a mesma quantidade de água podem promover a formação de um corpo de fundo ou precipitado. A partir dessas informações responda:

a) O soro fisiológico é uma solução isotônica em relação aos líquidos corporais e contem 0,9 g de cloreto de sódio (NaCl) em 100 mL de água destilada. Como você classifica o soro fisiológico quanto à concentração do soluto?

b) O que devemos fazer para dissolver 75 gramas de cloreto de sódio em 100 mL de água?

7- O leite é um alimento muito perecível. Uma maneira de aumentar sua vida útil foi concentrá-lo por evaporação e adicionar açúcar, que é um bom conservante. Este processo tem como resultado o famoso leite condensado. A partir disso, julgue se as afirmações abaixo são verdadeiras ou falsas:

1(C)(E) O leite condensado é uma ótima fonte de carboidratos.

2(C)(E) O leite condensado é uma substância.

3(C)(E) Pode-se dizer que a evaporação do leite facilitou o transporte para longas distâncias.

4(C)(E) A glicose é uma substância e tem como constituinte a molécula $C_6H_{12}O_6$.

5(C)(E) O açúcar é um bom conservante, já que, em função de sua alta concentração nos doces, pode desidratar rapidamente a célula bacteriana.

8- Brigadeiro (chamado de negrinho no [Rio Grande do Sul](#)) é um [doce](#) típico da [culinária brasileira](#). É comum em todo o país e está presente em praticamente todas as festas de [aniversário](#). Tendo em vistas as informações, responda:

a) Quais são os ingredientes (reagentes) para o preparo do brigadeiro?

b) Qual a principal evidência de que houve uma transformação química, no preparo do brigadeiro?

9- Quando existe em nosso organismo uma deficiência no metabolismo da glicose, a sua concentração no sangue aumenta, gerando sérios problemas de saúde. Como os carboidratos dão origem à glicose, em pessoas com deficiência em metabolizá-la é necessário seguir uma dieta controlada de carboidratos. Cite um produto que pode ser consumido por pessoas com a deficiência relatada.

10- Considere duas latas de suco de laranja, uma na versão "zero açúcar" e outra na versão normal. Ambas contêm o mesmo volume de líquido (350 mL) e têm a mesma massa quando vazias. A composição do suco é praticamente a mesma em ambas, a exceção é que a versão normal contém certa quantidade de açúcar, enquanto na versão "zero" encontramos um adoçante artificial, que é cerca de 200 vezes mais doce do que a sacarose. Vale ressaltar que a doçura sentida por quem consome estes sucos é praticamente a mesma. Pesamos as duas latas fechadas com suco normal e suco "zero açúcar", e obtivemos os seguintes resultados:

- ✓ Lata com suco normal: 251,2 g
- ✓ Lata com suco "zero açúcar": 216,2 g

Por esses dados, se colocarmos as duas latas em um balde de água, o que esperamos ocorrer? Explique sua resposta usando os dados numéricos fornecidos no problema.

11-Para a ciência, fenômeno significa todo e qualquer acontecimento da natureza. Os diversos fenômenos podem ser classificados em físicos e químicos, conforme a natureza e o estado físico das substâncias envolvidas. Partindo dos conceitos estudados para os fenômenos físicos e químicos, marque Q para fenômeno Químico e F para fenômeno Físico.

- () Fazer um bolo
- () Fazer um algodão doce
- () Caramelizar o açúcar
- () Preparar um brigadeiro
- () Preparar uma vitamina de frutas
- () Amassar o copinho em que estava o brigadeiro

12-Sabemos que cada região da nossa língua é responsável pelo reconhecimento de um sabor específico. Se uma pessoa deixasse a língua bem seca, e em sua porção superior fosse colocada uma certa quantidade de açúcar, ela seria capaz de perceber o doce sabor do açúcar? Por quê?

Boa Prova!

✓ **APÊNDICE 5**

Pesquisa de Opinião

1- Qual sua avaliação das aulas em que tratamos do tema Açúcar?

2- Cite aspectos positivos e negativos das aulas em que foi explorada a temática “doces e guloseimas”.

3- Qual a atividade que você mais gostou?

4- O que você julga ter aprendido de Ciências em nossas aulas?

5- Você vê utilidade nos conteúdos que foram explorados durante estas aulas?

6- Que aspectos das atividades desenvolvidas poderiam ter sido melhor explorados?

A + doce Química



*Módulo de Apoio para professores do
Ensino Fundamental*

Fabiana de Souza Urani

Apresentação do Módulo

“Cada geração tem que ser dotada de um espírito de inconformismo em maior intensidade, e de mais impaciência, do que a que a precedeu. Não pode a nossa mocidade deixar de acreditar, como postulado e ato de fé indispensáveis, na possibilidade de desenvolver, em sua própria pátria, a ciência, a tecnologia, a cultura em todas suas formas.”

José Leite Lopes¹.

Colega professor (a),

Nas próximas páginas vocês encontrarão material pedagógico, em forma de módulo, resultante de nossa pesquisa no Mestrado Profissional no Ensino de Ciências.

Nesse módulo, está reunido um conjunto de atividades docentes que surgiram a partir da reflexão sobre as dificuldades encontradas durante nossas aulas de Ciências para alunos do 9º ano do Ensino Fundamental. Nosso intento foi disponibilizar a você, professor de Ciências, um produto que pudesse contribuir com o Ensino de Ciências contextualizado e que pudesse ser aplicado como uma proposta de ação profissional, além de contribuir para romper com o modelo de ensino focado apenas na memorização de conteúdos, procurando familiarizar o estudante com o conhecimento científico de forma a fomentar sua formação crítica, tornando-o apto a responder a questionamentos que o século XXI nos coloca.

Pensamos, ainda, na necessidade de esse material permitir que atividades experimentais integrem-se às aulas teóricas, fortalecendo a natureza das Ciências e o papel da experimentação, apontando para um processo de mudança de postura docente em contexto e condições reais do Ensino de Ciências. Assim, dinamizando a prática pedagógica, valorizando a curiosidade, o diálogo e a aplicação do conhecimento como fatores indispensáveis à aprendizagem como prevê a legislação educacional (LDB, PCN, Diretrizes Educacionais).

¹ físico pernambucano, no seu livro “Ciência e Libertação”

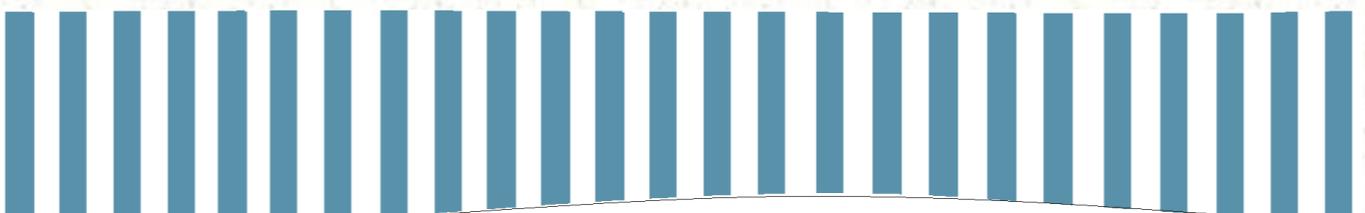
O módulo apresentado, por si só, não transforma a prática docente, mas pode tornar-se um instrumento importante aos professores que procuram novas propostas para, por assim dizer, deixarem a mesmice do quadro e giz em sua prática diária, buscando uma educação comprometida com o desenvolvimento do pensamento por conceito de seus alunos.

Por isso, compartilhamos com vocês as atividades por nós desenvolvidas, as quais contribuíram de forma muito positiva para o processo ensino-aprendizagem de nossos alunos, bem como para minhas reflexões como professora de Ciências.

Esperamos que, de alguma forma, possamos contribuir com nossos colegas que não se conformam em ministrar as mesmas aulas dia após dia e que buscam plantar em seus alunos a semente do conhecimento e da criticidade sócio científica.

A você professor, dedicamos esse material e esperamos que aproveite as orientações que lhe acompanham como estímulo à revisão de práticas pedagógicas mais tradicionais. Assim, desejamos contribuir com uma educação científica que gere indagação e o interesse pela Ciência, como um possível instrumento destinado à transformação da qualidade de vida e das relações entre os homens.

A autora



Introdução

Analisando documentos educacionais, como os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN, 1998 – estamos certos de que a disciplina Ciências, por sua riqueza e diversidade em conteúdos e abordagens, pode ser apresentada a nossos alunos de forma mais interessante e significativa que o que se verifica nas produções didáticas disponíveis no atual mercado educacional.

Como professora atuante na série final do Ensino Fundamental, nos últimos sete anos, tenho ouvido, repetidamente, depoimentos de meus alunos sobre o desencanto com a disciplina Ciências. Eles costumam afirmar que a disciplina Ciências estava entre suas “matérias preferidas”, mas que, de repente, perdeu-se o encanto, tornando-se simples memorização de símbolos e fórmulas desconhecidas, de conceitos e “regrinhas” que, muitas vezes, prestam-se tão somente à resolução das provas escolares. Esse cenário que nos é apresentado mostra que temos muito por fazer para alcançarmos o que recomendam os PCN.

Esse crescente descontentamento dos alunos com a abordagem da disciplina Ciências talvez seja decorrente do nível de abstração dos conteúdos elencados ou, mais possivelmente, pela descontextualização com que são desenvolvidos. Não nos surpreende, portanto, que muitos estudantes já entrem desmotivados no Ensino Médio e com aversão às disciplinas Química e Física.

Nessa perspectiva, propomos esse módulo didático buscando auxiliar os alunos a perceber o estudo das Ciências como importante ferramenta para o desenvolvimento de habilidades e competências. Intencionou-se, com isso, desenvolver o posicionamento crítico e ético dos estudantes diante da necessidade de mobilização dos conhecimentos (CHALMER, 2010; MUELLER, 2011). Concomitantemente, pretendemos desenvolver a habilidade de questionar as alternativas propostas pela Ciência para resolução de problemas socioambientais, econômicos e técnicos. Como afirma Driver *et alii* (1999):

Aprender ciências não é uma questão de simplesmente ampliar o conhecimento dos jovens sobre os fenômenos - uma prática talvez denominada mais apropriadamente como estudo da natureza - nem de desenvolver ou organizar o raciocínio do senso comum dos jovens. Aprender ciências requer mais do que desafiar as idéias anteriores dos alunos mediante eventos discrepantes. Aprender ciências envolve a introdução das crianças e adolescentes a uma forma diferente de pensar sobre o mundo natural e de explicá-lo; é tornar-se socializado, em maior ou menor grau, nas práticas da comunidade científica, com seus objetivos específicos, suas maneiras de ver o mundo e suas formas de dar suporte às assertivas do conhecimento. Antes que isso possa acontecer, no entanto, *os indivíduos precisam engajar-se em um processo pessoal de construção e atribuição de significados.* (p. 36 – grifo nosso).

Considerando o exposto, surgiu-nos a temática “doces e guloseimas”, vez que por meio dela é possível promover a compreensão de conceitos relevantes de Ciências aos alunos do 9º Ano, com fulcro nas orientações dos PCN (BRASIL, 1998a), perpassadas por conhecimentos de outras áreas. Por meio dessa temática, despertamos os alunos para as relações que se devem estabelecer entre o conhecimento científico, o contexto em que estão imersos, o bem estar físico, enfocando-se os cuidados com a alimentação, principalmente no que diz respeito a ingestão de doces.

Acreditamos que a abordagem contextualizada de conteúdos por meio do tema social “doces e guloseimas” pode fomentar nos alunos o desenvolvimento de habilidades e competências (BRASIL, 2011) esperadas para esse nível de ensino. Afinal, os doces são alimentos que além de despertar grande interesse dos nossos alunos e de uma legião de pessoas, independente da faixa etária, também trazem uma composição nutricional que nos possibilita elaborar ricas aulas de Ciências, bem como discutir uma temática controversa no mundo dos jovens, a beleza a qualquer preço. A contextualização é um recurso pedagógico capaz de tornar a aprendizagem significativa ao associá-la com experiências próximas ao cotidiano do aluno. Significa tirar o aprendiz da condição de passividade, como na “educação bancária”, e torná-lo co-autor de sua aprendizagem, tendo como auxílio as competências cognitivas já adquiridas na sua vida, social e cultural (FREIRE, 1996, p.25).

Para efetivar tal proposta lançamos mão de atividades experimentais demonstrativa-investigativa, que para Silva, Machado e Tunes (2010) deve-se integrar ao processo de ensino de uma forma que valorize a reflexão.

Segundo Hodson (1994), as atividades experimentais não se limitam à aula de laboratório, mas a todo método de aprendizagem em que o aprendiz não é passivo, isto é, o ato de aprender exige participação do aluno. Nesse sentido, o trabalho prático não envolve necessariamente atividades de laboratório. Ela pode se dar de várias maneiras, tais como: aulas expositivas, seminários e a própria realização de experimentação demonstrativa-investigativa em laboratório ou em computadores na sala de informática (SILVA et alii, 2010).

Esperamos, prezado colega, que você tenha tanto prazer na busca por caminhos para promover a compreensão da Ciência por seus alunos, em especial dos conhecimentos sobre doces e guloseimas, quanto em saborear algumas dessas delícias.

Capítulo 1





Você já almoçou? Acabou de jantar? Não comeu nada há algumas horas? Bem, se eu lhe oferecesse, independente do horário, uma fatia de bolo, um delicioso brigadeiro de colher ou, quem sabe, uma simples bala, você aceitaria?



Provavelmente sim, não é mesmo?!



Calma, não sou vidente, nem o estou vendo agora; mas você, como a maioria das pessoas, certamente aprecia um docinho após o almoço, após o jantar ou entre as refeições. E, afinal, quem nunca ficou com aquela vontade irresistível de comer um doce?

O doce está presente em diversas situações do nosso cotidiano. Está associado a tradições culturais com os ovos de chocolate na Páscoa, nas festas juninas e em tantas outras situações especiais, como nas festas de aniversário, natal, dia das mães. Mas também é desejado em situações diversas, como assistindo a um filme, nos picolés, nas sobremesas, na famosa TPM feminina... Enfim, os doces, definitivamente, fazem parte da nossa vida.

Mas de onde vem o doce de todas essas gostosuras que acabamos de citar?

Para responder a essa pergunta e sabendo que nem todos conhecem todas as etapas do beneficiamento do açúcar e os materiais delas originados, propomos uma atividade experimental demonstrativa-investigativa. Vamos a ela?!

ROTEIRO DE PLANO DE AULA EXPERIMENTAL

1. Tema

Processo de obtenção do açúcar

2. Subtema

Métodos de separação de materiais

3. Conceitos que o professor deseja enfatizar

Conceito de Materiais e substâncias

Métodos de separação de materiais

Transformações físicas e químicas

4. Título do experimento (sob a forma de uma pergunta inicial a ser respondida após a realização e discussão do experimento)

De onde vem o sabor doce de um pirulito?

5. Materiais

Bala ou pirulito

Cana de açúcar

Caldo de cana

Rapadura

Açúcar mascavo

Açúcar cristal

Açúcar refinado

Sacarose



Foto: Fabiana Urani

6. Procedimento

✓ Oferecer a bala ou o pirulito para os alunos e, concomitantemente, perguntar "De onde vem o sabor doce desse pirulito?". Esperar as respostas dos alunos e discutir com eles sobre a origem do açúcar.

✓ Apresentar os materiais: cana de açúcar, caldo de cana, rapadura, açúcar mascavo, açúcar cristal, açúcar refinado e, por fim, a substância sacarose. Solicitar dos alunos possíveis explicações para os processos envolvidos na purificação do açúcar até se chegar à sacarose. Discutir a presença de substâncias que são

responsáveis pela cor e gosto característicos do açúcar mascavo, que são extraídos durante transformações físicas e químicas.

Inserir nesse diálogo questões que instiguem os alunos a pensar e a se apropriar da linguagem da ciência, para que, aos poucos, incorporem-nas em seus discursos. Nesse contexto, cabem inserir os conceitos de substância, material, métodos físicos e químicos. Tudo isso deve ser sistematicamente relacionado ao doce sabor do pirulito, que foi a pergunta que iniciou o processo de investigação.

7. Observação macroscópica

Observar que da cana se extraiu o caldo, que se transformou em um material sólido de cor marrom claro e o qual chamamos de rapadura. Esse sólido foi triturado e obteve-se o açúcar mascavo, que tem gosto e cor semelhante à rapadura. Esse sólido transformou-se, perdendo a cor, o cheiro e a textura. O sólido branco tinha aparência de pequenos cristais brancos. Segundo o que se pode ler no rótulo, o açúcar tem impurezas. Por fim, o sólido apresentado, a sacarose, tinha cor branca e aspecto ligeiramente diferente dos cristais.

8. Interpretação microscópica

Mesmo que a atividade experimental não envolva transformações físicas e químicas, o professor deve discutir, de forma sucinta, que estão envolvidos processos de separação física da matéria, como: esmagamento, peneiramento, decantação, concentração por aquecimento e cristalização. Do mesmo modo, estão envolvidos processos químicos para refinar o paladar e clarear o açúcar. Para se chegar à substância sacarose, que tem como constituinte a molécula $C_{12}H_{22}O_{11}$, são adicionadas outras substâncias ao processo.

Cabe ao professor conhecer esses processos de forma mais aprofundada para conseguir conduzir a atividade de forma questionadora, fazendo as perguntas certas para mobilizar os alunos. Por isso, abaixo foi feita uma descrição mais detalhada sobre o processo de extração e beneficiamento do açúcar.

I. A cana é esmagada para retirada do caldo. Depois, o bagaço é lavado para diluir a sacarose remanescente na cana. Em seguida, o caldo é peneirado para retirada de impurezas grossas.

II. O produto passa para tanques de decantação, onde serão separadas as impurezas, restando o caldo límpido, levemente amarelado.

III. O caldo é tratado quimicamente para eliminar substâncias em suspensão. Segundo a literatura, cinco são os métodos usados no processo de clarificação do caldo de cana, sendo eles:

a. Adição de cal virgem (CaO), o que tornará o pH do meio em torno de 7,2 a 7,8.

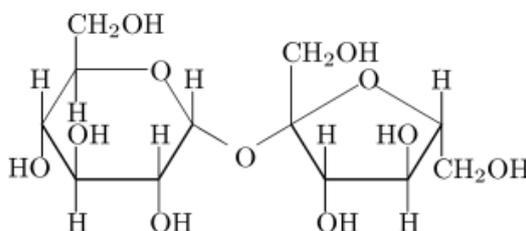
- b. Adição de anidrido sulfuroso (SO_2) para reduzir o pH.
- c. Adição de anidrido do ácido fosfórico (P_2O_5) para auxiliar na remoção de materiais corantes e parte dos coloides do caldo;
- d. Adição do gás carbônico (CO_2) para retirar substâncias coloridas e as gomas;
- e. Adição de óxido de magnésio, que, sob aquecimento, favorece a formação de precipitados que promovem a remoção das demais impurezas.

IV. O produto desse processo químico é aquecido para evaporar parte da água e elevar a concentração de sacarose. Quando uma determinada concentração for alcançada são adicionados microcristais, preparados em laboratório, servindo como gérmen de cristalização¹.

V. Os cristais de açúcar são separados do líquido (mel) por centrifugação. Por fim, a umidade deles é retirada por evaporação, e eles são resfriados até a temperatura de ensaque.

9. Expressão representacional (quando houver a necessidade, refletindo a explicação microscópica)

Molécula da sacarose constituída de átomos de carbono, oxigênio e hidrogênio ligados entre si num arranjo característico.



10. Fechamento da aula:

c) Resposta à pergunta inicial:

De onde vem o sabor doce de um pirulito?

O doce sabor do pirulito é consequência da presença da substância sacarose, extraída por métodos físicos e químicos do caldo de cana, um material. A substância sacarose representa 99,8% do açúcar que consumimos. Por isso, é perfeitamente

¹ No caso do açúcar, o processo de formação de cristais ou cristalização é artificial. Ele ocorre em duas etapas, à primeira delas é a nucleação e a segunda o crescimento de cristais. Na nucleação, as moléculas do soluto dispersas no solvente formam um aglomerado ao redor dos cristais adicionados, arranjando-se periodicamente em estruturas cristalinas. O crescimento de cristais continua a ocorrer somente enquanto houver supersaturação da solução. Os cristais de açúcar formados têm tamanhos e formas diferentes; mas, no Brasil, o padrão médio é de 0,8 a 0,9 mm.

aceitável que os alunos respondam açúcar. No entanto, eles devem saber diferenciar o material açúcar da substância sacarose.

b) Interface Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente:

É inegável que a atividade de produção do açúcar gera emprego e riquezas para o Brasil. No entanto, diversos assuntos podem ser discutidos sobre essa temática, visto que ao beneficiamento da cana e refino do açúcar estão associados diversos problemas, como: trabalho infantil; exploração de mão de obra; segurança e saúde dos trabalhadores da cana; relação entre a produção do alimento (açúcar) e do combustível (álcool); problemas ambientais como desmatamento, produção de resíduos poluentes (vinhoto), uso de agrotóxicos; elevada demanda de água e energia.

Curiosidade

É frequente ouvir que o açúcar mascavo é mais saudável porque tem maior teor de substâncias naturais. É verdade que ele apresenta diversos minerais, mas nada que você também não possa obter em dezenas de outros alimentos. Aliás, para satisfazer sua necessidade diária de minerais, você teria de comer quantidades nada saudáveis de açúcar mascavo.



Agora que finalizamos o experimento, que tal conhecer um pouco mais sobre esse material tão doce?

Por muito tempo a alimentação de nossos antepassados contava apenas com o adocicado do mel, frutas e vegetais. Não se sabe ao certo quem primeiro produziu o açúcar a partir da cana de açúcar. Alguns relatos falam que os indianos, por volta de 510 a.C., extraíram o açúcar bruto do suco da cana. A palavra açúcar tem origem no sânscrito, uma das 23 línguas oficiais da Índia, e quer dizer grão.



Portinari



Botica

No século XVII, o açúcar era considerado produto de luxo, caro como as joias e, por isso mesmo, consumido somente pelos nobres. Somente no século XVIII, começa a alcançar as mesas de um número maior de pessoas.

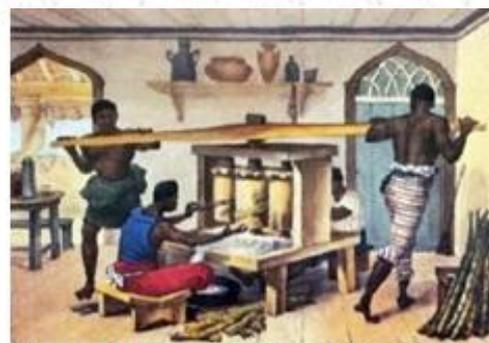
O cultivo da cana de açúcar no Brasil iniciou-se quando São Tomé presenteou Pedro

Álvares Cabral com as primeiras mudas de cana. Como o solo e o clima da região favoreciam seu plantio, o sucesso foi evidente e, aproximadamente em 1530, os portugueses duplicaram as plantações canavieiras no país, colocando o Brasil como um grande exportador desse produto para a Europa.

A mão de obra utilizada era a escrava e, de início, a indígena. Apesar da cana não ter sido o único produto que se assentou no trabalho escravo, provavelmente foi o mais importante.

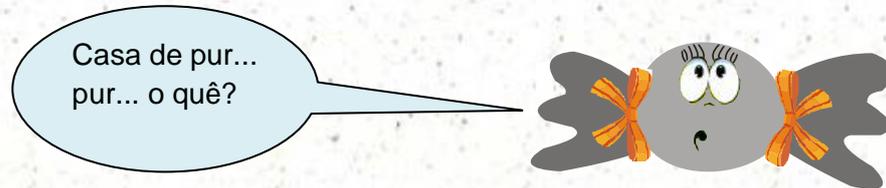
No início, a produção de açúcar era reduzida, e ele era vendido apenas em boticas,

pesado em porções definidas. Nessa época, era muito utilizado na medicina para disfarçar o gosto amargo e nauseante dos remédios. Por volta de 1545, o Brasil já possuía, aproximadamente, 25 engenhos espalhados de Pernambuco a São Vicente.



Engenho de Açúcar (Debret)

Os engenhos eram instalações que continham equipamentos como a moenda (onde a cana é exprimida) e a caldeira, que fornece o calor necessário à purificação do caldo; além da casa de purgar, local em que se conclui a purificação.



Assim como a moenda e a casa das caldeiras, a casa de purgar era um local nos engenhos, destinado ao refino e purificação do açúcar.

O açúcar passou a ser utilizado como conservante de frutas (compotas e geleias), como adoçante de massas e no preparo de guloseimas adocicadas. Logo, devido a hábitos desenvolvidos ao longo dos tempos, passou de luxo para um artigo de necessidade, aumentando enormemente seu consumo.

As compotas e geleias de frutas foram inicialmente desenvolvidas com o objetivo de conservar os alimentos por mais tempo, de modo que estivessem disponíveis para o consumo durante o ano inteiro, e não apenas na época da respectiva colheita.

Os doces e geleias conservam-se bem durante muito tempo, porque qualquer bactéria que entre nesse ambiente de alta concentração em açúcares (até 60-65%) morre rapidamente por desidratação – a água do citoplasma passa muito rapidamente para o exterior da parede celular por osmose. O princípio é o mesmo no processo de conservação por salga ou salmoura de peixes (bacalhau), carnes (porco), vegetais (chucrute).



Produção mundial de açúcar 2004/2005

Quando uma fruta que contém determinado teor de açúcar é colocada em contato com uma solução concentrada de açúcar (a calda), há um movimento espontâneo de água e açúcar entre os dois meios numa tentativa de igualar as concentrações.

A água movimenta-se da fruta para a calda de açúcar, e as moléculas de açúcar movimentam-se da calda para o interior da fruta.

A fruta, perdendo água, adquire uma consistência mais firme e, incorporando açúcar, adquire um sabor mais doce que o da fruta fresca. Essa mudança de concentração faz com que as reações de decomposição demorem mais para ocorrer.

Em países tropicais como o Brasil, onde a temperatura e a umidade facilitam a proliferação de bactérias, para impedir que um alimento se estrague rapidamente, são utilizadas técnicas como a adição de sal ou açúcar ao alimento.

Entre 1900 e 1964, a produção mundial de açúcar cresceu 700%. Hoje, o maior produtor mundial de açúcar é o Brasil, seguido da União Europeia, Índia e China, conforme se pode verificar no gráfico ao lado.

O açúcar tornou-se um alimento comum à dieta de todos os países, constituindo importante fonte de energia. Quando pensamos em doce, imediatamente pensamos em açúcar. Sabemos, no entanto, que a palavra açúcar não designa uma única substância, é um termo genérico para toda uma família de compostos químicos naturais que, com os amidos, pertencem à família dos carboidratos.



De onde veio o nome carboidrato? Fonte de energia?! O açúcar é uma fonte de energia para o nosso corpo?

O nome carboidrato surgiu no século XVIII, quando se notou que suas fórmulas químicas podiam ser escritas como se fossem feitas de átomos de carbono (C), mais um determinado número de moléculas de água (H_2O). Daí o nome carboidrato, ou “carbono hidratado”. Atualmente sabemos que essa fórmula tão simples não é verdadeira para todos os carboidratos, mas ficamos com o nome. O nome atual é glicídio.

As plantas fabricam e armazenam carboidratos por meio da fotossíntese. Já os seres humanos metabolizam os carboidratos, transformando-os em glicose. Cada uma de nossas células necessita de energia para sobreviver. Essa energia é obtida por meio de reações químicas envolvendo a glicose, com a participação do gás oxigênio.

Este processo é chamado de respiração celular e é constituído por uma série de reações que pode ser resumida assim:



É importante ressaltar que quando se fala em energia, pensamos normalmente na utilização de carboidratos. Na realidade, o organismo também pode usar lipídios, e até proteínas, para conseguir a energia de que necessita.

Esse açúcar que nos fornece energia para andar, falar, estudar e tantas outras coisas é puro?



Não, o açúcar que consumimos para adoçar nossos alimentos não é puro, por isso dizemos que ele é um material. O termo puro em Química significa uma só substância. Portanto, se o açúcar de mesa é um **material**, isso significa que possui **duas ou mais substâncias**.

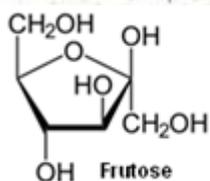


Então, quer dizer que aquele sólido branquinho tem mais de uma substância?

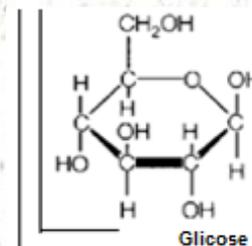


Na verdade, a substância majoritária do açúcar refinado é a sacarose (99,8%), os outros 0,2% são de outras substâncias consideradas impurezas (alguns sais minerais e aminoácidos), que resistem às várias etapas de refino.

A molécula de sacarose é constituída de átomos de carbono, oxigênio e hidrogênio ligados entre si num arranjo característico. Na realidade, se diz que o



constituente da sacarose é sua molécula, e esta lhe dá singularidade. Portanto, há um erro conceitual quando se diz que a sacarose é uma junção de glicose e frutose. O que ocorre de fato é que a sacarose no



nosso organismo é transformada em duas outras substâncias glicose e frutose.

Há vários tipos de açúcar no mercado e o que os diferencia é o processo pelo qual cada um passa, mudando seu gosto e sua cor.

- **Açúcar cristal** – Apresenta cristais grandes, que se dissolvem mais lentamente em água. Passa apenas por etapas de refinamento.
- **Açúcar refinado** – Apresenta cor branca e cristais finos, com dissolução rápida, utilizado no consumo doméstico. No refino, utilizam-se aditivos químicos, como enxofre ou ozônio, para torna- lo branco. Contém cerca de 99,8% de sacarose.
- **Açúcar mascavo** – É o açúcar quase bruto, não passa por processo de refinamento, mantendo as vitaminas e sais minerais, de cor marrom e sabor parecido com o da rapadura. Apresenta cerca de 90% de sacarose.
- **Açúcar demerara** - É um tipo de açúcar cristal, contudo mais escuro, porque não passa por processo de branqueamento e recebe um refino leve (descrito no roteiro do 1º plano de aula experimental). Seus grãos são marrom-claros devido à camada de melado que envolve seus cristais.
- **Açúcar invertido** – É um xarope feito a partir de sacarose, quando submetida ao aquecimento na presença de uma substância ácida (suco de limão ou ácido acético-presente em diversas frutas e no vinagre). Esta reação química provoca a quebra da sacarose em glicose e frutose, que também são carboidratos de sabor doce. Essa técnica é utilizada pela indústria alimentícia para a fabricação de balas, doces e sorvetes, para evitar que a açúcar comum cristalize e dê ao produto final uma desagradável consistência arenosa.

Em 100 gramas de açúcar, encontramos:

Compostos Contendo	Refinado		Mascavo e Demerara
	Energia	387 Kcal	376Kcal
	Carboidratos	99,9 g	97,3 g
	Vitamina B1	0 mg	0,01 mg
	Vitamina B2	0,02 mg	0,01 mg
	Vitamina B6	0 mg	0,03 mg
	Cálcio	1,0 mg	85 mg
	Magnésio	0 mg	29 mg
	Cobre	0,04 mg	0,3 mg
	Fósforo	2 mg	22 mg
	Potássio	2 mg	346 mg
Proteína	n/d	n/d	

Comparação das composições de alguns tipos de açúcar.

Agora que sabemos que o açúcar no nosso açucareiro não designa uma única substância - é um termo genérico para designar aqueles materiais que contêm a substância sacarose - é hora de começarmos nossa refeição científica, identificando onde os açúcares se inserem no esquema dos carboidratos.



Mais Leitura

- CHEMELLO, E. A Química na cozinha apresenta: o açúcar. Revista Eletrônica Zoom da Editora Cia. da Escola. São Paulo, Ano 6, n. 4, 2005. Disponível em: www.ciadaescola.com.br/zoom/materiais_asp?materia=291. Acessado em: 6 nov. 2012.
- OETTERER, M. Mono e Dissacarídeos: - Propriedades dos Açúcares. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/departamentos/lan/pdf/Mono%20e%20Dissacarideos%20-%20Propriedades%20dos%20Acucares.pdf>. Acessado em: 6 nov. 2012.
- SOUSA, R. Engenho de Açúcar - Site Brasil Escola. Disponível em: <http://www.brasilecola.com/historiab/engenho-acucar.htm>. Acessado em: 05 de fev. 2013.
- Vídeo "Usina virtual", disponível: <http://souagro.com.br/como-funciona-uma-usina-de-cana-de-acucar>. Acessado em maio, 2013.
- Vídeo: "De onde vem o açúcar?" Disponível em: http://tvescola.mec.gov.br/index.php?option=com_zoo&view=item&item_id=2407.

Capítulo 2





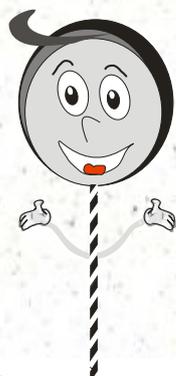
Talvez você nunca tenha imaginado que naquele simples punhadinho de açúcar usado para adoçar seus sucos, cafezinhos e tantas outras coisas existisse tanta relação com a Química! Não é mesmo?!

A Química, e seu estudo, não se limita às pesquisas de laboratório e à produção industrial. Ao contrário, ela está presente na nossa vida cotidiana das mais variadas formas e é parte importante dela, podendo explicar muitos fenômenos que presenciamos diariamente. Assim é que quando misturamos ingredientes nada interessantes e, de repente, obtemos um doce para lá de saboroso, estamos lançando mão de princípios, conceito e reações químicas.

Sei que sobremesas, como chocolate, torta de maçã têm relação com açúcares. Mas e a salada de frutas? Qual a relação dessas delícias com a química?



Vamos esclarecer...



Sabemos que o açúcar branquinho contém a substância sacarose, porém há outros tipos de carboidratos além da sacarose; sobre os quais vamos falar um pouco mais nas próximas linhas.



Pois bem, agora feche os olhos e pense numa porção de sobremesas bem gostosas, como as que citei há pouco, a salada de frutas, o chocolate, a torta de maçã. Será que todas essas gostosuras apresentam o mesmo tipo de açúcar?

A salada de frutas tem o mais simples dos carboidratos, chamado de frutose. A frutose é um monossacarídeo e, por isso, pode ser imediatamente absorvido pelo nosso corpo/organismo. Ela é encontrada naturalmente nas frutas doces.

Já uma barra de chocolate apresenta dois tipos de carboidratos: a lactose (carboidrato existente no leite) e a sacarose (açúcar comum), além de outros nutrientes. Esses dois carboidratos são denominados dissacarídeos e só são aproveitados pelo nosso organismo como fonte de energia após serem transformados em monossacarídeos. Para essa transformação ocorrer é preciso a existência de enzimas em nosso corpo. Por falar sobre isso, existem pessoas que não conseguem digerir a lactose pela falta da enzima lactase. Essas pessoas são intolerantes ao leite, pois, sem a ação da enzima, a lactose não pode ser digerida, ou seja, transformada em glicose e galactose.

A deliciosa torta de maçã começa pelo preparo da massa, cujo ingrediente principal é a farinha, a qual apresenta um tipo de carboidrato em sua constituição: o amido. Esse carboidrato é formado pela união de várias glicoses, formando uma molécula imensa. Por isso, ele é classificado como um polissacarídeo (poli = muitos e sacarídeos = açúcar).

Pelo que dissemos acima, você acha que nosso organismo absorve o amido assim que consumimos?



Alimentos como ervilhas, feijão, grãos e batatas contêm tanto amido quanto celulose. A celulose não é digerível pelos seres humanos (só os cupins conseguem digeri-la), mas é importante na nossa dieta, como fibra, pois estimulam os movimentos involuntários do tubo digestório evitando a prisão de ventre (as fezes levam mais tempo para percorrer o intestino e tornam-se secas e endurecidas). Os amidos são nossa principal fonte de energia, porque são aos poucos quebrados em centenas de moléculas de glicose.

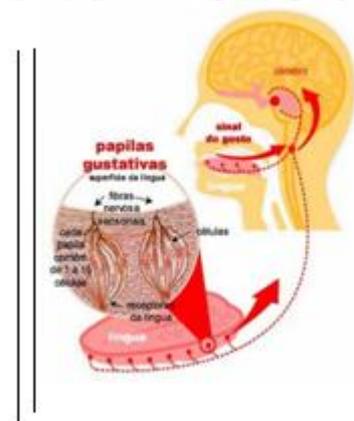
Veja o quadro a seguir sobre os carboidratos e suas fontes naturais.

	Carboidratos	Monossacarídeos formados na digestão	Fontes naturais
Dissacarídeo	Sacarose	Glicose + Frutose	Abundante na cana de açúcar e na beterraba. Tem função energética.
	Lactose	Glicose + Galactose	Encontrada no leite. Também tem função energética.
	Maltose	Glicose + Glicose	Encontrada em alguns vegetais, provém também da digestão do amido pelos animais. Tem função energética.
Trissacarídeo		Glicose + Frutose + Galactose	Encontrada principalmente nas leguminosas, não é digerida pelos seres humanos. Também tem função energética.

Dos nossos cinco sentidos, apenas o olfato e paladar têm uma natureza puramente química, ou seja, conseguem detectar moléculas químicas.

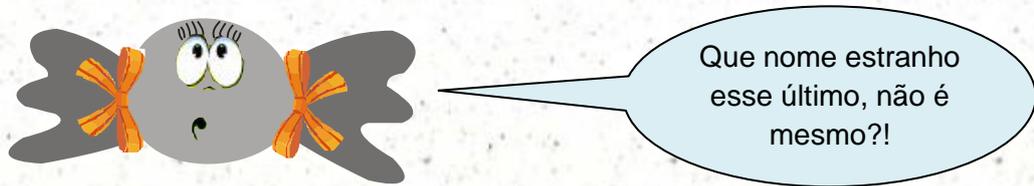
Vocês já ouviram a expressão “comer com os olhos”? Ela quer dizer que basta olhar para um doce, para começar a salivar e ficar com vontade de devorá-lo. Mas é só quando levamos o doce à boca que o nosso organismo inicia o reconhecimento do sabor do alimento, isso porque em nossa língua existem saliências conhecidas como receptores químicos.

A gustação é um dos nossos cinco sentidos. Vocês devem conhecer esse sentido como paladar. Pois bem, em nossa língua há saliências que nos permitem diferenciar a presença de diferentes substâncias nos alimentos, mas essas saliências também se encontram no palato rígido (a parte frontal e



Esquema geral explicando o sentido do paladar

cheia de ossos do céu da boca, a “capainha” logo antes da garganta). Nós humanos somos capazes de reconhecer cinco tipos de gostos, são eles: ácido, amargo, doce, salgado e umami.



Umami é uma palavra, de origem japonesa, e significa delicioso, saboroso. Ele está associado ao MSG (monossódio glutamato) e a outros compostos do ácido glutâmico, um dos aminoácidos comuns que constituem os blocos de construção das proteínas. Ele é um gosto agradável, associado a alimentos ricos em proteínas, como queijo e carne.

Os receptores gustativos são estruturas celulares também chamadas de papilas gustativas. Nas papilas, as células mais superficiais compõem os botões gustativos. Eles são desgastados e repostos ao longo de nossa vida, mas com a idade o número deles diminui. Deve ser por isso que dizem que mudamos o paladar ao longo da vida. Isso também significa que um bebê tem mais botões do que uma pessoa idosa.

Não podemos esquecer que outro sentido é muito importante para que possamos perceber os sabores dos alimentos, o olfato. Os receptores olfativos são excitados por substâncias químicas do ar. Os centros do olfato e do paladar no cérebro combinam a informação sensorial da língua e do nariz. Dessa forma, quando estamos gripados com o nariz obstruído não conseguimos sentir o gosto dos alimentos. Na verdade, calcula-se que o olfato contribua com 80% do sabor. De fato, como muitas espécies animais, é o cheiro que nos atrai para a comida, e é o paladar que nos ajuda a encontrar alimentos comestíveis e apetitosos.

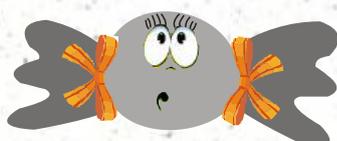
Antigamente, acreditava-se que cada parte da língua era responsável por determinar um sabor; hoje, porém, já não se acredita que cada tipo de papila gustativa responda exclusivamente a um único estímulo, mas responda também, num grau menor, a outros.

Desse modo o mapa da língua é uma simplificação que mostra apenas as regiões em que a língua é mais sensível aos gostos primários. O gosto que realmente sentimos vem do conjunto de estímulos vindos de todas as papilas gustativas.

É importante entender que, para sentirmos os sabores, as substâncias devem estar dissolvidas na água. Se nossa língua estiver totalmente seca e colocarmos açúcar sobre ela, não perceberemos gosto algum. No entanto, se ela estiver molhada com saliva, notaremos o sabor doce.



Mapa da língua especificando as regiões em que a língua é mais sensível aos quatro principais sabores.



E quanto às pessoas que não podem ingerir açúcar ???

Para a felicidade das pessoas que não podem ingerir açúcar, devido à doença conhecida como diabetes, existe um grande número de substâncias que não são carboidratos, mas apresentam o sabor doce, são os adoçantes sintéticos ou edulcorantes.

A propósito, vamos conhecer um pouco sobre esses adoçantes sintéticos. A produção dessas substâncias só foi possível após sabermos como distinguir os sabores.

Indubitavelmente, um dos grandes prazeres que temos é o de sentir os diferentes sabores que os muitos tipos de alimentos podem nos proporcionar. Provavelmente, para a maioria das pessoas o sabor doce é o mais prazeroso e mais evidente, devido às sensações agradáveis que nos causa.

Pensando dessa forma, a síntese de adoçantes torna-se bastante importante.

Para sentirmos o sabor, é necessário algo que estimule os receptores gustativos presentes na língua. Moléculas que são sentidas como doces ou amargas possuem a propriedade de fazer interações com os receptores localizados nos botões gustativos. O estímulo dos receptores por essas interações causa o envio de uma mensagem ao cérebro, que “interpreta” o sabor.

Na teoria química do sabor, um composto para evocar o sabor precisa possuir uma espécie genérica (AH, B). Essa espécie genérica é chamada de glucóforo, e é conhecido como o agrupamento responsável pelo sabor doce.

Encontram-se, na literatura, autores que dizem que o sabor doce ocorre devido às interações intermoleculares que ocorrem entre o componente de sabor doce e o

sítio receptor do sabor na molécula, isto é, o sistema AH,B, em que A e B são átomos que guardam uma disposição geométrica particular. A distância entre as unidades AH e B varia entre 2,5 a 4,0 Å, sendo que para a molécula de sabor doce, o comprimento da distância “a” entre AH e B e entre B e HA devem ser iguais, vide figura abaixo. Qualquer modificação nesta distância pode fazer com que o sabor seja alterado de doce para amargo, ou fique sem sabor.

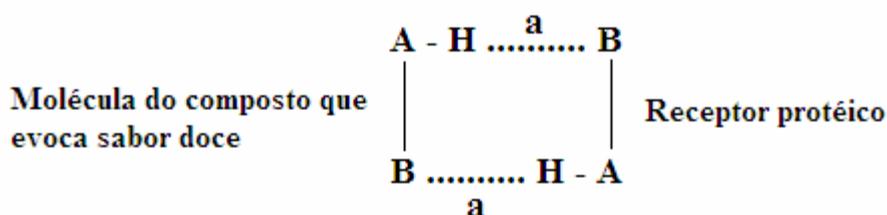
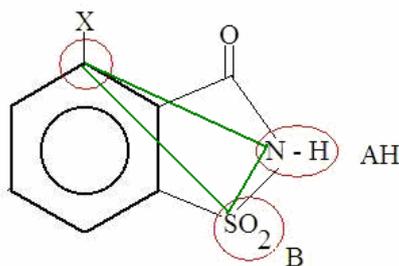


Figura - Representação da interação entre os grupos AH, B do receptor e do composto que evoca sabor doce.

Quando falamos de adoçantes como a sacarina, não apenas interações estabelecidas pelo adoçante e pelo receptor são responsáveis pela intensidade do sabor doce, mas a natureza da interação da molécula toda. Além dos grupos AH e B, há um outro grupo que, quando substituído ou retirado, faz a molécula mudar de sabor e é responsável pelo alto poder edulcorante da sacarina e dos outros adoçantes.

Esse grupo, representado pela letra X, está localizado num ponto particular da molécula, no mesmo plano dos sítios N-H(AH), SO₂(B), formando um triângulo escaleno, chamado de triângulo da doçura.



Estrutura do triângulo da doçura formado pelos sítios AH, B e X da molécula de sacarina

O arranjo espacial da molécula influi no seu sabor, pois para que a molécula seja doce, o grupo X deve estar localizado no mesmo plano dos grupos AH e B. Além disso, a distância entre os grupos X, B e AH deve estar entre determinados valores, caso contrário o sabor percebido será o amargo.

Então, por meio do conhecimento do triângulo da doçura e das interações nos receptores gustativos foi possível explicar por que determinados compostos são doces, e a partir daí criar os adoçantes sintéticos.



Você já deve saber que existe pessoas que não podem consumir açúcar. Mas você sabe o porquê? Entende o que é a Diabetes?

O pâncreas produz a insulina (hormônio) responsável pela manutenção do metabolismo da glicose. Esse hormônio atua na membrana plasmática das células facilitando o transporte de glicose do meio extracelular para o intracelular e, assim, diminuindo a taxa de glicose no sangue (glicemia). A falta desse hormônio provoca déficit na metabolização da glicose e, conseqüentemente, diabetes que se caracteriza por altas taxas de açúcar no sangue (hiperglicemia) de forma permanente.

Diabetes é, portanto a elevação da glicose no sangue (hiperglicemia). Ela pode se manifestar de três tipos: diabetes tipo 1, diabetes tipo 2 e diabetes gestacional.

Tipo 1: Neste tipo de diabetes a produção de insulina do pâncreas é insuficiente, pois suas células têm o que chamamos de destruição autoimune. Os portadores de diabetes tipo 1 necessitam injeções diárias de insulina para manterem a glicose no sangue em valores normais. Há risco de vida se as doses de insulina não são dadas diariamente. O diabetes tipo 1, embora ocorra em qualquer idade, é mais comum em crianças, adolescentes ou adultos jovens.

Tipo 2: Ocorre geralmente em pessoas obesas com mais de 40 anos de idade, embora na atualidade ocorra com maior frequência em jovens, em virtude de maus hábitos alimentares, sedentarismo e estresse da vida urbana. Neste tipo de diabetes, há presença de insulina, porém sua ação é dificultada pela obesidade, o que é conhecido como resistência insulínica, uma das causas de HIPERGLICEMIA.

Diabetes Gestacional: é a diminuição da tolerância à glicose, diagnosticada pela primeira vez na gestação, podendo - ou não - persistir após o parto. Sua causa exata ainda não é conhecida.

Seja por problemas de saúde, seja por cuidados estéticos, a cada dia o açúcar está sendo substituído pelos edulcorantes, compostos com sabor semelhantes ao da

sacarose, mas com baixo valor calórico. Quando se diz que o edulcorante é sem caloria, isso só quer dizer que ele não é metabolizado pelo nosso organismo. A grande maioria dos edulcorantes é excretada.

A esse respeito, será interessante esclarecermos a verdadeira diferença entre *diet* e *light*, uma vez que há má informação a respeito.



Diet é um termo usado na maioria das vezes como sinônimo de retirada de algum nutriente (açúcar, sódio, gorduras, alguns aminoácidos...), sem implicar, no entanto, a redução das calorias. Apenas para citar um exemplo, temos o chocolate *diet*, que apresenta teor calórico próximo do chocolate normal. O chocolate *diet* é indicado para pessoas diabéticas, pois é isento (restrito) de açúcar (carboidrato). Nesse caso, o açúcar é substituído pelos adoçantes. Porém, como essa substância altera a consistência do alimento acrescenta-se mais gordura na sua composição para manter a textura habitual, o que faz com que o seu valor calórico se aproxime do chocolate normal, tornando-o não recomendado para as pessoas que desejam reduzir peso.

Dizemos que um alimento é *light* quando apresenta redução mínima de 25% em determinado nutriente ou calorias, comparado ao alimento convencional. Para que ocorra a redução de calorias, é necessário que haja a diminuição no teor de algum nutriente energético (carboidrato, gordura e proteína). A redução de um nutriente não energético, por exemplo, sódio (*sal light*), não interfere na qualidade de calorias do alimento.

São compostos utilizados para dar volume ao produto.

Os adoçantes sintéticos são constituídos basicamente por edulcorantes e **agentes de corpo**.



Os edulcorantes são substâncias responsáveis pelo sabor doce e, normalmente, possuem um poder adoçante muito superior à sacarose, sendo necessária, portanto, uma quantidade muito menor para se obter a mesma sensação de doce, com a vantagem de se ingerir muito menos calorias.

Substância	Doçura relativa à sacarose
Lactose	0,16
Galactose	0,32
Maltose	0,33
Glicose	0,74
Sacarose	1,00
Frutose	1,74
Aspartame	180
Sacarina	300
Sucralose	650

Tabela – Doçura relativa à sacarose (com valor arbitrário igual a 1) dos principais adoçantes dietéticos naturais e artificiais.

Curiosidade

Produtos à base de glúten - pão, bolo, biscoito, macarrão – são geralmente indicados para diabéticos por conterem uma quantidade menor de amido (polissacarídeo) que os similares feitos com farinha de trigo normal. A farinha de trigo contém entre 75,2% e 76,8% de carboidratos (principalmente amido), enquanto que o glúten é aproximadamente 90% de proteína, das quais as mais importantes são a gluteína e a gliadina.



Após tudo que vimos sobre produtos normais, light e *diet*, vamos “experimental”?

ROTEIRO DE PLANO DE AULA EXPERIMENTAL - Normal x Zero Açúcar

1. Tema

Densidade (massa específica)

1. Subtema

Afunda ou flutua?

2. Conceitos que o professor deseja enfatizar

Propriedades da matéria (massa, volume, densidade)

Unidades do sistema internacional (SI)

Substâncias sintéticas

3. Título do experimento (sob a forma de uma pergunta inicial a ser respondida após a realização e discussão do experimento)

O que vai acontecer com essas latinhas quando forem colocadas na água?

4. Materiais

Balança

Latinhas de refrigerantes normais

Latinhas de refrigerantes zero açúcar;

Balde transparente

Água

5. Procedimento (de forma bem sucinta)

Pesar as latinhas de refrigerantes e anotar suas respectivas massas. Encher um balde com água da torneira e colocar as latinhas de refrigerantes normais e zero açúcar fechadas. Numa segunda etapa.

7. Observação macroscópica

Após colocar as latinhas de refrigerantes, notamos que a água do balde sobe, enquanto a latinha do refrigerante normal afunda e a latinha de refrigerante zero flutua.



Fotos : Fabiana Urani

8. Interpretação microscópica

Sendo as latinhas feitas do mesmo material e tendo igual volume (350 mL) de refrigerante, a diferença do que foi observado pode ser atribuída as massas distintas de ambas. Infere-se que essa diferença de massa está relacionada à composição dos líquidos refrigerantes, isto é, em uma das bebidas foi utilizada açúcar, enquanto na outra se usou um edulcorante, o aspartame, para adoçar.

A quantidade em massa do edulcorante deve ser mínimo, já que não é informado, enquanto são usados de açúcar 39 g na lata de refrigerante normal. Isso foi constatado pela leitura das informações disponibilizadas no rótulo de ambas as latas. Essa diferença em massa acaba ocasionando a flutuação da lata de refrigerante zero açúcar em água, pois a relação massa/volume será menor do que a densidade da água.

O responsável pela maior massa na solução do refrigerante normal é o açúcar dissolvido. Um vez que o aspartame adoça 180 vezes mais que o açúcar, certamente a quantidade desse edulcorante é bem menor do que a de açúcar.

9. Fechamento da aula:

a) Resposta à pergunta inicial;

Apesar de apresentarem o mesmo volume, as latinhas têm massas diferentes, o que faz com que as suas massas específicas (densidades) também sejam diferentes.

b) Interface Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente:

Era uma vez um rei chamava Hierão, e o sábio, Arquimedes (entre 287 e 212 a.C.). Os dois viviam em Siracusa, cidade-Estado da Grécia Antiga. O rei mandou fazer uma coroa todinha de ouro, mas ouviu uns boatos de que o ourives não tinha usado

apenas ouro para fazer a coroa, e ficou desconfiado. Como posso ter certeza se a coroa é dourada como o ouro puro?

O rei consultou o filósofo para resolver o problema da coroa de uma vez por todas. Um belo dia, enquanto Arquimedes tomava um banho de banheira soluciona a questão. Emocionado ele saiu correndo pelas ruas da cidade, gritando "Eureka, Eureka!", que em grego quer dizer "Descobri, descobri!".

O que ele descobriu foi o que hoje chamamos de "Princípio de Arquimedes" (também chamado de empuxo ou impulsão). A partir dele, podemos afirmar: "um corpo imerso em um líquido irá flutuar, afundar ou ficar neutro de acordo com o peso do líquido deslocado por este corpo". Ou seja, se o peso do líquido deslocado por um objeto for maior que o peso do corpo, ele irá flutuar. Mas se o peso do objeto for superior ao peso do líquido deslocado, o corpo irá afundar. Se for igual ficará no meio do caminho, não afunda nem flutua. E Arquimedes descobriu isso quando tomava banho em sua banheira, quando percebeu que a quantidade de água que transbordava era igual em volume ao seu próprio corpo.

E assim percebeu como poderia provar a fraude do ourives. Ele observou que massas iguais de prata e de ouro faziam transbordar volumes de água diferentes (porque os dois materiais têm densidades diferentes). Então, ele mergulhou numa bacia cheia de água um bloco de ouro de massa igual à da coroa e mediu o volume de água que transbordou. Fez a mesma coisa com um bloco de prata. O volume de água que transbordou quando mergulhou o bloco de ouro era menor que o volume de água quando mergulhou o bloco de prata. Repetiu a experiência com a coroa e verificou que o volume de água que transbordou era maior que o do bloco de ouro e menor do que o do bloco de prata

Concluiu que a coroa não era de ouro puro e que o ourives a tinha feito misturando os metais. Arquimedes baseou-se no princípio de que o volume ocupado por um determinado sólido é proporcional à sua massa. Ele usou a densidade para provar que a coroa tinha sido feita com uma liga (mistura) de ouro e prata.

Curiosidade

Ratos submetidos a doses elevadas do adoçante ciclamato apresentaram alta incidência de leucemia (câncer no sangue). Os especialistas, porém, dizem que, para produzir o mesmo efeito em seres humanos, o ciclamato teria de ser consumido em doses diárias descomunais por décadas. Porém alguns apresentam substâncias contendo sódio em sua composição, o que pode aumentar a retenção de líquidos e os níveis da pressão arterial. Por isso, pacientes hipertensos devem ficar atentos aos rótulos e preferir adoçantes sem a substância.

Curiosidade

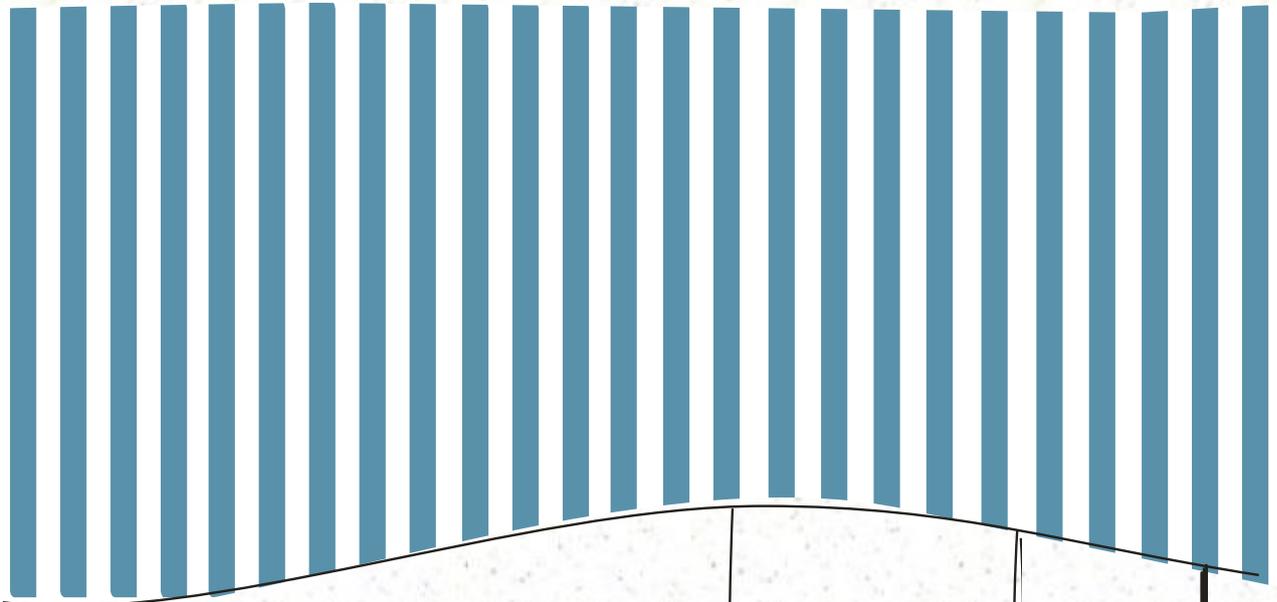
As joias de ouro que existem são, na realidade, confeccionadas a partir dos metais ouro (Au), prata (Ag) e cobre (Cu), pois ouro puro é muito macio e flexível, não resistindo aos efeitos mecânicos da pressão exercida por um aperto de mão. Portanto, para confeccionar uma joia é necessário adicionar prata e cobre. A mistura de quantidades definidas de Ag e Cu melhoram a resistência mecânica da peça e não diminuem a resistência a corrosão característica dos metais nobres como o ouro.

Quando se fala que uma joia é de ouro 18 quilates ou ouro 750, na realidade se está dizendo que 75% da peça é de ouro e 25% é de uma liga de prata e cobre. Quando a joia é mais avermelhada, tem-se maior quantidade de cobre nessa liga. Já quando ela é mais amarelada, o teor de prata é maior. A aparência das joias em ouro é mais brilhosa quando o mesmo é misturado a Ag e Cu. O ouro puro é dito 24 quilates ou ouro 1000. O quilate corresponde a um quinto de um grama.

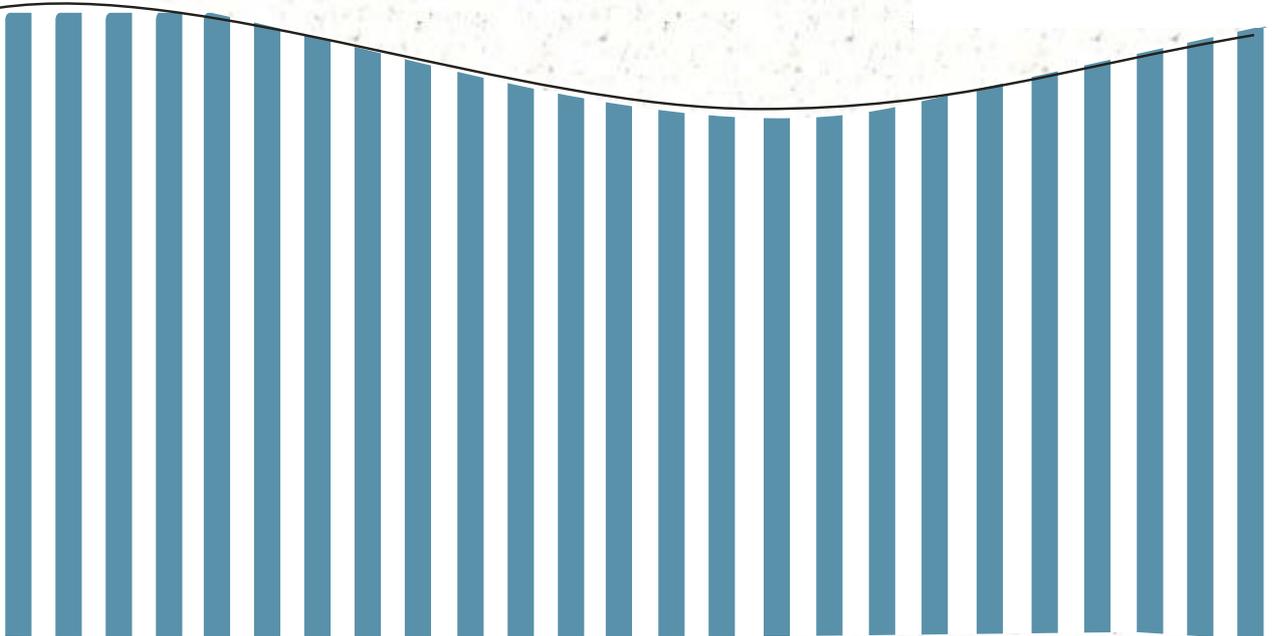


Mais Leitura

- SILVA, R. M. G; FURTADO, S, T. F. Diet ou light: Qual a diferença? Química Nova na Escola, nº 21, p. 14-16. Maio, 2005. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc21/v21a03.pdf>. Acessado em: maio de 2013.
- SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. P.; MALDANER, O. A. (Org.). Ensino de Química em Foco. Ijuí: Unijuí, 2010. p. 231-261.
- VARELLA, D. Hipertensão. Disponível em: <http://drauziovarella.com.br/hipertensao/hipertensao>> Acesso: maio, 2013.
- LOUREDO, P. Hipertensão. Brasil Escola Disponível em: <http://www.brasilecola.com/doencas/hipertensao.htm>> Acesso: maio, 2013.
- Portal São Francisco. Diabetes. Disponível em: <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/diabetes>> Acesso: maio, 2013.
- Portal Sociedade Brasileira de Diabetes. Disponível em: <http://www.diabetes.org.br>>. Acesso maio, 2013.



Capítulo 3





Abaixo, não somente a título de ilustração, segue o poema O Açúcar de Ferreira Gullar. Nossa intenção é provocar uma oportunidade para trabalhar a interdisciplinaridade com nossos alunos, além dos muros das Ciências exatas. A partir de sua análise interpretativa, podemos refletir acerca de problemas próprios da sociedade atual, como educação, qualificação profissional, inserção do trabalhador em um mercado em que o uso da tecnologia é cada vez mais intensivo; condições de trabalho no campo, trabalho escravo dentre outros. Assim, inclusive com o auxílio de professores de outras áreas do conhecimento, como a Geografia, a História e a Literatura; oportuniza-se a ampliação da visão de mundo desses alunos. Enfim, à luz desse problema e das reflexões e discussões que dele se depreendem, temos a oportunidade de desenvolver a interface CTSA, em sua dimensão sócio-econômica.

O Açúcar

O branco açúcar que adoçará meu café
nesta manhã de Ipanema
não foi produzido por mim
nem surgiu dentro do açucareiro por milagre.

Vejo-o puro
e afável ao paladar
como beijo de moça, água
na pele, flor
que se dissolve na boca. Mas este açúcar
não foi feito por mim.

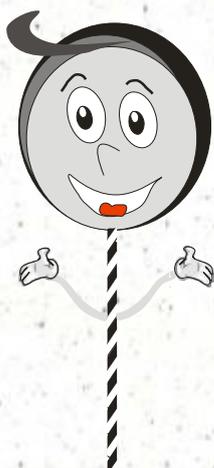
Este açúcar veio
da mercearia da esquina e tampouco o fez o Oliveira,
dono da mercearia.
Este açúcar veio
de uma usina de açúcar em Pernambuco
ou no Estado do Rio
e tampouco o fez o dono da usina.

Ferreira Gullar

Este açúcar era cana
e veio dos canaviais extensos
que não nascem por acaso
no regaço do vale.

Em lugares distantes, onde não há hospital
nem escola,
homens que não sabem ler e morrem de fome
aos 27 anos
plantaram e colheram a cana
que viraria açúcar.

Em usinas escuras,
homens de vida amarga
e dura
produziram este açúcar
branco e puro
com que adoço meu café esta manhã em Ipanema



Sabendo que o açúcar é considerado uma das especiarias que modificou o destino de vários países e continentes à medida que levou à Revolução Industrial, transformando o comércio e as culturas do mundo inteiro, não posso deixar de perguntar, você conhece um doce que é puro açúcar?

ROTEIRO DE PLANO DE AULA EXPERIMENTAL

1. Tema

Mudanças de estado

2. Subtema

Algodão doce

3. Conceitos que o professor deseja enfatizar

Transformação física;

Mudança de estado físico (fusão, solidificação)

4. Título do experimento (sob a forma de uma pergunta inicial a ser respondida após a realização e discussão do experimento)

É possível fazer um doce com um único ingrediente?

5. Materiais

Açúcar cristal;

Máquina de fazer algodão doce

Palito de churrasco

6. Procedimento (de forma bem sucinta)

Adicionar uma quantidade de açúcar cristal que encha a cavidade central da máquina e ligá-la. Passará algum tempo até que se perceba a formação dos fios de açúcar. Quando isso ocorrer, posicionar o palito na bacia próximo aos fios de açúcar e enrolá-los como um novelo.



FOTO: Fabiana Urani

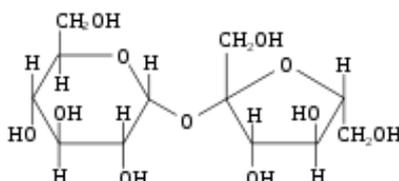
7. Observação macroscópica

Coloca-se açúcar cristal na cavidade central da máquina e depois a mesma é ligada. A parte central da máquina fica rodando em alta velocidade e, após certo tempo, formam-se no recipiente externo (bacia) fios bem finos de algodão doce, que vão se emaranhando ao redor do palito de churrasco. O doce não pode ficar exposto à umidade, pois o açúcar é higroscópico e atrai a umidade. A água pode tornar o algodão doce denso, grudento e, dependendo da quantidade, até mesmo solubilizar os fios de açúcar.

8. Interpretação microscópica

Depois de algum tempo com a máquina ligada, a temperatura da cavidade central atinge, aproximadamente, 186 °C, conhecida como temperatura de fusão da sacarose. Nesta temperatura, os cristais de açúcar passam do estado sólido para o líquido, se fundido. O açúcar líquido é arremessado abruptamente para fora da cavidade central a partir de pequenos furos, devido à força centrífuga e ao entrar em contato com o ar frio volta a se solidificar, isto é, passam do estado líquido para o sólido. Como o resfriamento é abrupto não há tempo para formar cristais, logo as moléculas se aglomeram desordenadamente e pode-se dizer que assumem uma organização semelhante não cristalina. Nesse momento, ocorre a passagem do estado líquido para o sólido, ou seja, a solidificação.

9. Expressão representacional (quando houver e necessidade refletindo a explicação microscópica)



10. Fechamento da aula:

a) Resposta à pergunta inicial;

O açúcar de mesa, que é um sólido branco cristalino, é o único ingrediente do algodão doce. O cristal do açúcar após fundir-se resfria rapidamente e solidifica-se de forma não organizada (não cristalina), modificando a maneira como suas moléculas se aproximam. O algodão doce se apresenta na forma de sólido amorfo.

b) Interface Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente:

É incerta a data de fabricação do primeiro algodão doce, porém algumas informações indicam que em 1899, John C. Wharton, um fabricante de doces, e William J. Morrison, um dentista, receberam uma incumbência para melhorar uma máquina de doces. Wharton e Morrison trabalharam juntos em Nashville, no Tennessee, para projetar uma máquina que transformasse o açúcar cristal em fios, facilitando um processo normalmente feito à mão.

Em vez de o açúcar fundir em uma panela sobre o fogo do fogão, passou a ser fundido por um equipamento de aquecimento elétrico, na base de um prato em forma de funil. Quanto era feito manualmente, o finíssimo fio de açúcar era arremessado manualmente por um garfo. Já com a máquina, que gira em elevada rotação, o xarope é arremessado através de pequenos orifícios na base central usando a força centrífuga. O xarope resfria e solidifica-se nas paredes de um recipiente (bacia) exterior ao funil central. Pela aparência quase etérea do produto final, Wharton e Morrison o apelidaram de "fios de fadas." O nome "algodão doce" só tornou-se popular após 1920.



Ainda tratando de gostosuras, não podemos deixar de falar sobre o caramelo, um doce marronzinho...Hum, delícia!

Quando falamos de escurecimento dos alimentos, devemos ressaltar que isso pode se dar de duas maneiras: enzimaticamente, com frutas e legumes quando são cortados ou descascados, e o escurecimento não enzimático, que ocorre quando certos tipos de alimentos como pães e carnes são aquecidos.

A palavra “caramelizar” é usada para o douramento de diversos tipos de alimentos, mas, no sentido restrito da palavra, caramelizar significa o douramento induzido pelo calor de um alimento que contém açúcares, mas não proteínas.

Para esse processo, não precisamos de uma máquina especial como a de algodão doce, basta aquecer o açúcar até seu ponto de fusão - conforme a literatura disponível pode variar entre 160°C e 191°C, para o açúcar com alta pureza.

Essa experiência simples pode ser feita em sala de aula utilizando matérias simples, como: vela, colher e açúcar, como ilustram as imagens abaixo.



Foto: Fabiana Urani

À medida que o açúcar é aquecido, as moléculas de sacarose são desidratadas e, polimerizadas (reações químicas que dão origem a moléculas grandes), obtendo-se diversas moléculas com estruturas e massas moleculares variadas, levemente coloridas e de gosto agradável. Se o aquecimento continuar, surgem substâncias de massas moleculares elevadas com cores mais escuras e sabor mais amargo.

Alguns dos produtos resultantes do aquecimento do açúcar - caramelo são: caramelana ($C_{12}H_{18}O_9$), produto de desidratação, e os polímeros: caramelen ($C_{36}H_{50}O_{25}$) e caramelin ($C_{96}H_{102}O_{51}$).

Comercialmente falando a primeira importância da cor do caramelo surge com as indústrias de bebidas como, cerveja e conhaque. Hoje, a caramelização é usada nas mais variadas situações, como no preparo de doces, xarope de caramelo, balas, caldas de sobremesas, pé-de-moleque, refrigerantes; entre outros.

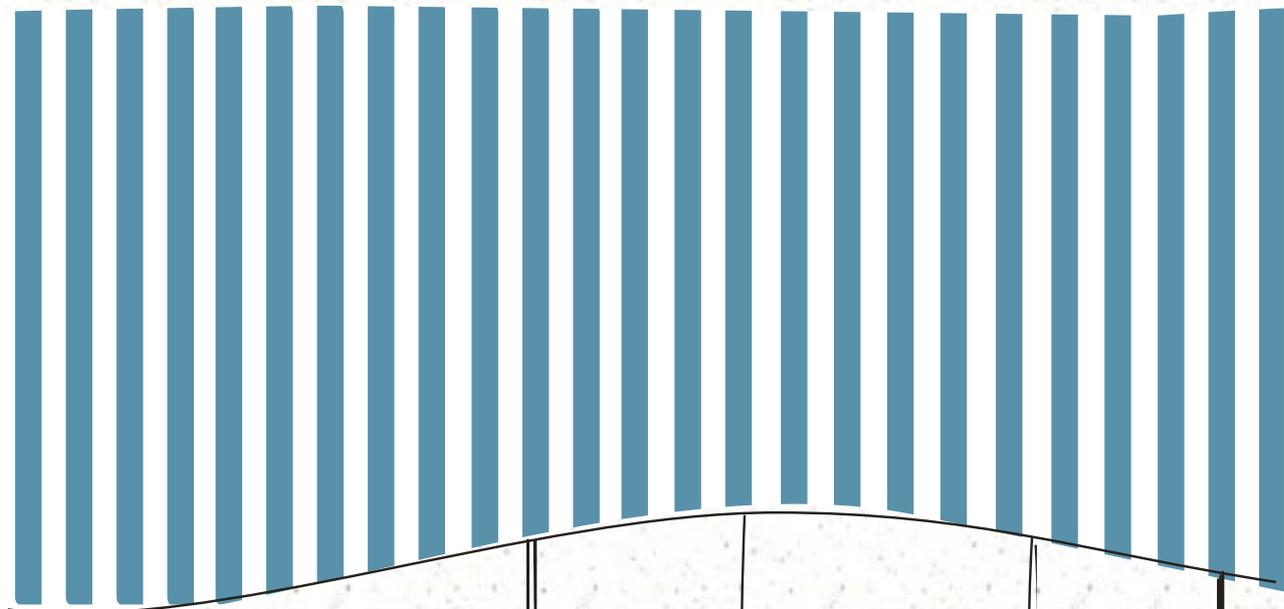
Curiosidade

Não é à toa que o açúcar transformou-se no grande vilão da balança. Os hormônios têm a sua parcela de culpa nessa história, isso porque o açúcar aumenta a taxa de serotonina, substância que promove o bem estar e desempenha um importante papel no sistema nervoso, com diversas funções como a liberação de alguns hormônios, a regulação do sono, da temperatura corporal, do apetite, do humor, da atividade motora e das funções cognitivas.

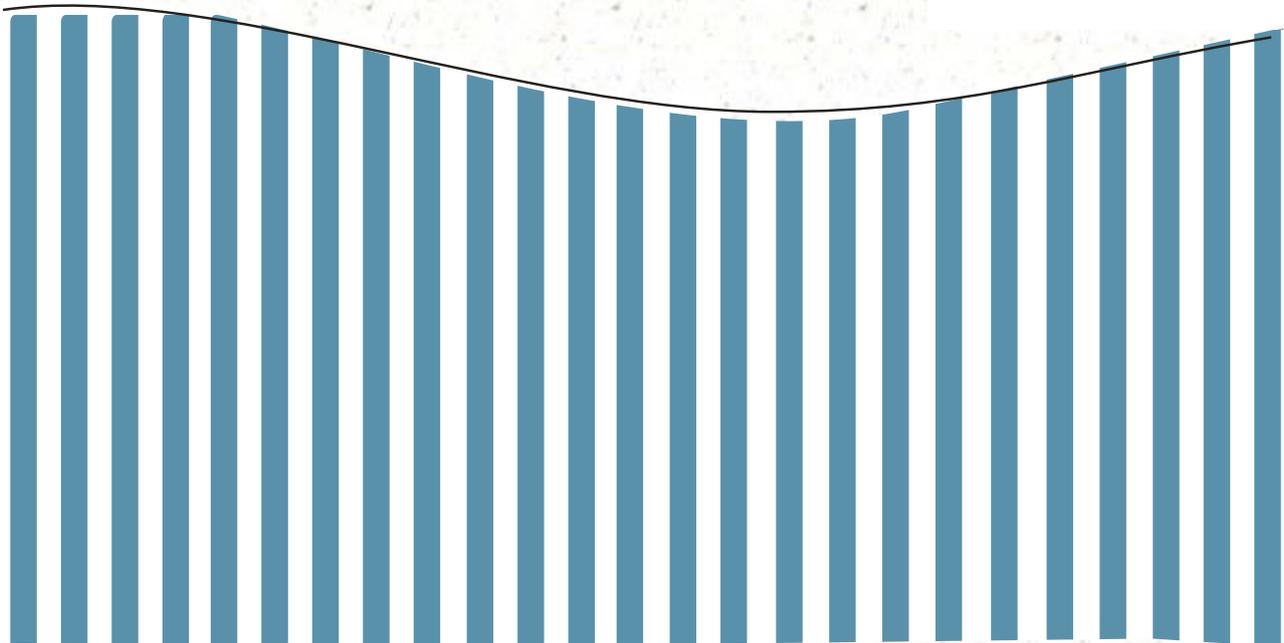


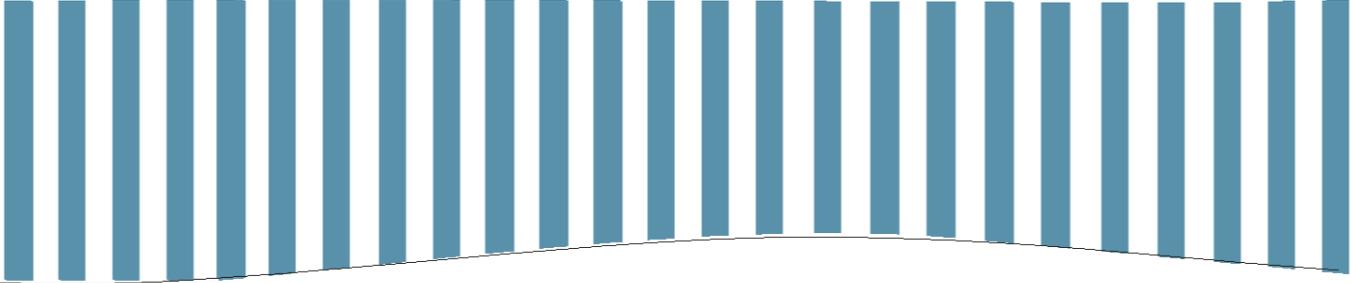
Mais Leitura

- GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. Química Nova na Escola, n.10, p 43-49. Novembro, 1999. Disponível em <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/pesquisa.pdf>>
- GULLAR, F. Dentro da noite veloz & Poema sujo. São Paulo: Círculo do Livro, s/d. p.51-52
- OETTERER, M. Química de Alimentos. AULA: Escurecimento não enzimático. Curso de Graduação. Universidade de São Paulo. Disponível em: <<HTTP://www.esalq.usp.br/departamentos/lan/pdf/Quimica%20de%20Alimentos%20-%20Escurecimento%20não%20enzimatico.pdf>>. Acessado em: abril de 2013.



Capítulo 4





“Se eu gosto de poesia?
Gosto de gente, bichos, plantas, lugares, chocolate, vinho,
papos amenos, amizade, amor.
Acho que a poesia está contida nisso tudo.”

Carlos Drummond de Andrade

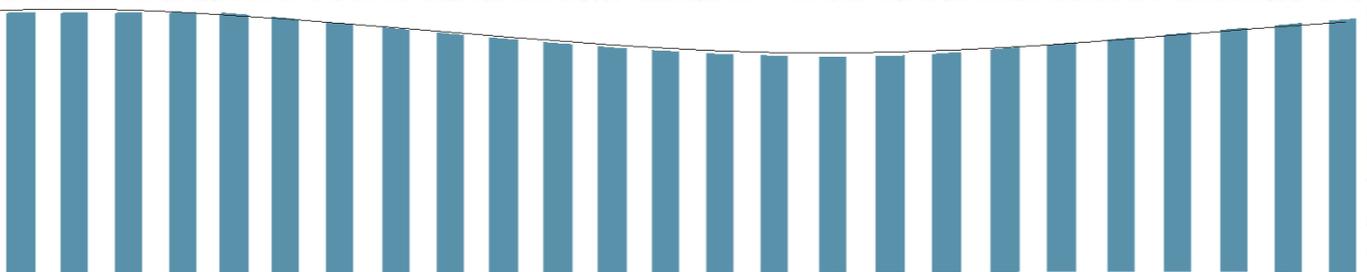
Para Drummond, a poesia parece ser encontrada nas boas coisas da vida e, entre elas, o chocolate. Se é assim, por que não saborear algo que além de tão gostoso também é arte.

Gostamos tanto de doces que o usamos inclusive em expressões carinhosas como “meu docinho de coco” e para descrever algo ou pessoa que seja especialmente agradável, como uma música doce, um tempero doce, dentre tantas outras possibilidades da nossa língua.



Você saberia me dizer qual o doce mais famoso do nosso país?

Provavelmente, o doce mais comum da culinária brasileira é o “brigadeiro”.



Não há dúvida, mesmo entre os aprendizes da gastronomia e os aventureiros da cozinha, sobre seu sabor e os seus ingredientes: leite condensado, chocolate em pó, manteiga e chocolate granulado para a cobertura. Já sobre a etimologia de seu nome, a questão exige maiores esforços de pesquisa.

A denominação do doce brigadeiro é foneticamente idêntica ao termo de uma patente militar, o que leva a duas possibilidades:

- 1) trata-se de palavra com étimo independente e, portanto, homônima;
- 2) trata-se de uma acepção distinta da mesma palavra, isto é, teria a mesma origem.

Nesse último caso, seria reflexo da polissemia natural das palavras, as quais, quase sempre, costumam ter mais de um sentido.



A confirmação de qualquer uma das hipóteses depende de maior investigação e esforço de pesquisa. No Rio Grande do Sul, o termo empregado para o doce é “negrinho”, ou seja, figura de linguagem.

A possibilidade maior é que realmente se trate de uma polissemia. Nesse caso, algumas histórias tentam dar explicação à origem do nome; uma delas, inclusive, veiculada por uma importante marca de leite condensado. Por essa explicação, o doce seria uma espécie de homenagem ao patrono das Forças Aéreas Brasileiras, o Brigadeiro Eduardo Gomes (1896-1981), que concorrera à Presidência da República em duas oportunidades, em 1946 e em 1950. Naquele momento, um grupo de mulheres simpatizantes teria criado o doce para, com sua venda, arrecadar fundos para a campanha eleitoral. Outros, no entanto, acreditam que os doces se associaram ao Brigadeiro porque eram seus prediletos. Enfim, não se sabe se o doce já existia antes (se sim, como se chamava: "bolinhas de chocolate"?) ou se foi inventado naquela ocasião, com o nome atual.

Então, que tal se passássemos para a experimentação?



ROTEIRO DE PLANO DE AULA EXPERIMENTAL- Brigadeiro

1. Tema

Transformações Químicas

2. Subtema

Preparação de um novo material

3. Conceitos que o professor deseja enfatizar

Reações Químicas

Fenômenos físicos e químicos

4. Título do experimento (sob a forma de uma pergunta inicial a ser respondida após a realização e discussão do experimento)

Por que no início o brigadeiro é marrom claro e, de repente, fica bem escuro?

5. Materiais

Leite condensado

Chocolate em pó

Margarina

Leite

Copinhos descartáveis



Foto: Fabiana Urani

6. Procedimento (de forma bem sucinta)

Coloque numa panela o leite condensado, 2 colheres (sopa) de margarina e 4 colheres (sopa) de chocolate em pó e leve ao fogo baixo, mexendo até ferver e começar a desgrudar do fundo.

7. Observação macroscópica

No início, notamos que o brigadeiro apresenta a coloração semelhante a do chocolate em pó; com o passar do tempo ele torna-se escuro como uma barra de chocolate amargo. Além disso, a consistência altera-se, tornando-se mais viscoso, semelhante a consistência do caramelo.

8. Procedimento (de forma bem sucinta)

Coloque numa panela o leite condensado, 2 colheres (sopa) de margarina e 4 colheres (sopa) de chocolate em pó e leve ao fogo baixo, mexendo até ferver e começar a desgrudar do fundo.

9. Observação macroscópica

No início, notamos que o brigadeiro apresenta a coloração semelhante a do chocolate em pó; com o passar do tempo ele torna-se escuro como uma barra de chocolate amargo. Além disso, a consistência altera-se, tornando-se mais viscoso.

10. Interpretação microscópica

Para o açúcar (Compostos polihidroxicarbonilados) caramelizar, deve-se alcançar uma temperatura acima do ponto de fusão. Passado do PF ocorrerá desidratação do açúcar e a formação de aldeídos muito ativos, como a substância hidroximetilfurfural (HMF). Após esse composto polimerizar será formada a Melanoidinas, um pigmento responsável pela cor escura, característica da caramelização.

Levemente colorido e de gosto agradável, o caramelo começa a ser produzido durante os estágios iniciais do aquecimento do açúcar. À medida que a reação continua, ocorre a formação de estruturas de massa molecular mais elevadas, o que influi no sabor, que se torna gradativamente mais amargo com a elevação da temperatura, ou seja, o açúcar irá queimar em relação diretamente proporcional ao tempo que você deixar a panela com o brigadeiro no fogo.

A caramelização da sacarose contém três produtos principais: um produto da desidratação, a caramelana ($C_{12}H_{18}O_9$), e dois polímeros, caramelen ($C_{36}H_{50}O_{25}$) e caramelin ($C_{96}H_{102}O_{51}$). O processo de caramelização (mudança de cor) começa a surgir ainda em $154\text{ }^{\circ}\text{C}$, sendo que a formação de compostos mais complexos, quando há a formação da cor amarela, inicia-se em $180\text{ }^{\circ}\text{C}$. O açúcar passa de tons bem claros de amarelo, transformando-se para um dourado característico, até chegar a uma cor a temperatura atingir cerca de $210\text{ }^{\circ}\text{C}$.

11. Fechamento da aula:

a) Resposta à pergunta inicial:

O brigadeiro vai mudando gradativamente de cor devido a reações químicas que ocorrem com o aumento da temperatura e a formação de produtos com massas molares maiores.

b) Interface Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente

A cor do caramelo ganhou primeiramente importância comercial como aditivo em produtos de cervejaria (por exemplo, cerveja escura) e como um aditivo de cor para o conhaque. Em 1858, o químico francês M. A. Gelis foi autor do primeiro estudo publicado sobre a cor do caramelo.

Há muitas controvérsias no que diz respeito aos valores do ponto de derretimento (a literatura indica um intervalo relativamente grande de 160 a 191°C) do açúcar com pureza elevada. Pesquisadores (GERMANO et al, 2004) estudaram esse assunto e chegaram à conclusão de que o ponto de fusão (amolecimento) do açúcar (sacarose com alto grau de pureza) é de aproximadamente 189 °C. Contudo, o processo de caramelização (mudança de cor) começa a surgir ainda em 154 °C, sendo que a formação de compostos mais complexos, quando ocorre a formação da cor amarela, inicia-se em 180 °C. O açúcar passa de tons bem claros de amarelo, transformando-se para um dourado característico até chegar a uma cor negra intensa, quando a temperatura atingir cerca de 210 °C. Este processo de formação de carbono puro segue até, aproximadamente, 600 °C.

Muitos cozinheiros supõem que o douramento de todos os alimentos na cozinha é o resultado da caramelização, tanto que é possível ver receitas que descrevem processos como, por exemplo, a caramelização de carnes. Sabemos, no entanto, que nem todo escurecimento é originado pela reação de caramelização. No caso de carnes, ocorrem reações químicas diferentes que recebem o nome genérico de 'Reações do Maillard', as quais produzem o sabor característico do churrasco. Essas reações são similares à caramelização, com a diferença de envolverem interações de açúcares com proteínas em temperaturas mais altas do que a caramelização.



Bem... Acho que aprendi muitas lições importantes e posso dizer que essas aulas foram um sucesso!

E a Química? Bem, ela não é tão difícil quanto você imaginava, não é mesmo?!

Então, era isso! Agora que terminamos nossas lições que tal “fazermos uma boquinha”? Vamos saborear essas gostosuras, com moderação.



Curiosidade

1. Os grãos de cacau possuem substâncias antioxidantes chamadas flavonoides, que ajudam a fortalecer a saúde vascular e até a prevenir alguns tipos de câncer. No entanto, a maior parte se perde durante o processamento.

2. A Costa do Marfim é o maior produtor de cacau com uma produção total de 1.300,000 toneladas por ano, o país africano cultiva o equivalente a 32% da produção mundial.



Mais Leitura

- LE CÔUTEUR, P; BUURRESON, J. Glicose. In_Os Botões de Napoleão – As 17 moléculas que Mudaram a História. Tradução: Maria LuizaX. De A. Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, p.54-69, 2006.
- VIARO, E, M. O doce enigma do brigadeiro – Disponível em: <http://revistalingua.uol.com.br/textos/78/o-doce-enigma-do-brigadeiro-255322-1.asp> Acessado em maio, 2013.
- WOLKE, R, L. *O que Einstein disse a seu cozinheiro: a ciência na cozinha: (inclui receitas)*; tradução Helena Londres – Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed, 2003.



Referências Bibliográficas

Algodão doce. Disponível em <http://pt.wikipedia.org/wiki/Algod%C3%A3o-doce>. Acessado em maio, 2013.

CHEMELLO, E. A Química na cozinha apresenta: o açúcar. Revista Eletrônica Zoom da Editora Cia. da Escola. São Paulo, Ano 6, n. 4, 2005. Disponível em: www.ciadaescola.com.br/zoom/materiais.asp?materia=291. Acessado em: 6 nov. 2012.

CODEÇO, R. Concepções, crenças e hábitos de consumo de uma comunidade escolar relativamente aos produtos *light*. Boletim da Sociedade Portuguesa de Química. Julho – Setembro, p. 23-28. 2004.

FONSECA, M. R. M da. Química: química orgânica: textos e atividades complementares (Ensino Médio) São Paulo: FTD, 2007 – (Coleção química)

FONSECA, M. R. M da. Química: físico-química: textos e atividades complementares (Ensino Médio) São Paulo: FTD, 2007 – (Coleção química)

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. Química Nova na Escola, n.10, p 43-49. Novembro, 1999. Disponível em <<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc10/pesquisa.pdf>>

GULLAR, F. Dentro da noite veloz & Poema sujo. São Paulo: Círculo do Livro, s/d. p.51-52

INMETRO. Informações ao consumidor. Açúcar. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/acucar.asp>. Consultado em: 28 mar. 2013.

LE COUTEUR, P; BUURRESON, J. Glicose. In: Os Botões de Napoleão – As 17 moléculas que Mudaram a História. Tradução: Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, p.54-69, 2006.

LOUREDO, P. Hipertensão. Brasil Escola Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/doencas/hipertensao.htm>> Acesso: maio, 2013.

MEZARROBA, S.; MENEGUETTI. C. C.; GROFF, A. M. Processos de produção do açúcar de cana e os possíveis reaproveitamentos dos subprodutos e resíduos resultantes do sistema. IV Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial. Campo Mourão – PR. Disponível em: <http://www.fecilcam.br/anais_iveepa/arquivos/9/9-04.pdf>. Consultado em: maio 2013.

MINATTI, E. Doce Como o Açúcar. Revista Eletrônica do Departamento de Química UFSC, 200. Disponível em <http://qmc.usf.br/qmcweb/artigos/sugar.html>

OETTERER, M. Química de Alimentos. AULA: Escurecimento não enzimático. Curso de Graduação. Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/departamentos/lan/pdf/Quimica%20de%20Alimentos%20-%20Escurecimento%20nao%20enzimatico.pdf>>. Acessado em: 10 abril 2013.

Portal São Francisco. Diabetes. Disponível em: <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/diabetes>> Acesso: maio, 2013.

Portal Sociedade Brasileira de Diabetes. Disponível em: <<http://www.diabetes.org.br>>. Acesso maio, 2013.

REIS, A. S. Ligações Hidrogênio no cotidiano- Uma contribuição para o Ensino de Química, 189 p. 2008. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Química. Departamento de Química inorgânica, 2008.

ROBERT, L. W. O que Einstein disse a seu cozinheiro: a ciência na cozinha (inclui receitas). Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed, 2003. Tradução: Helena Londres.

SHREVE, R. N. Indústria de processos químicos. Tradução: Horacio Macedo, Instituto de Química, Guanabara Dois, 4ª edição, UFRJ, 1980.

SILVA, R. M. G; FURTADO, S, T. F. Diet ou light: Qual a diferença? Química Nova na Escola, nº 21, p. 14-16. Maio, 2005. Disponível em: <http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc21/v21a03.pdf>. Acessado em: maio de 2013.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. P.; MALDANER, O. A. (Org.). Ensino de Química em Foco. Ijuí: Unijuí, 2010. p. 231-261.

SOUZA, A. A. G. S.; SOUZA, H. M.; COSTA, J. R.; NASCIMENTO, R.D. Cadeia produtiva do açúcar: processo industrial, impactos ambientais e dados estatísticos. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAbdMAJ/cadeia-produtiva-acucar-processo-industrial-impactos-ambientais-dados-estatisticos#>>. Consultado em: maio 2013.

SOUZA, R. Engenho de Açúcar - Site Brasil Escola. Disponível em: <http://www.brasilecola.com/historiab/engenho-acucar.htm>. Acessado em: 05 de fev. 2013.

SOUZA, R. História do Açúcar. Brasil Escola. Disponível em: <http://www.brasilecola.com/curiosidades/historias-acucar.htm> . Acessado em maio, 2013.

VARELLA, D. Hipertensão. Disponível em: <<http://drauziovarella.com.br/hipertensao/hipertensao>> Acesso: maio, 2013.

VIARO, E, M. O doce enigma do brigadeiro – Disponível em: <<http://revistalingua.uol.com.br/textos/78/o-doce-enigma-do-brigadeiro-255322-1.asp>> Acessado em maio, 2013.

Vídeo “Usina virtual”, disponível: <http://souagro.com.br/como-funciona-uma-usina-de-cana-de-acucar>. Acessado em maio, 2013.

Vídeo: “De onde vem o açúcar?” Disponível em: <http://tvescola.mec.gov.br/index.php?option=com_zoo&view=item&item_id=2407>.

WOLKE, R, L. O que Einstein disse a seu cozinheiro: a ciência na cozinha: (inclui receitas); tradução Helena Londres – Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed, 2003.



Sugestões para continuidade do trabalho

Sabemos que cada professor tem um jeitinho especial, único, de trabalhar com suas turmas; aliás, cada dia mais heterogêneas. De fato, essa seria a principal razão pela qual não devemos trabalhar com turmas numerosas. O acompanhamento escolar tende a ser cada vez mais individualizado, dadas as particularidades e o grau de desenvolvimento cognitivo de cada criança/adolescente, suas experiências vividas e suas expectativas. Não obstante, não podemos deixar de registrar aqui nossas sugestões de trabalho.

Ao aplicar esse módulo didático em sala de aula, foi possível perceber a infinidade de conteúdos que a temática “doces e guloseimas” poderia suscitar tanto para aulas no 9º ano do Ensino Fundamental quanto para todo o Ensino Médio. Eis, portanto, algumas sugestões possíveis de ser aplicadas e que, certamente, podem contribuir positivamente para melhores resultados de aprendizagem, além de tornar as aulas mais ricas em conteúdo e estimulantes para alunos e professores.

✓ Trabalhar as relações estequiométricas e balanceamento de reações químicas, por meio da situação problema de preparo de um bolo grande, utilizando receitas de um bolo médio por meio do recurso didático da animação/simulação. Elaborado por uma equipe do Laboratório Didático Virtual- Escola do Futuro da Universidade de São Paulo (USP), MEC 2004-09-28. Disponibilizado no Portal do Professor do Ministério da Educação em: http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/1636/sim_qui_bolo.swf?sequence=6. Consideramos o material interativo, disponibilizado no sítio, bastante didático, mas ressaltamos que o tempo de execução da atividade varia bastante de aluno para aluno, isto porque as reações químicas devem ser balanceadas por cada aluno, antes de se poder avançar para o próximo passo. Nosso acesso ocorreu em maio de 2013.

✓ Trabalhar as relações estequiométricas e balanceamento de reações químicas, por meio da atividade demonstrativa-investigativa intitulada: bolo de caneca. O bolo é simples de ser preparado e requer apenas 3 minutos no micro-ondas para ser finalizado. Disponibilizado em: <<http://resumododia.com/bolo-de-caneca-receita-de-bolo-de-caneca.html>>, acessado em maio, 2013.

✓ Trazer às aulas textos informativos que sirvam de suporte para discussão com os alunos sobre questões relacionadas aos nossos hábitos alimentares, com o objetivo de formar cidadãos mais conscientes, exigentes e atentos à qualidade de vida.

✓ Trabalhar as unidades de medidas comumente encontradas em embalagens de doces e guloseimas comercializadas e consumidas pelos alunos.

Lembramos que devido à riqueza e as possibilidades de aulas, o tempo sugerido pode ser de seis meses ou mais, vai depender do que for adicionado.

Espero que esse módulo e as sugestões aqui deixadas sejam proveitosos para enriquecer sua prática pedagógica de alguma forma.