



# **UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Física

Instituto de Química

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

## **A HISTÓRIA DA CIÊNCIA E A EXPERIMENTAÇÃO NA CONSTITUIÇÃO DO CONHECIMENTO ESCOLAR: A QUÍMICA E AS ESPECIARIAS**

**RONALDO DA SILVA RODRIGUES**

**Brasília – DF  
Fevereiro  
2009**



# **UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Física

Instituto de Química

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

## **A HISTÓRIA DA CIÊNCIA E A EXPERIMENTAÇÃO NA CONSTITUIÇÃO DO CONHECIMENTO ESCOLAR: A QUÍMICA E AS ESPECIARIAS**

**RONALDO DA SILVA RODRIGUES**

Dissertação realizada sob orientação do Prof. Dr. Roberto Ribeiro da Silva 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  
Fevereiro  
2009**

## FOLHA DE APROVAÇÃO

RONALDO DA SILVA RODRIGUES

### A HISTÓRIA DA CIÊNCIA E A EXPERIMENTAÇÃO NA CONSTITUIÇÃO DO CONHECIMENTO ESCOLAR: A QUÍMICA E AS ESPECIARIAS

Dissertação 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.

Aprovada em 16 de fevereiro de 2009.

#### BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Roberto Ribeiro da Silva  
(Presidente)



Prof.ª Dr.ª Jeane Cristina Gomes Rotta  
(Membro interno não vinculado ao Programa – FUP/UnB)



Prof. Dr. Ricardo Gauche  
(Membro interno vinculado ao Programa – IQ/UnB)

*Eu dedico este trabalho à minha querida esposa Elaine - amável companheira, ao meu filho Eduardo, à minha sábia mãe Maria de Fátima, ao meu pai Francisco, aos meus irmãos e a todas as pessoas que contribuíram de alguma forma para a sua realização.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, criador de todo objeto de estudo e que me permitiu contemplar sua obra sob uma perspectiva tão gratificante e prazerosa como a Química.

Ao professor Roberto Ribeiro da Silva, por sua franqueza, generosidade, paciência e contribuição fundamental na realização deste trabalho.

Ao grupo de professores do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciência por toda sua dedicação e compromisso com o sonho de produzir uma educação transformadora.

A minha esposa Elaine pelo constante apoio dedicado tanto a mim como ao nosso amado filho Eduardo.

Ao meu filho Eduardo que com sua sabedoria de criança me incentivou.

Aos meus familiares, principalmente minha mãe, meu pai e irmãos, que dirigiram a mim palavras de incentivo e compreenderam a minha necessária ausência.

Ao meu irmão Ricardo pelas palavras de confiança.

A todos os meus bons amigos, em especial ao Marcos Antônio por sua prestimosa contribuição.

E a todos que, no correr desses anos, contribuíram de forma positiva na minha formação como educador e ser humano.

*Quero escrever um livro sobre a escola. Para que todos se convençam de que nem sempre é possível prestar atenção na aula. Muita gente escreve livros sobre a escola. E sempre propõem coisas novas, para as condições melhorarem para as crianças e os professores. Porque vocês vão se formar um dia e irão embora, mas nós continuaremos indo à escola a vida toda.*

*Janusz Korczak*

## RESUMO

As pesquisas relacionadas ao Ensino de Química registram as inúmeras dificuldades sofridas pelos professores e estudantes em compartilhar os conceitos pertencentes a essa ciência. Um dos componentes dessa problemática diz respeito à predominância, no ambiente escolar, de uma concepção de Ciência e da construção do conhecimento científico seguindo uma orientação empirista e acumulativa, não-marcada por aspectos qualitativos do tipo histórico, tecnológico, sociológico e humanístico. Nesse contexto, a maioria dos estudantes sente grande dificuldade, que acaba por ocasionar o desinteresse em apreender os conceitos discutidos em sala, uma vez que não identificam sua relação com o dia-a-dia ou sua importância no momento de tomar qualquer decisão. Cabe então ao Ensino de Química – como área distinta do conhecimento, na pessoa do educador – desmitificar essa ciência, fazendo com que os conteúdos discutidos em sala de aula ganhem uma significação relevante para os estudantes e se mostrem como um terreno fértil onde esses últimos possam atuar. Na busca desse objetivo, este trabalho apresenta uma proposta de módulo de ensino que possa auxiliar o trabalho de ensino-aprendizagem do conteúdo denominado funções orgânicas. Antes, porém, focalizou a relação existente entre o conhecimento produzido pela Ciência, pelo grupo de pessoas integrantes de uma sociedade imersa em uma cultura e pela escola, além da função desempenhada pela experimentação e pela História no ensino de Ciência nesse contexto.

**Palavras-chave:** Conhecimento Escolar, História da Ciência, Experimentação, Química Orgânica.

## ABSTRACT

The researches related to the Chemistry Teaching present countless difficulties that professors and students go through sharing the concepts of this science. A turning point of this issue deals with the concept of science and the building of the scientific knowledge following an empiric orientation and not qualitative aspects such as historical, technological, sociological and humanistic, in the school environment. Due to the great difficulty in learning the concepts dealt in the classroom, students do not show interest because they do not identify any relation to by-to-by life and its importance in decision making. It is up to the chemistry teaching – as a distinct area of knowledge in the teacher's role to demystify this science in a way that students become aware of its relevant importance and give them opportunities to act. This paper proposes a way of teaching which helps the teaching - learning content of organic functions. This paper enlightened the relation among knowledge taken from the science, from people in general and from school. It also enlightened the function carried out by experimentation and history in the teaching of science in that context.

**Key-words:** School knowledge, Science history, Experimentation, Organic Chemistry.

## SUMÁRIO

Introdução.....	09
1. A relação entre diferentes fontes de saberes e a constituição do conhecimento escolar.....	16
1.1 Conhecimento científico.....	16
1.2 Conhecimento cotidiano.....	23
1.3 Conhecimento escolar.....	27
2. O papel da experimentação no ensino de ciências.....	41
3. A História da Ciência no processo de ensino-aprendizagem.....	51
4. Metodologia.....	57
5. Resultados e discussão.....	62
6. Considerações finais.....	93
Referências.....	96

### Apêndice A

1. Questionários aplicados aos educandos.....	101
2. Modelo de avaliação.....	104

### Apêndice B

1. Proposta de Ação Profissional.....	109
---------------------------------------	-----

## INTRODUÇÃO

O Ensino de Química no Brasil e no mundo tem sido objeto de pesquisa de um crescente e considerável número de profissionais. Estes estudos, de uma forma geral, buscam compreender e promover o processo de compartilhamento de conhecimentos oriundos da Química num ambiente próprio de ensino-aprendizagem<sup>1</sup>. Esta ciência, sem dúvida alguma, desenvolveu nestes últimos séculos construções teóricas determinantes para o curso de processos antrópicos, cujas conseqüências influenciam a vida do indivíduo residente na mais remota região do planeta. Isso serve como evidência de que a Química, como toda ciência, não é neutra e que, apesar da aparência objetiva e imparcial dos cientistas que a ela se dedicam, o conhecimento por eles gerado é, na verdade, construído socialmente. Esse ponto faz referência a uma característica indissociável à produção científica: de ser uma prática desenvolvida por indivíduos que estão imersos em uma cultura – que os influencia no modo de agir e de pensar – compondo uma sociedade situada em um momento histórico sensível ao contexto de seu próprio tempo (SANTOS e MORTIMER, 2000).

É Interessante lembrar, porém, que, no decorrer de sua evolução, a própria ciência acabou se revestindo de uma realidade que transcende a racionalidade, tornando-se um mito para a maior parte das pessoas, o que nos permite incluir nesse grupo, até mesmo os próprios cientistas (SANTOS e MORTIMER, 2000). De certa forma é pertinente imaginar que a criação de mitos faz parte da história das sociedades humanas e representa a utilização acrítica do conhecimento disponível. Não se trata de uma defesa da aceitação da ciência como mito, considerando que, em tese, é justamente para o papel inverso que esta se propõe. Mas é também aceitável imaginar que os indivíduos estejam invariavelmente numa posição temporal que lhes dificulta classificar o que é ou não, à sua época, de fato, um mito.

Assim, não é impróprio, pelo contrário, demonstra ser indispensável e urgente, discutir criticamente o papel da Ciência Química em nossa sociedade e na formação intelectual dos indivíduos. Nesse sentido, o Ensino de Química apresenta-se como um espaço crucial para esse fim, considerando que a educação é um processo

---

<sup>1</sup> O termo ensino-aprendizagem é utilizado durante todo este trabalho considerando a concepção de Freire (1996) quando afirma que “não há docência sem discência”.

intrinsecamente transformador e de vocação crítica. É necessário, portanto, reconhecer o Ensino de Química como uma área do conhecimento que, mesmo comportando aspectos pertencentes à Educação e também à Química, não se reduz a uma simples junção de uma com a outra. É sim, um campo do saber humano que guarda suas especificidades e que por isso, não pode encontrar resposta a seus anseios a partir de proposições que não abranjam sua real dimensão (SCHNETZLER, 2002).

Uma das problemáticas mais vivenciadas pela comunidade escolar (educador e educando em um primeiro momento) inserida no processo de ensino-aprendizagem de conceitos pertencentes à Ciência Química diz respeito à adequada compreensão e utilização dos conteúdos tratados nessa instância. É notório que os estudantes, de uma forma geral, sentem imensa dificuldade e, posteriormente, inevitável desinteresse, em compartilhar com o professor, conceitos relativos à Química e, por conseqüência, não conseguem relacionar esses conceitos a sua vida cotidiana ou perceber a importância dessa atitude para o seu bem-estar e o bem-estar da sociedade como um todo.

O que prevalece, na maioria das vezes, é um simulacro de conhecimento que não resiste a um confronto com a realidade. Portanto, uma tarefa importante para o educador é não apresentar aquilo que é, por natureza, complexo como se fosse simples, o que não corresponde a dificultar algo que, apesar de sua multiplicidade intrínseca, pode se tornar paulatinamente de fácil apreensão. Apesar dos conceitos, em geral, serem abordados em sala como se a relação que guardam entre si fosse simples, e, por conseqüência de fácil compreensão, o que se constata é que essa pretensa facilidade parece estar muito clara apenas para quem ensina, revelando-se como verdadeiro enigma para a maioria dos estudantes, a começar pelo seu significado obscuro e motivos que justifiquem seu aprendizado.

Por isso, no momento de tomarem decisões, opinar ou fazer escolhas em suas vidas, inclusive como cidadãos, esses estudantes não sentem necessidade de fazer uso do conhecimento visto na escola. Preferem inadvertidamente se reportarem ao que aprenderam no seu dia-a-dia, a partir das experiências advindas de relações mantidas com as pessoas da família, da comunidade ou das impressões que se cristalizaram no decorrer de suas vidas, mesmo que de forma acrítica.

Quais são os valores inerentes ao conhecimento científico trabalhado em nossas escolas que estão sendo negligenciados a ponto de esvaziarem de sentido

um saber tão distinto como esse? Dizer simplesmente que os educandos devem aprender conceitos científicos para se tornarem pessoas melhores, cidadãos mais conscientes não basta. Na verdade, essa percepção requer muitos cuidados, se for levado em consideração que a educação tem sido objeto de manipulação ideológica e que, em diferentes momentos da sua história, em qualquer lugar do mundo, tenha servido a esse ou àquele interesse (PADILHA, 2001). Hoje, por exemplo, se discute muito nas escolas o aumento do aquecimento global. Poluição, energia, reciclagem, são exemplos de conceitos muito trabalhados em qualquer disciplina. Várias são as sugestões apresentadas para solucionar o problema e vão desde a substituição da matriz energética até a reciclagem. No entanto, muito pouco se discute a respeito das implicações em se viver numa sociedade profundamente enraizada em práticas inconseqüentes de consumo. Talvez, por isso, muitos cidadãos acabem acreditando que será mesmo possível preservar o ecossistema cada um dirigindo seu próprio “carro do ano”.

Não é pretensão deste trabalho sugerir que as pessoas devam abrir mão de seu bem-estar ou conforto. Mas essas mesmas pessoas podem, através da educação, desenvolver a consciência de que há muitas carências que são unicamente de apelo mercadológico. E que a satisfação dessas pseudocarências acarreta um transtorno enorme para o ambiente que, inclusive, é formado também pelos seres humanos. Um dos papéis do professor de Ciências, portanto, é fornecer subsídios aos educandos de forma a fazê-los compreender que a toda ação, de fato, vem atrelada uma conseqüência que pode ou não provocar transtornos, e que cabe a cada um deles conduzir sua vidas e o rumo da sociedade na qual vivem, sabedores dessas conseqüências, optando pelo caminho que se quer percorrer.

Essa referida problemática envolve também os materiais didáticos utilizados na escola. De acordo com Porrúa & Froiz (1994), trabalhos de diversos autores têm demonstrado que os livros didáticos de Química, salvo raras exceções, veiculam uma concepção de ciência e da construção do conhecimento científico seguindo predominantemente uma orientação empirista e acumulativa, não-marcada por aspectos qualitativos do tipo histórico, tecnológico, sociológico e humanístico. Em sua maioria, apresentam uma Ciência descontextualizada, separada da sociedade e da vida cotidiana, concebendo o método científico como um conjunto de regras fixas para se encontrar a “verdade”. Iniciam a abordagem dos temas invariavelmente pela observação dos fenômenos apresentando uma imagem estereotipada do cientista

como um gênio isolado que descobre teorias, omitindo-se o papel da comunidade científica na construção e validação dessas teorias.

De uma forma geral, pode-se vislumbrar nos trabalhos citados, um equívoco no trato da Química como ciência. Este engano está em apresentar a Química como uma “ciência-disciplina”, ministrada com base na autoridade do professor e do livro e que, pelo menos nos graus mais elementares de seu ensino, pode parecer um edifício acabado, irretocável, cheio de verdades (as verdades científicas). Essa visão deformada de Ciência pode derivar da crença de que os fatos geram a descoberta e daí desenvolver-se o mito de que a Ciência pode tudo explicar e que, por definição, suas explicações são verdadeiras.

Trabalhos mais recentes ainda apontam problemas dessa natureza presentes nos materiais didáticos utilizados nas escolas. Nas palavras de Pereira (2008, p. 10), no que se refere ao ensino de Química Orgânica, por exemplo,

nos livros didáticos tradicionais de Química a forma de apresentação dos conteúdos relativos à Química Orgânica enfatiza as representações e a nomenclatura, em detrimento das propriedades dos materiais e das relações entre os níveis macroscópico e microscópico. Os conteúdos são tratados de forma fragmentada, sem que tenham relação entre si. Ou seja, este recurso didático é um espelho de como a Química Orgânica é apresentada em sala de aula. O que infelizmente é algo natural, pois em grande medida ele é a base com que se preparam as aulas.

Em um levantamento realizado por Schnetzler (1981), pôde-se constatar que a característica negativa de apresentar uma imagem equivocada de Ciência no livro didático tem raízes no Brasil desde o ano de publicação do primeiro livro didático brasileiro de Química, que data de 1875. Os critérios usados por Schnetzler nessa pesquisa – análise exclusiva de livros didáticos brasileiros; análise dos livros contemporâneos à pesquisa e anteriores a esta; escolha de um conteúdo específico – e os parâmetros de análise propostos – o

relacionamento entre generalizações (conceitos, princípios e leis) e os fatos (sob a ótica da aprendizagem; fatos químicos que ocorrem na vida cotidiana; fatos através da experimentação) – levaram a resultados que possibilitaram a autora inferir que

se esses livros tiverem sido utilizados no Ensino Secundário de Química sem uma considerável interferência transformadora do professor, eles refletem [...] que o Ensino Secundário de Química Brasileiro tem sido eminentemente teórico, centrado na veiculação de conhecimentos dissociados da sua própria natureza experimental, negligenciando, desta forma, o seu caráter investigativo, a sua importante aplicação à sociedade e, conseqüentemente, a sua potencialidade para desenvolver espírito crítico nos alunos (SCHENETZLER, 1981, p. 6-15).

A importância de levantamentos da mesma natureza daquele realizado por Schnetzler (1981) a respeito do caráter investigativo dos livros didáticos para o Ensino de Química, reside numa característica salientada nos trabalhos de Campos e Cachapuz (1997), ambos professores em Portugal. Segundo os autores, em um estudo sobre as características do ensino de Física e Química em Portugal<sup>2</sup>, 92,5% dos professores inquiridos indicaram os manuais como uma das fontes de informação mais importantes e 77% desses professores utilizam, com freqüência, ou quase sempre, o livro didático de Física e o de Química selecionado pela escola, na preparação das suas aulas. Sendo o manual escolar de Química um instrumento didático habitual e majoritariamente utilizado por professores e alunos, exerce uma influência marcante no processo ensino-aprendizagem sendo, portanto, relevante para as concepções de Ciência e de cientistas construídas pelos alunos. Desse modo, a utilização de outros materiais de ensino em conjunto com esses manuais pode se mostrar como uma alternativa viável no concerto de esforços que procurem mudar esse quadro.

Segundo Campos & Cachapuz (1997, p. 28), existe uma clara necessidade de

elaboração de materiais didáticos, a serem usados por alunos e professores, que facilitem a construção de concepções mais adequadas

---

<sup>2</sup> CACHAPUZ, A. et. al., O ensino-aprendizagem da física e química: resultados globais de um questionário a professores, Grupo INEA, Universidade de Aveiro, 1989. Apud Campos e Cachapuz (1997).

sobre a natureza da ciência e da construção do conhecimento científico [...], que sensibilizem os alunos para a natureza dinâmica da ciência, para as suas relações complexas com a sociedade e a tecnologia e mostre o papel da comunidade científica na construção e validação das teorias científicas.

O estudo das funções orgânicas no Ensino Médio, por exemplo, se enquadra muito bem nesse cenário desenhado pelos pesquisadores, em particular Pereira (2008), uma vez que, em geral, detêm-se em aspectos relativos à nomenclatura, representação e identificação, associados invariavelmente à memorização de termos que se perdem com o passar do tempo. Até mesmo aqueles poucos educandos que alcançam notas elevadas nas avaliações relativas a esse conteúdo procuram elaborar generalizações a respeito do que estudam, no intuito de emitirem as sentenças que acreditam ser aquelas esperadas pelo professor. E, apesar de utilizarem os recursos necessários para chegarem às soluções dos problemas propostos, não dominam muito bem os conceitos envolvidos. Assim, o indivíduo subestima o conhecimento adquirido na escola, em virtude de sua aparente pouca utilidade, e lança mão do conhecimento cotidiano que, de acordo com sua *práxis*, pode eventualmente conduzi-lo ao êxito. É curioso ouvir as pessoas que já concluíram ou estão próximas a concluírem o Ensino Médio declararem que praticamente todos os conceitos vistos na escola, em aulas de Ciências, que é o que nos interessa nessa discussão, são úteis apenas para resolver os inusitados problemas que parecem pertencer unicamente àquele universo.

Para reverter essa situação, o educador se vê na necessidade de ter claro para si a relação que existe entre o conhecimento produzido pela Ciência, pelo grupo de pessoas integrantes de uma sociedade imersa em uma cultura e pela escola. A partir daí, buscar os pontos de intersecção entre essas fontes de saberes capazes de provocar um embate de idéias que possibilite, a ele mesmo e aos educandos, a expansão dos horizontes de suas próprias intelectualidades.

Nesse percurso, é necessário que os conteúdos discutidos em sala de aula ganhem uma significação relevante para os estudantes e se mostrem como terreno fértil onde esses últimos possam atuar. Poderia uma abordagem histórica e uso adequado de experimentos contribuir para otimizar o processo de ensino-aprendizagem dos conceitos relacionados às funções orgânicas? Como esses elementos se integram na constituição do conhecimento que se desenvolve na escola?

Assim, na busca de respostas a essas questões, serão discutidas, nos capítulos seguintes, algumas idéias referentes a esses assuntos. A princípio, serão colocadas em exposição as características atribuídas a cada um dos conhecimentos denominados como científico, cotidiano e escolar. Além disso, a função desempenhada pela experimentação e pela história no ensino de Ciência também estará no foco desse trabalho.

Por fim, será proposto um material que apresente os frutos colhidos durante essa reflexão dissertativa sobre os temas acima citados e que possa contribuir para o trabalho dos professores de Química em sala de aula, entre outros aspectos, no que se refere ao compartilhamento de conceitos referentes ao estudo das funções orgânicas, conteúdo presente no currículo do Ensino Médio.

## CAPÍTULO 1

### A RELAÇÃO ENTRE DIFERENTES FONTES DE SABERES E A CONSTITUIÇÃO DO CONHECIMENTO ESCOLAR

De acordo com Lopes (1999), a escola é um dos principais ambientes onde o conhecimento cotidiano é transmitido e, ao mesmo tempo, rebatido pelo confronto com o conhecimento científico. Esse processo, por sua vez, gera um outro tipo de conhecimento, o escolar, configurando assim uma problemática caracterizada pela busca da compreensão da interação entre esses três tipos de saberes que se defrontam continuamente no âmbito escolar. Na visão de Lopes (1999), uma das barreiras a serem transpostas pelo conhecimento científico em seu processo de construção é o conhecimento cotidiano e o entendimento da constituição do conhecimento escolar passa pela apreensão do processo de construção dos dois primeiros.

Para esse intento, as discussões a seguir se projetam na elucidação dos aspectos mais relevantes de cada um dos conhecimentos salientados.

#### 1.1 – CONHECIMENTO CIENTÍFICO

Antes de ser discutida a forma como o conhecimento científico se desenvolve é necessário lembrar que muitos dos debates a respeito da importância e da significação que a Ciência adquiriu no decorrer do processo de formação histórica da sociedade ocidental apontam para a predominância do cientificismo. A palavra "cientificismo" é conhecida e muito utilizada pela Filosofia. Sua significação original faz referência ao Positivismo de Auguste Comte. Este filósofo propôs a idéia de que a Ciência é o único tipo de conhecimento adequado e válido para se atingir o progresso. A partir das críticas de outras escolas filosóficas ao Positivismo, uma nova significação foi incorporada a esse vocábulo e ainda hoje é utilizada: concepção de Ciência que consiste em tomá-la como um sistema fechado e

definitivo, cuja pretensão é apresentar soluções para todos os problemas, de qualquer ordem, com base nos axiomas da superioridade teórica (única fonte autêntica, segura e confiável de conhecimento) e da superioridade prática. De fato, uma mitificação. Entretanto, esse cientificismo não se sustenta unicamente pela convicção de uma maioria da população convencida e crédula em uma pretensa onipotência do pensamento científico, mas pela possibilidade da ciência se mostrar capaz de criar um mundo que distancia os indivíduos de sua condição humana, que é naturalmente falível.

Lopes (1999) revela que é muito fácil se deixar seduzir pela idéia de que a ciência é produzida por indivíduos, chamados cientistas, que seguem um método eficaz que os levará sempre a uma opinião fechada e, por conseqüência, à verdades absolutas. Por conseguinte, esses cientistas seriam motivados tão somente pelo desejo de desvendar os segredos guardados pela natureza, de maneira neutra, lançando mão de um método infalível, o método científico, único e de evolução linear (LOPES, 1999). De acordo com essa perspectiva, a ciência desenvolveria um saber atemporal, cujo processo evolutivo, independeria do contexto no qual está inserido, uma vez que caminha em uma só direção, a do total desvendamento do real, permitindo assim, a liberdade de se criar, sem conseqüências indesejáveis, o mundo que se deseja. Um mundo que admitiria um estilo de vida sem limites, em que é possível clarear a noite e torná-la dia através da utilização de diferentes fontes de energia; sobrepujar a dor com drogas dos mais diversos efeitos; escolher as características físicas e psicológicas de nossa prole; tudo isso e muito mais, graças à suposta evolução inevitável da ciência.

Todas essas expectativas, e muitas outras, povoam o imaginário coletivo somente até o momento em que qualquer um desses indivíduos se defronta com as vicissitudes da vida que não são simplesmente superadas com discursos persuasivos. Ninguém passa a noite em claro sem sofrer os inconvenientes da falta do sono reparador e, obviamente, nenhuma das situações tão simplesmente dispostas no discurso cientificista, deixam de se reduzir, na prática, a um julgamento de custo benefício. A obtenção de qualquer fonte de energia, por exemplo, sempre causa algum tipo de impacto ambiental, qualquer droga ou tratamento médico pode provocar efeitos colaterais. Promessas e expectativas não podem ser confundidas com resultados sérios, afinal de contas, qualquer estudioso sabe do significado e valor de dados estatísticos.

Assim pode-se dizer que a mitificação da ciência é construída, também, a partir da expectativa criada pelas pessoas a respeito de uma possível fonte de solução para os problemas supérfluos ou os mais íntimos e urgentes. É claro que o mito científico, criado a partir de uma concepção cientificista, não se estabelece unicamente pelo anseio que o sujeito alimenta a respeito de si mesmo e daquilo que o cerca, mas também se origina pela ausência do domínio dos conceitos mais relevantes contidos na linguagem utilizada pelas ciências. De acordo com Lopes (1999, P. 107),

frequentemente, não somos convencidos da cientificidade de um discurso pela clareza dos raciocínios ou pela lógica que lhes constitui, mas por apresentar em sua aparência um conjunto de atributos capazes de corresponder a uma representação social de ciências.

Lopes (1999) indica ainda que a própria maneira como o discurso científico se manifesta compõe esse conjunto de atributos. Os cientistas são indivíduos que têm acesso a uma linguagem pouco usual e capaz de condensar em pequenas expressões um grande número de conceitos. Porém, essa característica se manifesta, na maioria das vezes, como forma de tornar seu discurso hermético.

A Química, por exemplo, faz uso de uma linguagem discursiva que fora desenvolvida com o objetivo de tornarem lógicas suas proposições e simplificá-las em sua representação. No entanto, essa linguagem é vista pela maioria das pessoas como um obstáculo à compreensão dos conceitos por ela expressos. É fato inquestionável a dificuldade que os estudantes possuem em compartilhar o modo como a Ciência Química constrói sua expressão representacional (principalmente fórmulas e equações), mas, mesmo não a compreendendo bem, reconhecem e identificam tal linguagem como típica de uma “ciência”. Daí pode-se inferir que estes estudantes estão na condição de perpetuarem uma visão de ciência que alimenta o cientificismo. É papel, portanto, do educador dessa área, desconstruir essas concepções.

Não se trata, pois, de incentivar uma educação unicamente voltada para a formação de cientistas (capazes de compreender, ao primeiro contato, toda e qualquer construção científica e a linguagem utilizada para descrevê-la), mas sim, para o amadurecimento de indivíduos munidos de conhecimento suficiente para raciocinarem sob a perspectiva de uma determinada lógica. Sabendo, inclusive, que

essa lógica não é originária apenas de um só método, e que as chamadas ciências e suas visões de mundo além de serem frutos de uma racionalidade construída culturalmente e suscetíveis a mudanças, dependem da relação “do homem entre si e com o mundo natural” (LOPES, 1999, p. 109), passando pela apreciação de seus valores éticos.

A errônea concepção de que a ciência se desenvolve de forma contínua também contribui para a consolidação do cientificismo, pois passa a impressão que a ciência se desenvolve de forma linear, conseqüência de um inevitável desenrolar de descobertas derivativas de uma única idéia original aprimorada com o passar do tempo (LOPES, 1999). Para os adeptos dessa corrente de pensamento, a ciência deve ser apresentada por uma seqüência rígida de eventos históricos que se seguem ordenadamente.

Um outro ponto implícito no discurso continuísta faz alusão ao que seria conhecimento melhor, mais elaborado, sugerindo assim uma hierarquização de saberes. O conhecimento comum seria aquele necessitado de aprimoramento, enquanto que o científico seria o único capaz de revelar a verdade. Nesse sentido, poderia-se esperar que no universo do conhecimento comum fosse possível inserir, inadvertidamente, as proposições do conhecimento científico a fim de melhorá-lo. Mas, como será visto a seguir, não se pode admitir a existência de uma realidade única, capaz de ser objeto de análise neutra e impessoal. Cada indivíduo tomará como real aquilo que pode sondar com a ferramenta analítica disponível e escolhida. Definitivamente, nenhum indivíduo, nem mesmo sendo um cientista, passará a analisar o mundo que o cerca unicamente com os óculos oferecidos pela ciência (LOPES, 1999).

Assim, pode-se concluir que a grande riqueza humana relacionada ao desenvolvimento de diferentes saberes não deve ser reduzida a uma infeliz tentativa de valorização de um tipo a despeito de outro. Os diferentes conhecimentos são distintos e não competem entre si, apenas, como bem coloca Lopes (1999), devem ser aproveitados cada um a “instâncias de realidade distintas”.

Até mesmo quando, no discurso, as pessoas reportam-se ao cientificismo, podem incorrer no equívoco de colocarem em igual lugar conceitual, as mais variadas áreas do conhecimento. Ao denominarem essas áreas como ciências, passam a impressão de que é possível afirmar que elas possuem o mesmo método, a mesma estrutura e se enquadram em um mesmo rol epistemológico. No entanto,

essa tendência em se demarcar características que poderiam classificar determinada área do saber naquilo que se poderia chamar de ciência, encontra muitas dificuldades principalmente quando o critério utilizado diz respeito à aceitação de uma metodologia monista.

Lopes (1999) esclarece que uma forte contribuição dada à filosofia da ciência no intuito de clarear melhor essa questão epistemológica foi realizada pelo químico francês Gaston Bachelard. Para esse estudioso uma questão como “o que é a ciência?” possui todos os critérios para ser considerada como um problema mal colocado, uma vez que não se encontra uma resposta definitiva. Por isso, preferiu em seu trabalho descrever e discutir os conteúdos inconscientes de palavras, ações e produções imaginárias dos indivíduos que se propõem a desenvolver o que ele chamou de espírito científico. De acordo com Lopes (1999), na visão analítico-histórica de Bachelard, a ciência se desenvolve a partir de uma relação social entre indivíduos que compartilham um saber que se propõe a ter status de verdade. No entanto, é importante salientar que essa verdade é dependente de uma estrutura teórica que a sustente. Segundo Bachelard<sup>3</sup>, apud Lopes (1999, p. 110)

é necessário que um fato científico para ser verdadeiramente científico, seja verificado teoricamente. Vale dizer, é preciso que um fato encontre seu lugar, seu exato lugar em uma teoria racional. Quer dizer que uma soma de fatos não constitui automaticamente uma ciência, ou seja, que o empirismo já não é uma filosofia que se baste a si mesma.

As idéias de Bachelard, além de nos libertar do grilhão falacioso do realismo ingênuo<sup>4</sup>, uma vez que não se deixa seduzir pela experiência construída sob uma estrutura teórica já pré-definida, dá ao conhecimento gerado pela ciência essa dimensão de verdade transitória e questionável. Segundo Lopes (1999) na perspectiva Bachelardiana o conhecimento científico evolui na medida em que indivíduos da comunidade científica, refletindo sobre o passado, avaliam sua condição no presente retificando-se os erros. Essa faceta do erro, atribuída pelo filósofo como parte integrante do conhecimento científico, é uma verdadeira arma

---

<sup>3</sup> BACHELARD; G. El compromiso racionalista. México: Siglo Veintiuno, 1985. p. 43.

<sup>4</sup> Segundo Carraher (1997), na filosofia, o realismo ingênuo é a doutrina segundo a qual perceberíamos as coisas como são de fato e o indivíduo teria contato direto com a realidade.

contra o discurso cientificista. Por isso torna-se fácil compreender e concordar com Alves (1996, p. 166) quando ele afirma que

o cientista não pode nunca pretender ser o dono da verdade. E o professor, por sua vez, é alguém que desmantela certezas... todos os que têm certezas estão condenados ao dogmatismo. Se estou certo da verdade de minha teoria, por que motivos haveria de perder tempo ouvindo uma outra pessoa que, por ter idéias diferentes, tem de estar errada? As certezas andam sempre de mãos dadas com as fogueiras...

Ao se admitir que é sob um fundo de erro e ancorado em uma estrutura teórica específica que se gera um novo saber, vê-se revelado nesse último, o caráter da veridicidade. E como Lopes (1999) defende, neste contexto, até mesmo a análise da busca e da idéia de verdade científica tende a se alterar. Essa busca e essa verdade passam a ser agora aquilo que se pode obter da teoria que se dispõe. E deve se modificar na medida em que, pela própria necessidade criada a partir da demanda originada pelo saber existente, os indivíduos da “cidade científica”, se vêem na inevitável tarefa de criar uma nova explicação para os dados que se revelam.

Quando, por exemplo, Lavoisier utilizou toda a técnica disponível à época para demonstrar que determinadas substâncias, durante o processo de combustão, formavam um produto de massa superior à inicialmente esperada graças à presença do oxigênio, o fez motivado pela impossibilidade da teoria do flogístico explicar esse aumento inegável de massa. Antes, para grande parte dos estudiosos, essa “substância”, o flogístico, era inerente a todos os materiais e sua presença ou sua ausência explicaria os fenômenos presentes nos processos de mineração. Assim, quando o minério de ferro era tratado para a obtenção de ferro, o que ocorria era a passagem flogístico do carvão para o metal. Por outro lado, quando sob um pedaço de ferro se formava a ferrugem, certamente o ferro estava perdendo flogístico. Entretanto, como expôs Rival (1997, p. 38), mesmo tendo o mérito de “unificar duas reações químicas” aparentemente desconexas (a combustão e a oxidação) a teoria elaborada por Sthal não poderia sobreviver. Enquanto alguns procuravam dar uma sobrevida a essa teoria, ora promovendo experimentos que a corroboravam, ora propondo ajustes a ela (como sugerir que o flogístico poderia apresentar massa negativa...) outros se permitiram ousar a retificá-la.

Assim a ciência Química avançou ao romper com verdades transitórias e ao criar um grupo social capaz de desenvolver novos trabalhos com uma nova verdade (sustentada por uma teoria). Essa característica do trabalho científico não pode ser desprezada pelos educadores em Ciência, pois ajuda a desmitificá-la ao tornar explícita uma de suas limitações. Para este mesmo fim, vale a pena retomar o fato do trabalho científico ser dependente de uma estrutura social de aceitação e rodeada de interesses que estão muito além do importante desvendar de verdades relacionadas à realidade. Como bem afirma Lopes (1999, p. 109) baseada nos trabalhos de Granger<sup>5</sup>,

A ciência é uma visão da realidade: a ciência é uma representação abstrata, sob forma de conceitos, que se apresenta, com razão, como uma representação, não como um reflexo do real. [...] se preocupa com critérios de validação. Contudo, não se trata de uma validação pelo experimento: a verificação de um fato científico – que por ser científico já é uma construção – depende de uma interpretação ordenada, dentro de uma teoria explícita (p. 109).

Admitindo que o desenvolvimento do conhecimento científico englobe técnicas, teorias e visões de mundo, não existe dúvida quanto ao fato de que tem sua origem no próprio ser humano. Portanto, mesmo que não esteja explícito para muitos ou que seja velado por outros, toda ciência comporta uma significativa influência de ideologias, interesses econômicos e/ou políticos estreitamente ligados a elementos intrínsecos da natureza humana como é o caso da vaidade, por exemplo. Lopes (1999) ressalta de maneira provocativa que essa máscara da neutralidade científica não é utilizada de forma ingênua nem inconseqüente. Os cientistas sempre a utilizam quando têm interesse em promover seu trabalho ou reunir recursos financeiros para continuar a sustentá-lo. Mas, em hipótese nenhuma, entram nos detalhes a respeito das possíveis conseqüências negativas de sua produção intelectual. Historicamente o que se verifica, é que alguns dos avanços científicos mais comemorados e festejados se mostraram profundamente prejudiciais ao bem comum.

Ao estar ligada à cultura do consumismo, a ciência acabou por garantir um aporte material e energético para a sociedade, cujas conseqüências comprometerão significativamente o modo de viver de gerações futuras. A poluição do ar, do solo e da água são exemplos que corroboram com a afirmativa anterior. Os cientistas, por

---

<sup>5</sup> GRANGER, G.G. A ciência e as ciências . São Paulo: UNESP, 1994. p. 45 a 51.

sua vez, não se interessam em discutir seu trabalho com o público em geral. Antes, o limitam a simples divulgação, superficial e aparentemente neutra, e o fazem “com dois intuitos não excludentes: manter o interesse pela ciência, visando à formação de novos cientistas e manter o respeito social pela ciência” (LOPES,1999, p. 117).

É nesse ponto que os professores de ciências devem sentir-se incitados a refletir sobre o lugar que devem ocupar nesse cenário. Como bem colocou Lopes (1999), se esses profissionais compõem o público que tem contato apenas com aquilo que é divulgado a respeito do trabalho científico, uma vez que não fazem parte das chamadas “redes de interesse” dos cientistas, como devem se posicionar a respeito do conhecimento por eles gerado? Certamente deve-se ter a convicção de que a missão do educador em ciências não está restrita a transmitir o significado e a aplicabilidade prática de conceitos científicos na sociedade. Mas, principalmente, em desenvolver metodologias capazes de fazer os educandos compreenderem o verdadeiro alcance que a ciência possui, para além de suas limitações e das intenções e interesses implícitos no discurso cientificista.

## 1.2 – CONHECIMENTO COTIDIANO

Entende-se por cotidiano o conjunto de fenômenos, atividades e observações recorrentes que se tornam comuns no dia-a-dia de um indivíduo ou de uma comunidade. Como bem destaca Lopes (1999), as relações sociais vivenciadas determinam a cotidianidade de cada ser humano e sua própria percepção de cotidiano. Este último, portanto, se configura como um conjunto de saberes e experiências que identificam os indivíduos com os outros integrantes da comunidade onde vivem. Sua importância reside no fato de ser indispensável uma dose de automação em certas atividades desempenhadas no dia-a-dia para que se possa sobreviver, pois, do contrário, se para cada ação fosse necessária uma decisão originada na reflexão, certamente as pessoas estariam condenadas ao imobilismo. Nessa condição, o indivíduo disponibiliza toda sua capacidade intelectual, sentimentos, concepções, habilidades, apresentando-se por inteiro, mas sem potencializar nenhum desses aspectos o que implica, também, em não se

aprofundar em nenhuma experiência vivida: “o desenvolvimento de uma potencialidade, seu ápice, é que nos faz romper com a cotidianidade” (LOPES, 1999, p. 140). Heller<sup>6</sup> (apud LOPES, 1999) chama esse afastamento da cotidianidade de elevação ou suspensão. É o momento em que o indivíduo, unidade de particularidade e genericidade, concentra uma de suas potencialidades em algo específico e pode, por consequência, desenvolver sua essência humana. Em seguida, ao retornar à cotidianidade, esse mesmo indivíduo volta modificado, enriquecido pela experiência vivenciada sendo capaz de mudar seu próprio cotidiano.

Ainda com Heller, a ciência e a arte são as formas de elevação capazes de produzir abstrações mais duradouras. Desta forma, o conhecimento científico se desenvolve ao romper com o conhecimento cotidiano, distinguindo-se por gerar saberes pertencentes a uma instância própria, sendo, portanto, inviável sua transição para outras instâncias por simples reelaboração. De acordo com Lopes (1999), ao contrário das opiniões (resultado de observações justapostas e do empirismo das primeiras impressões), característica própria do conhecimento cotidiano, o conhecimento científico se projeta na perspectiva epistemológica da retificação de seus erros primeiros. Enquanto que uma fonte de saber se contenta com uma verdade permanente (opinião) a outra busca uma verdade provisória, isto é, a provisoriedade é uma característica do saber científico.

Um outro aspecto interessante do conhecimento cotidiano enunciado por Lopes (1999) diz respeito ao seu caráter pragmático, sendo a soma de todos os conhecimentos sobre a realidade que nos cerca. Deste modo, pode até mesmo incorporar algumas proposições oriundas da ciência, mas não o conhecimento científico como ele essencialmente é. Essa incorporação de conceitos científicos se processa de forma acrítica e, uma vez satisfeita a necessidade que demandou essa incorporação, não se faz necessário, nessa instância, fazer uma reflexão ou aprimoramento do conhecimento. Certamente, essa forma de incorporação contribui para a predominância do cientificismo na relação que as pessoas estabelecem com a ciência. Para Lopes (1999, p. 144):

A base do saber cotidiano, o que sustenta seu pragmatismo e funcionalidade, é o realismo e o empirismo, filosofias incapazes de

---

<sup>6</sup> HELLER, A. Cotidiano e história. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1989. p. 18-19. 1989

compreender a realidade em seu caráter complexo e múltiplo, justamente porque se detêm no aparente, no evidente e no imediato.

Essa característica do conhecimento cotidiano justifica-se pela necessidade de funcionalidade prática exigida para as ações dos indivíduos, quer isoladamente ou em sociedade. Entretanto, uma das limitações intransponíveis desse tipo de conhecimento é se mostrar inadequado para a solução de problemas que Lopes (1999) classificou como “não-pertencentes às esferas não-cotidianas da vida”. Nesse aspecto, a linguagem cotidiana, por exemplo, mostra-se insuficiente quando surge a necessidade de se discutir temas que fogem às experiências mais comuns. E é por esse motivo que a maior parte das ciências desenvolveram ou fizeram uso de uma linguagem diferenciada para descreverem a realidade ou procurarem soluções para os problemas com os quais se confrontaram, rompendo radicalmente com o conhecimento cotidiano.

Ao contrário do que possa parecer, não é objetivo desse texto estabelecer uma hierarquia entre os diferentes saberes, mais especificamente entre o conhecimento científico e cotidiano. Trata-se na verdade, de diferenciá-los no intuito de destacar suas características e real alcance. Assim, concordando com Lopes (1999), é importante salientar que o conhecimento cotidiano não pode ser entendido apenas como senso comum, pois é também constituído pelos saberes populares. Essa distinção revela-se importante quando se objetiva elucidar em que nível o conhecimento científico encontra confluências com esses diferentes saberes.

Por senso comum Lopes (1999) designa as concepções que permeiam todas as classes e grupos sociais oferecendo resistência real a possíveis mudanças. Afinal de contas, é o que garante a cotidianidade e estabilidade das relações sociais. Mas dizer que oferece resistência às mudanças não corresponde ao engessamento da estrutura social. Havendo necessidade, esse mesmo senso comum pode se reestruturar e ditar novas regras de ação e comportamento depois de passado o período de readaptação, caracterizando assim, o aspecto dinâmico intrínseco ao conhecimento cotidiano. Por esse motivo, pertence a todos os integrantes da sociedade e por todos é compartilhado. Não importa a formação, grau de instrução ou atividade desempenhada na sociedade.

Emergir do plano do senso comum é tarefa, entre outros, dos cientistas. Para tanto é necessário ter consciência dos limites desse conhecimento evitando a

tendência natural à universalização de suas concepções, baseadas na experiência compartilhadas, na repetição mecanizada e na banalização dos fenômenos observados (LOPES, 1999). Revela-se assim o primeiro ponto a ser superado no que se refere ao senso comum:

os maiores problemas epistemológicos não advêm do senso comum em si, mas da ampliação desmedida de seus limites de atuação. [...] Para elaborarmos uma concepção de mundo coerente, precisamos exercer a crítica de nossas concepções à luz de toda filosofia até hoje existente, redimensionando seus limites de atuação (LOPES, 1999, p. 150).

A outra forma de conhecimento cotidiano destacado por Lopes é o chamado saber popular. Pode-se afirmar que os saberes populares são originados a partir de uma manifestação de luta pela sobrevivência de determinados grupos em específico. Assim, esses saberes identificam esses grupos e não são compartilhados por todos os outros integrantes da teia social, não se tornando, portanto, um saber de senso comum. “Enquanto o senso comum aponta para a universalidade e para a uniformidade, os saberes populares apontam para a especificidade e para a diversidade” (LOPES, 1999, p. 150). Exemplos de conhecimentos populares são os referentes ao uso de ervas medicinais, à construção de moradias com os materiais disponíveis e acessíveis, aos alimentos mais comuns em determinada região, aos utensílios produzidos através do artesanato e também às diferentes manifestações artísticas que invariavelmente podem caracterizar uma identidade cultural.

É interessante, pois, nesse momento, voltar à noção de elevação proposto por Agnes Heller<sup>7</sup> (apud LOPES, 1999) no que diz respeito à arte. Enquanto que por um lado é possível para alguns indivíduos alcançar uma abstração duradoura manifestada em criações artísticas, o que pode constituir um saber notadamente popular (considerando ser possível aos indivíduos daquele grupo se identificarem com a criação artística elaborada), por outro lado, no que se refere à ciência, uma possível elevação nessa instância se mostra inviável pelas limitações impostas pela linguagem, por exemplo. Assim, apesar de ser possível fazer uma distinção entre saberes populares e senso comum não se pode atribuir ao primeiro o mesmo *status* do saber científico.

---

<sup>7</sup> HELLER (1989) op. cit.

Finalizando, é importante fazer eco às colocações de Lopes (1999) no que se refere à relação social estabelecida entre o conhecimento científico e cotidiano. Na medida em que a sociedade absorve as novas tecnologias, democratizando seu acesso, as camadas mais populares se vêem na necessidade de apreender informações que antes pertenciam somente à esfera dos cientistas. No entanto, esse compartilhamento não corresponde ao domínio, por essas massas, do conhecimento científico uma vez que o discurso científico responsável por sua divulgação, se manifesta como opinião justamente por ter o objetivo de falar ao senso comum das pessoas. Dessa forma a essência do conhecimento cotidiano não é superada, pois a relação que os indivíduos mantêm com o “novo” é acrítica e de aceitação incondicional.

Como já afirmado antes, a escola pode se configurar como um foco de resistência a essa aceitação incondicional ao que socialmente é imposto como verdade de caráter cientificista. Talvez faça parte da essência do conhecimento escolar paramentar as consciências de instrumentos críticos já desenvolvidos pela ciência capazes de fazer os indivíduos emergirem das amarras do conhecimento cotidiano e das ciladas do discurso cientificista. E isso, certamente, não corresponde à simples aprendizagem dos conhecimentos gerados pelas diferentes áreas das ciências, mas da forma como essas áreas geraram esses conhecimentos.

Para elucidar melhor esse processo, é necessário discutir o conhecimento escolar: forma de socializar o conhecimento científico e de enriquecer o conhecimento cotidiano.

### 1.3 – CONHECIMENTO ESCOLAR

Ao longo do tempo, algumas concepções teóricas acerca do que é a educação e para que fins ela se destina, nortearam o trabalho e as decisões tomadas pelos educadores e por aqueles que determinaram o que deveria e o que não deveria ser ensinado nas escolas, assim como a maneira de fazê-lo. Considerando que tais decisões dependeram, à toda época, dos anseios, crenças e visões de mundo, ou seja, dos interesses individuais ou coletivos desses indivíduos,

pode-se dizer que todas essas influências deram forma ao conhecimento escolar tal como ele é percebido hoje. Tomar consciência desses fatores é importante para situar qualquer proposta pedagógica em um corpo teórico-filosófico que sustente as razões que o nortearam. Afinal de contas, mesmo que de forma implícita, em qualquer produção nessa área de atuação existem concepções a respeito do papel que as disciplinas escolares devem exercer na formação dos indivíduos que a elas se submetem, voluntária ou involuntariamente, durante certo período de suas vidas.

De acordo com Lopes (1999), duas correntes principais se contrapuseram em dado momento histórico no que diz respeito à compreensão do que viria a ser o objeto e o objetivo do processo educativo praticado nas escolas. A primeira delas, notadamente modelada sob uma perspectiva filosófica e pedagógica, no que foi mais bem representada pelos trabalhos de Paul Hirst<sup>8</sup> (apud LOPES, 1999), partia da apreensão de que a cultura humana teve sua origem no advento da linguagem e na partilha de símbolos. Assim, a educação deveria se projetar no sentido de permitir aos indivíduos desenvolverem a capacidade de manipular esses símbolos e de se expressarem por meio de conceitos, garantindo a transmissão de sua herança e legado cultural às gerações futuras. Nesse contexto, considerar a cultura como o resultado de um longo processo experiencial humano em diferentes áreas do saber, significa, na concepção de Hirst, que “ter uma mente envolve caminhar para ter uma experiência articulada por meio de vários esquemas conceituais” (LOPES, 1999, p. 163).

Este vivencial articulado, de acordo com Hirst e Peters<sup>9</sup> (apud LOPES, 1999), seria produzido por diferentes formas de conhecimento que vêm se desenvolvendo ao longo da história humana, tendo como principais representantes a matemática, as ciências físicas, as ciências humanas, a literatura e belas artes, a moral, a religião e a filosofia. Assim, segundo Lopes (1999, p. 162), Hirst e Peters “desenvolvem o conceito de formas de conhecimento: articulações básicas por meio das quais o conjunto da experiência humana torna-se inteligível”. Essa inteligibilidade, portanto, seria garantida na forma de disciplinas escolares, assim definidas por estudiosos que atribuiriam a elas as formas fundamentais de determinado conhecimento. Nestes termos, a escola deveria ser o ambiente no qual essas formas de saberes

---

<sup>8</sup> HIRST, Paul. Liberal education and nature of knowledge. In: Knowledge and the curriculum - a collection of philosophical papers. London: Routledge & Kegan Paul, 1980. p. 30-53

<sup>9</sup> HIRST, P. & PETERS, R. S. A lógica da educação. Rio de Janeiro: Zahar, 1972 p. 86-87

desenvolvidos pela capacidade de abstração conceitual seriam compartilhados, o que implica, necessariamente, na determinação do próprio currículo escolar.

Por outro lado, surge na década de mil novecientos e setenta, uma nova corrente que viria a definir o conhecimento escolar como material de estudo e pesquisa pertinente à Sociologia da Educação (LOPES,1999). Nessa perspectiva, mais que tentar determinar que áreas do conhecimento, componentes de uma determinada cultura, são cruciais para o desenvolvimento e intelectualização dos indivíduos, importa reconhecer o conhecimento escolar como o produto de relações sociais que encontra, no currículo, um meio propício de assegurar que não haverá uma distribuição igualitária da educação na sociedade. A compreensão da estrutura do conhecimento escolar montada sobre ideologias muito bem definidas é o que possibilita a compreensão da compartimentação do saber na esfera escolar, bem como os critérios utilizados para excluir ou incluir diferentes fontes de saber, além de explicar a exclusão social proporcionada por ela. De acordo com Bernstein<sup>10</sup>, apud Lopes (1999, p. 161),

a forma como uma sociedade seleciona, classifica, distribui, transmite e avalia os saberes escolares reflete a distribuição de poder no interior desta mesma sociedade e os mecanismos que asseguram o controle social dos comportamentos individuais.

Acompanhando essa visão sociológica a respeito das razões que definem a forma do conhecimento escolar, Lopes (1999) cita também o artigo de Esland na obra *Knowledge and Control*<sup>11</sup> – marco inicial da Nova Sociologia da Educação – em que esse autor defende a idéia de que aquilo classificado como conhecimento humano não pode ser separado da subjetividade da mente humana. Segundo ele, as verdades ou validades relacionadas ao saberes não são imutáveis. Ao contrário, são dependentes daquilo que os indivíduos consideram como relevante ou legítimo, ou seja, dependem de atributos que são passíveis de mudança.

Da mesma forma que a visão defendida por Hirst e Peters foi alvo de críticas por não comportarem a influência decisiva de aspectos sociológicos na estruturação do conhecimento escolar, a visão dos defensores da Nova Sociologia da Educação

---

<sup>10</sup> BERNSTEIN, Basil. On the classification and framing of educational Knowledge. In: Knowledge and control. New York: Macmillan, 1981. p. 47

<sup>11</sup> ESLAND, Geoffrey M. Teaching and learning as the organization of knowledge. In: Knowledge and control. New York: Macmillan, 1981. p. 70-115

foi muito criticada por seu elevado grau de relativismo no que se refere, por exemplo, à constituição e importância das disciplinas escolares. Como bem defende Lopes (1999), alguns saberes são naturalmente mais importantes que outros e não são determinados unicamente por concepções políticas ou éticas.

Por esse motivo, a bem de uma análise diferenciada da estruturação do conhecimento escolar, Lopes (1999) registra o surgimento de uma nova vertente de pesquisa que contempla a própria história das disciplinas escolares sem abrir mão de seus aspectos sociais e epistemológicos. Os estudiosos dessa área têm por objetivo analisar o processo histórico responsável pelas alterações sofridas por uma dada disciplina com o passar do tempo, assim como, identificar tanto os fatores quanto os mecanismos que fazem com que uma forma de saber, a despeito de outras, seja elevada ao status de disciplina escolar. Para tanto, segundo alguns pesquisadores desse campo, é necessário associar as perspectivas históricas aos estudos etnográficos, de maneira a correlacionar aspectos denominados micro e macro, ou seja, incluir como objeto de análise (ultrapassando os elementos já discutidos - macro), o comportamento dos indivíduos que representam formalmente determinada disciplina bem como daqueles que se submetem ao seu aprendizado, além da própria relação estabelecida entre ambos. Conforme Lopes (1999), alguns dos pesquisadores dessa tendência defendem que as explicações advindas da perspectiva filosófica ou sociológica de pesquisa do conhecimento escolar não podem dar respostas satisfatórias sobre o tema por tratarem sempre do fato acabado em si e não do processo que leva à sua conformação. Daí a valorização da necessidade de se fazer um levantamento do percurso histórico pelo qual passou o saber escolar.

Lopes (1999) acrescenta que ao refletir sobre essas perspectivas de análise do conhecimento escolar, entende como mais significativo, o fato de se poder articular aspectos filosóficos indispensáveis - como a epistemologia capaz de desenhar a essência de cada área do saber - às influências advindas de relações políticas, econômicas e sociais tanto de fora do ambiente em que se compartilha tal conhecimento como no seu interior. Tudo isso pautado pela concomitante elucidação do processo histórico que possibilita ao pesquisador questionar o *statu quo* do conhecimento escolar. Uma das constatações das pesquisas orientadas por essa nova perspectiva, se refere à disciplinarização do conhecimento em âmbito escolar. No intuito de elucidar esse processo que leva à organização dos saberes

em disciplinas, Lopes (1999) se propõe a discutir o significado do que vem a ser uma disciplina escolar, os fatores internos e externos que a influenciam, a divisão em segmento e compartimentação do conhecimento e, por fim, o embate entre as propostas de disciplinaridade e interdisciplinaridade.

No que se refere à compreensão das origens das disciplinas escolares é importante ressaltar que essa forma de categorizar o conhecimento é tão enraizada no universo escolar que muito pouco se questiona a respeito das razões que as levaram a ocupar tal status. Tanto esse fato se mostra verdadeiro que é possível constatar que para a maioria daqueles que trabalham com educação, esse vocábulo apresenta, invariavelmente, definições vagas que o associam à noção de matéria ou conteúdos escolares, como se todos esses elementos fossem uma mesma coisa. Entretanto, o que se verifica, mesmo após breve estudo do tema, é que o termo disciplina ganhou diferentes significados em momentos distintos da história.

Com o objetivo de buscar noções de disciplina ao longo da história, Lopes (1999) menciona os trabalhos de Chervel<sup>12</sup>, onde se encontram registros que atestam uma constante mudança do conceito de disciplina, que por sua vez, dependeu sempre do contexto histórico no qual estava inserido. Assim, até o século XIX o vocábulo em foco possuía o sentido de vigilância e utilizava-se, nessa época, o termo matéria de ensino para o que é chamado hoje de disciplina. Essa necessidade de vigilância e conseqüente controle do indivíduo se mostrou muito útil numa época em que se objetivava o triunfo da revolução industrial e a acumulação de capital. Assim interessava muito a formação de indivíduos, como bem coloca Lopes (1999), “dóceis e úteis, capazes de servir ao modo de produção emergente – o capitalismo”.

A partir da segunda metade do século XIX, a palavra disciplina passa a representar a idéia de exercício intelectual capaz de fornecer ao espírito humano condições para acessar diferentes domínios do pensamento. Essa concepção, no entanto, perde força com o passar do tempo e o termo disciplina torna-se simplesmente a palavra que classifica as matérias de ensino, mesmo que guardando ainda, em seu íntimo, a noção de disciplinadora do espírito.

Enquanto alguns pesquisadores do tema, segundo Lopes (1999), consideram as disciplinas como simples formas didatizadas do conhecimento, geradas pelas

---

<sup>12</sup> CHERVEL, André. História das disciplinas escolares: reflexões sobre um tema de pesquisa. Teoria e Educação, Porto Alegre, n. 2, 1990.

ciências de referência (seus conteúdos teriam origem na academia e a forma de ensiná-los seriam desenvolvidos pela Pedagogia) outros rebatem essa idéia ao ressaltarem que as disciplinas escolares comportam em sua estrutura uma significativa influência de fatores pertinentes ao próprio ambiente escolar. Assim, não dependeria unicamente dos elementos internos já mencionados (ciência de referência, critérios epistemológicos), mas de práticas tais como os exercícios propostos (cujo teor pode não ser relevante para a ciência de origem), as avaliações ou trabalhos em grupo.

No entanto, não se pode negar que as disciplinas das áreas de ciências não contemplam o processo de produção do conhecimento científico no que se refere aos problemas e dificuldades vivenciados pelos cientistas, uma vez que tratam, invariavelmente, apenas de pesquisas que deram certo. Os erros cometidos, os embates e os obstáculos enfrentados pelos pesquisadores são sempre deixados de lado. Dessa forma não é de se admirar que o conhecimento escolar contribua para a formação de uma imagem de ciência enganosa, como se essa fosse uma área do saber perfeita e infalível, o que acaba por reforçar o cientificismo (LOPES, 1999).

Mas, concordar com essa proposição não corresponde a optar por uma estrutura de disciplina norteada pelo processo de produção do conhecimento científico. Apesar de não ser uma boa opção abrir mão, no âmbito escolar, da discussão a respeito dos erros e impasses da ciência, isso não deve implicar ter que reproduzir com os estudantes o caminho percorrido por essa mesma ciência. Está aí uma das diferenças entre o conhecimento produzido no ambiente escolar e o científico, pois, concordando com Lopes (1999, p. 181),

se no processo de didatização conferimos novas formas aos conhecimentos científicos e/ou eruditos, organizando-os em disciplinas nem sempre correspondentes aos saberes de referência, igualmente produzindo novos conteúdos. O que não significa que estamos produzindo ciência: o conhecimento escolar compõe uma instância própria de conhecimento.

Entretanto, apesar de considerar indiscutível essa condição distinta do conhecimento escolar, é importante registrar que a forma e o status das disciplinas serão determinados tanto por fatores referentes à estrutura política, social, econômica que as permeiam, quanto por fatores referentes à própria área de conhecimento tratada por cada uma delas. As disciplinas das ciências exatas, por

exemplo, ao tratarem de áreas do conhecimento de relevante papel na sociedade contemporânea (pois envolvem a tecnologia, a saúde etc.) e possuírem reconhecida tradição, ocupam papel de destaque nos currículos escolares (Lopes, 1999). Além desses fatores, essa valorização curricular está relacionada ao fato desse conhecimento conter atributos cujos valores foram socialmente construídos e associados à uma noção do que deveria ser uma disciplina de importância inquestionável. Entre esses atributos, podem ser destacados: a possibilidade de ser ensinado, aprendido e avaliado de forma individualista; ser abstrato; apresentar compartimentação e não se relacionarem diretamente com o cotidiano do aprendiz.

Em contrapartida, as ciências sociais são desvalorizadas e frequentemente classificadas como pertencentes ao campo das opiniões, como se qualquer um pudesse emitir uma declaração que não pudesse ser considerada errada. Assim, essas áreas seriam consideradas sem qualquer racionalidade inerente, só podendo alcançar certo valor depois de revestirem-se da roupagem utilizada pelas ciências físicas (LOPES, 1999). Fica claro assim que a compreensão da hierarquia existente entre as disciplinas deve passar pelo exame das relações sociais na qual são formadas. De acordo com Lopes (1999) o acesso ao conhecimento é um fator que define a diferenciação entre classes. É uma vez que o conhecimento pode ser compartimentalizado, oportuniza-se o controle de acesso dos indivíduos a esse conhecimento, permitindo assim, que alguns alcancem um maior nível de aprofundamento enquanto outros ficam limitados à superficialidade. Por conseguinte, esse processo ocasiona a própria estratificação social uma vez que, em geral, as posições de maior destaque em nossa sociedade são ocupadas por aqueles que permaneceram mais tempo nas instituições de ensino o que implica, nesses termos, um contato mais íntimo com o conhecimento.

Mas o importante nesse momento, não é combater a compartimentação do conhecimento na forma de disciplinas uma vez que esse processo pode ser considerado, até certo ponto, natural e resultante de fatores intrínsecos ao próprio conhecimento. O importante a ser colocado é a compreensão de que existe a possibilidade de uma reordenação das disciplinas convencionais que afrontaria a pretensa posição de destaque e hegemonia hoje ocupada por certas disciplinas (Lopes, 1999). Isso não ocasionaria, necessariamente, o fim das disciplinas mas sim a articulação de um diálogo entre elas. Lopes (1999) vê a especialização, na

forma como é tratado por Bachelard<sup>13</sup>, o canal capaz de proporcionar uma interação construtiva entre as disciplinas. Segundo Lopes (1999), nestes termos, a especialização se contrapõe à cultura geral com gosto escolar. A mesma que anseia por princípios gerais capazes de explicar o maior número de eventos possíveis sem critérios de contornos racionais.

Por outro lado, nas palavras de Lopes (1999, p. 192), a idéia de visão precisa proposta por Bachelard, “[...] implica necessariamente um processo de especialização no qual a mente do cientista se abre a inúmeros campos do conhecimento, dialoga com eles, justamente, para produzir grandes sínteses, necessárias à compreensão efetiva dos fenômenos científicos”. Portanto, esse nível de interação, acaba por excluir a noção das disciplinas como áreas rígidas e isoladas do saber, retratando assim, o que ocorre realmente na ciência de ponta no mundo de hoje (LOPES, 1999).

Para saber até que ponto é possível proporcionar esse tipo de interação entre as próprias disciplinas escolares das ciências físicas (área de interesse desse trabalho) e aquelas de outras áreas, é necessário elucidar a maneira como o conhecimento científico é tratado no âmbito escolar. Algumas das análises mais úteis a fim de alcançar essa meta referem-se ao conceito de representação e de transposição didática, ambos desenvolvidos com o objetivo de caracterizar a transformação do conhecimento científico em conhecimento escolar (LOPES, 1999).

Na perspectiva da representação, parte-se da idéia de que todos os indivíduos já possuem uma estrutura conceitual capaz de gerar explicações e de lhes proporcionar a elaboração de soluções para as experiências e questões que surgem no seu dia-a-dia. Assim, a aprendizagem que ocorre no âmbito escolar, tem o papel de interferir nessa estrutura conceitual pré-existente. Considerando essas proposições, “o ensino de ciências deixa de ser encarado como mera transmissão de conceitos, para ser compreendido como um processo de transformação de pré-concepções dos alunos” (LOPES, 1999, p. 202). Mas essa transformação não ocorre de maneira automática, como se apenas o contato dos indivíduos com um novo conjunto de representações mentais fosse capaz de provocar modificações

---

<sup>13</sup> BACHELARD, Gaston. El problema filosófico de los métodos científicos – discurso proferido na abertura do Congresso Internacional de Filosofia das Ciências, Paris, 1949. In: El compromiso racionalista. Madrid: Siglo Veintiuno, 1985. p. 35-43.

definitivas na sua forma de ler o mundo. Segundo Lopes (1999), para Viennot<sup>14</sup>, os meios com os quais os estudantes interpretam o mundo que os cerca – que não derivam apenas de esquemas aprendidos nas escolas, mas que inclui também aqueles desenvolvidos de forma espontânea e intuitiva – são dotados de “coerência interna e estabilidade extraordinária”. Por essa razão não causa surpresa a constatação de que esses sistemas desenvolvidos pelos estudantes ofereçam grande resistência a mudanças e, dessa forma, se revelem também como uma barreira às transformações cognitivas objetivadas pela escola.

Uma outra proposta de análise do processo de ensino-aprendizagem próxima do conceito de representação trata da chamada mudança conceitual. Esta última envolve a identificação das concepções prévias dos alunos e, a partir daí, o desenvolvimento de metodologias de ensino apropriadas. Essas metodologias passam pela proposição de um problema, no qual, as concepções prévias dos estudantes se mostram insuficientes para a sua solução criando-se, assim, a condição necessária para que ocorra a mudança conceitual (LOPES, 1999). Cabe aqui registrar que o entendimento mais atual a respeito desse assunto não considera as concepções prévias como elementos que devem ser simplesmente desprezados, mas como uma obra alternativa da inteligência por vezes muito útil, empregada pelos aprendizes na compreensão do mundo que os cerca.

Essas duas correntes lançam luz sobre a necessidade dos educadores reconhecerem a existência de um universo até certo ponto coerente, criado pelos educandos cuja estabilidade não pode ser afetada por conteúdos expostos de forma aleatória e sem qualquer vínculo com a sua realidade. Conteúdos estes, revestidos de uma roupagem que lhes confere uma imagem negativa de verdade absoluta e serventia eventual. É necessário, portanto, que o novo saber, o científico, se mostre mais significativo em determinadas situações criadas pelo professor do que as formas de conhecimento antes cristalizadas. Não se trata de hierarquizar os saberes, mas de diferenciá-los admitindo-se que não são meras continuações um do outro. Como bem coloca Lopes (1999, p. 206), “no processo de ensino-aprendizagem não abrimos mão dos conceitos formulados no cotidiano, mas limitamos seu campo de ação à cotidianidade”.

---

<sup>14</sup> VIENOT, L. *Le raisonnement spontané em dynamique élémentaire*. Paris: Hermann, 1979.

Entretanto, apesar de levantarem questões cruciais referentes à estratégias de ensino, as tendências discutidas não problematizam as relações entre conhecimento científico e conhecimento escolar. Sim, pois a escola não se caracteriza simplesmente como sendo um ambiente onde o conhecimento científico é transmitido tal como é produzido. Para discutir melhor essa assertiva é necessário acessar a noção de transposição didática.

A transposição didática constitui um processo que gera um conhecimento indissociável da esfera escolar, ou seja, próprio da escola. Conforme Lopes (1999) Chevalard e Joshua<sup>15</sup> mapearam os conceitos relacionados à determinada representação matemática desde sua origem até a sua apropriação pelo sistema escolar. A partir da análise do que eles chamaram de noosfera (composta pelos cientistas, professores, especialistas, políticos, editoras, ou seja, todos os elementos que interferem, de qualquer forma que seja, no processo educativo) chegaram à conclusão que os habilitou delinear de que maneira

um elemento do conhecimento científico, quando deslocado das questões que ele permite resolver e dos conceitos com os quais constitui uma rede relacional, tem sua natureza fortemente modificada. Trata-se de uma despersonalização e de uma descontemporização dos conceitos, quando se tornam objetos de ensino (LOPES, 1999, p. 207).

Diante dessas idéias é necessário refletir sobre a ingênua impressão de que um Ensino de Ciências, pretensamente, fundamentado apenas no processo pelo qual a ciência se desenvolve, seja a forma mais adequada de abordagem em qualquer estágio. Assim, pode-se dizer que aprender ciência não deve corresponder necessariamente a 'fazer' ciência, tanto no aspecto teórico-conceitual (pensar como o cientista, por exemplo) quanto nas práticas (experimentação), e que não se pode garantir que aquele conhecimento desenvolvido na academia seja internalizado na sua íntegra pelo estudante ou sequer trabalhado dessa forma pelo professor.

Inclusive, no que diz respeito a aspectos teórico-conceituais, Leite (2004) cita que Chevalard<sup>16</sup> delinea bem o que vem a ser o processo pelo qual o conhecimento

---

<sup>15</sup> CHEVALARD, Y. ; JOSHUA, M. A. Un exemple d'analyse de la transposition didactique – la notion de distance. Recherches em Didactique des Mathematiques. Paris, v. 1, n. 3, p. 159-239, 1982.

<sup>16</sup> CHEVALARD, Y. La Transposition Didactique - du savoir savant au savoir enseigné. La Pensee Sauvage Éditions. Grenoble. 1991.

científico sofre modificações no percurso que vai do centro gerador até o estudante. Nas suas palavras (apud LEITE, 2004, p. 45)

um conteúdo do saber que foi designado como saber a ensinar, sofre, a partir de então, um conjunto de transformações adaptativas que irão torná-lo apto a ocupar um lugar entre os objetos de ensino. O 'trabalho' que faz de um objeto do saber a ensinar, um objeto de ensino, é chamado de transposição didática.

Segundo Alves-Filho (2000), Chevalard considera a transposição didática como uma ferramenta necessária para promover o processo através do qual o saber produzido pelos cientistas (o Saber Sábio) se transforma naquele que está contido nos programas e livros didáticos (o Saber a Ensinar) e, principalmente, naquele que realmente se manifesta nas salas de aula (o Saber Ensinado). As proposições de Chevalard, oriundas de suas pesquisas e reflexões, indicam que os professores não devem ter a ingênua pretensão de achar que ensinam de pronto, aos educandos, os conceitos científicos tal como foram gerados. Inclusive, na medida em que o professor necessita adequar aquela estrutura conceitual a um formato inteligível para o estudante, as modificações por ela sofridas podem acarretar a perda de parte de sua essência.

O desafio, portanto, reside no desenvolvimento de ações transformadoras que tornem um saber sábio em saber ensinável. “Um processo transformador exige a determinação ou adoção de um ponto de partida ou ponto de referência. O ponto de referência ou o saber de referência adotado é o saber produzido pelos cientistas de acordo com as regras do estatuto da comunidade à qual pertence” (ALVES-FILHO, 2000).

Lopes (1999) ressalta que Astolfi e Develay<sup>17</sup> defendem a transposição didática como uma boa possibilidade de se constituir uma epistemologia escolar em que a maior problemática enfrentada estaria relacionada à apropriação do conhecimento. Daí Lopes (1999) se manifestar em defesa da mudança do termo transposição (que estaria mais ligado ao ato de retirar de um local para outro, como uma mera reprodução) para o uso do termo mediação didática. Em suas palavras, a mediação “não no sentido genérico [...]. Mas no sentido dialético: um processo de constituição de uma realidade a partir de mediações contraditórias, de relações

---

<sup>17</sup> ASTOUFI, J. P. ; DEVELAY, M. A Didática das Ciências. Tradução, Magda Fonseca.. Campinas: Papyrus, 1990

complexas, não imediatas” (LOPES, 1999, p. 208). Porém, esse processo não é de simples constituição, até mesmo, por não estar sob controle exclusivo dos professores. Lopes (1999), ao analisar a forma como os conceitos relacionados à Química Quântica foram representados nos livros didáticos<sup>18</sup>, assinala dois aspectos significativos: o primeiro está relacionado ao fato dos livros apresentarem somente os resultados das pesquisas, sem nenhuma referência significativa ao processo histórico a elas associado, rompendo assim, a ligação dos conceitos tratados com os problemas e questões que lhe deram origem.

O outro ponto, diz respeito à tendência didática que pressupõe ser necessário partir do concreto para se chegar ao abstrato, aproximando o conhecimento científico do senso comum (por continuidade, como se o primeiro fosse o aprimoramento do segundo) o que leva a distorções inevitáveis do saber científico. É claro, a mediação didática não pode admitir distorções no processo de constituição do saber escolar. Pois, do contrário, passa-se a ensinar e aprender qualquer coisa, menos conceitos pertencentes à ciência.

As analogias e as metáforas são outros elementos relevantes presentes no desenvolvimento do conhecimento escolar. E Lopes (1999), ao citar Nersessian<sup>19</sup>, procura demonstrar que mesmo na produção do conhecimento científico o uso destes elementos é necessário, mas nunca se contrapondo ao que o caráter formal da linguagem revela.

Com base nos trabalhos de Duit<sup>20</sup>, Lopes (1999) admite o conceito de analogia como sendo uma comparação de estruturas entre dois domínios, cujas partes, guardam uma reconhecida identidade. As metáforas, por outro lado, referem-se a comparações que privilegiam qualidades não concordantes entre dois domínios, cujas bases devem ser criadas por quem as elabora. Nas palavras de Lopes (1999, p. 211)

---

<sup>18</sup> LOPES, A. R. C. Livros didáticos: obstáculos ao aprendizado da ciência química. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro, IESAE/FGV, 1990

<sup>19</sup> NERCESSIAN, N. Constructing and instructing: the role of “abstraction techniques” in creating and learning physics. In: DUSCHL, R. A. ; HAMILTON, R. J. (ed.). Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice. New York: State University of New York, p. 48-68. 1992

<sup>20</sup> DUIT, R. On the role of analogies and metaphors in learning science. Science Education, London, v. 75 n. 6, p. 649-672, 1991

Duit aponta que analogias e metáforas servem de forma significativa ao desenvolvimento das ciências, por cumprir funções explanatórias e heurísticas. Assim sendo, se considerarmos que a escola deveria ensinar não apenas o conhecimento científico, mas também o metaconhecimento<sup>21</sup> científico, as analogias e metáforas assumem papel fundamental no ensino de ciências.

Concordando com Lopes (1999) é necessário salientar que a utilização de analogias e metáforas não pode prescindir dos raciocínios formais. Entretanto, o que se nota com freqüência, é a banalização dessas ferramentas ao se julgar que podem servir como subterfúgios para dispensar a linguagem formal, tornando-se verdadeiros obstáculos epistemológicos. Mas, ao contrário do que possa parecer, o conhecimento escolar não corresponde a um simulacro do conhecimento científico, pois possui características próprias. Além disso, não está condenado a conter erros em razão de sua natureza incluir o processo de mediação didática. Como coloca Astolfi e Develay<sup>22</sup>, apud Lopes (1999, p. 215)

Pois a escola nunca ensinou saberes ('em estado puro' é o que se desejaria dizer), mas sim conteúdos de ensino que resultam de cruzamentos complexos, [...]. Deste ponto de vista, as transformações sofridas na escola pelo saber sábio devem ser interpretadas menos em termo de desvio ou de degradação [...], do que em termos de necessidade constitutiva, devendo ser analisada como tal. Pois, reunindo um currículo, todo conceito científico se integra numa nova economia do saber: ele deve e pode designar alguma coisa que possa ser aprendida [...], deve abrir um campo de exercícios para produzir ou permitir conceber sessões de trabalhos práticos... E também características e exigências que não existiam no contexto do saber sábio.

Assim, a escola acaba tendo o objetivo claro de proporcionar aos estudantes uma apropriada formação científica e, ao mesmo tempo, contribuir para constituição do conhecimento cotidiano, imbuído de valores e princípios de uma dada sociedade (Lopes, 1999). E o que a princípio, parece se revelar como um inconveniente contraditório, aponta na direção da compreeção do conhecimento escolar como o resultado distinto da interação entre diferentes saberes, que não guardam entre si nenhuma espécie de subordinação, mas se mostram diferentes quando comparado o potencial de suas abordagens.

---

<sup>21</sup> De acordo com Novak e Gowin (1995), trata-se do conhecimento que lida com a natureza do conhecimento e do ato de conhecer.

<sup>22</sup> ASTOUFI e DEVELAY (1990) op. cit.

Cabe à escola, o papel intransferível de “tornar acessível um conhecimento para que possa ser transmitido” (LOPES, 1999, p. 218). Esse contorno do conhecimento, no entanto, não corresponde a uma simples roupagem nova deste último, conformando-se apenas como uma mera reprodução. Como diz Lopes (1999, p. 218),

o trabalho de didatização [...] implica 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 (grifo nosso).

Essas idéias são frutos preciosos colhidos no percurso que envolve a compreensão de alguns dos aspectos relativos ao conhecimento científico, cotidiano e escolar. É libertadora, na dimensão em que coloca, nestes termos, o conhecimento compartilhado na escola, porque é nesse ambiente que se oportuniza a formação de pessoas cada vez mais críticas e de postura consciente, construtiva e atuante o que eleva, sem dúvidas, sua auto-estima.

## CAPÍTULO 2

### O PAPEL DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Pode-se dizer que é quase uma unanimidade, entre os professores de ciências, o entendimento de que é inevitável aliar as aulas teóricas a práticas experimentais relacionadas ao conteúdo abordado (HODSON, 1994). Entretanto, essa assertiva não fecha a discussão a respeito do local mais apropriado onde os experimentos devem ser levados a efeito. Portanto, essa exposição a respeito do papel da experimentação no Ensino de Química é iniciada destacando duas instâncias passíveis de serem distintas: a experimentação – pela sua própria essência e importância como elemento constituinte do saber científico e necessário ao saber escolar; e o laboratório – que faz referência a um determinado local onde estas práticas são realizadas.

Aqui, o objetivo não é promover um rompimento entre estas noções, consideradas umbilicalmente ligadas, mas apenas pretende-se expor que não existe um único lugar capaz de promover a análise de fenômenos destinados ao aprendizado de ciência, ainda mais quando os aspectos qualitativos são priorizados e o nível de escolarização e suas finalidades são levadas em conta. Considerando que a escolha do espaço físico deve depender sempre da espécie de prática a ser efetuada e de sua finalidade, será primeiro realizada uma exposição das concepções que levam em conta a noção de laboratório didático e sua importância para o ensino de ciências para em seguida ser analisado o tipo de experimentação, suas características (o que o compõe), objetivos (para que fim se destinam) e implicações (o que acarretam). Essa abordagem se mostra pertinentes partindo do pressuposto que o contexto escolar é capaz de gerar um conhecimento próprio e que, nesse caso, pode abrir mão de espaços característicos da produção de conhecimento científico.

É notório que desde muito tempo as práticas experimentais estiveram associadas, mesmo por sugestão, a um ambiente compreendido como adequado à sua realização. No século XVIII, por exemplo, os estatutos da Universidade de Coimbra recomendavam que o estudo da Química deveria estar vinculado ao

trabalho prático realizado especificamente no laboratório, assim como em 1903, havia um projeto de lei do Congresso Nacional Brasileiro defendendo a instalação de laboratórios nos chamados Institutos Oficiais de Ensino nos moldes do Ginásio Nacional (PEREIRA, 2007). De acordo com Alves-Filho (2000) a relação, na universidade, entre laboratório didático e o ensino de Física não suscita maiores discussões. Já nos cursos de nível médio de Física (e por que não incluir aí o ensino de Química ou o de qualquer outra Ciência), essa vinculação tem sido motivo de polêmica, pois, se por um lado, alguns consideram o laboratório como a solução para os problemas de ensino-aprendizagem, outros o consideram “como mero elemento do contexto metodológico”. Percebe-se na forma como essa discussão se conforma que o laboratório e as práticas experimentais parecem ser tratados como elementos indissociáveis. Após análise dos trabalhos de diferentes pesquisadores, Alves-Filho (2000) descreve algumas concepções de laboratórios didáticos que se mostram muito úteis para a compreensão das variadas metodologias que acabaram sendo utilizadas pelos professores.

A primeira delas faz referência ao chamado laboratório de demonstrações ou experiências de cátedra<sup>23</sup>. Nesse tipo de processo os experimentos têm como função ilustrar a parte teórica dos conteúdos e são determinados pelo professor e realizados por ele, enquanto que, ao aluno, resta o papel de simples observador. Para Ferreira<sup>24</sup>, apud Alves-Filho (2000, p. 176) “esse tipo de experiência é mais motivador para aqueles que realizam (professores!) do que para os observadores (alunos!)”.

Um outro tipo de laboratório que dá ênfase à verificação ou comprovação de leis ou conceitos é o tradicional ou convencional. Neste caso, porém, o aluno de posse de um roteiro ou texto guia, manipula equipamentos e dispositivos do laboratório com a tarefa de registrar dados, elaborar gráficos, entre outras coisas. Apesar de ter uma participação mais ativa, o estudante tem sua ação e poder de decisão limitado pelas restrições impostas pelo tempo, pelo roteiro das experiências ou pela impossibilidade de modificar ou criar o aparato experimental.

---

<sup>23</sup> Verifica-se neste caso, como nos demais, que dois termos, para nós distintos, são utilizados para designar um mesmo evento.

<sup>24</sup> FERREIRA, N. C. Proposta de Laboratório para a escola brasileira. Dissertação de Mestrado. FEUSP-IFUSP, São Paulo, 1978.

Uma outra proposta é conhecida como laboratório divergente. Neste contexto, após passar por um período de ambientação, no qual aprende a manipular os instrumentos do laboratório seguindo roteiros predeterminados, o aluno acessa uma fase denominada de experimentação. Nessa etapa, ele decidirá a atividade a ser realizada, os objetivos a serem alcançados e as hipóteses que serão testadas enquanto que, ao professor, cabe o papel de auxiliá-lo tanto na parte material como conceitual.

O terceiro modelo analisado por Alves-Filho (2000), denominado laboratório de projetos, está mais voltado para o ensino universitário ou de cursos profissionalizantes, destinado a estudantes do último estágio de aprendizado que detêm as técnicas de medida, bem como o domínio de conteúdo e de procedimentos experimentais e que podem, até mesmo, gerar ensaios experimentais inéditos.

Por último, Alves-Filho (2000) descreve o chamado laboratório biblioteca que prioriza os experimentos de rápida execução cujos materiais requeridos caracterizam-se pelo fácil manuseio, implicando na realização de mais de um experimento no tempo destinado à aula de laboratório. No que se refere ao modo como as práticas experimentais são executadas, o laboratório biblioteca não se diferencia do laboratório tradicional, pois o aluno continua seguindo roteiros ou texto-guia.

Apesar das informações levantadas por Alves-Filho (2000) serem o resultado de pesquisas relacionadas ao Ensino de Física nota-se, pelo seu conteúdo, que encontram um inegável paralelo com a vivência e relatos dos professores de outras ciências que fazem uso de práticas experimentais.

Cabe destacar então que todos esses enfoques vislumbram ou mencionam a execução dos experimentos em um espaço específico: o laboratório. Porém, é notório que muitas escolas sequer possuem um ambiente como esse, de forma que os professores não podem ter como única opção, práticas que o exigem, seja por uma imposição material ou relativa à segurança dos estudantes. Além do mais, a estreita relação estabelecida entre experimentação e laboratório, de alguma forma, retrata a concepção predominante que acredita ser a escola o local onde se deve reproduzir o conhecimento científico tal como ele fora criado nos centros de pesquisa. Com essas colocações, não se pretende abolir os laboratórios das escolas, mas defender a idéia de que é necessário pensar primeiro o experimento,

levando em conta não só os conteúdos, mas também o contexto no qual estão inseridos os professores e os estudantes.

Nesse aspecto, como fora mencionado, não se discute a relevância de se proceder na utilização de experimentos nas escolas. Para os professores, em sua grande maioria, esse é um ponto pacífico. Inclusive, um dos critérios empregados na hora de se escolher o livro didático, se refere à presença nestes últimos de atividades experimentais de fácil realização e com materiais de fácil obtenção que não ofereçam riscos ao estudante (MEGID NETO e FRACALANZA, 2003).

Quando perguntados a respeito da importância das experiências em sua prática pedagógica, os professores emitem diferentes opiniões: para motivar os educandos, para ensinar técnicas de laboratório, para reforçar uma idéia sobre o método científico ou para desenvolver determinadas “atitudes científicas” (HODSON, 1994). Como se pode notar, no entanto, essas justificativas não incluem o desenvolvimento de nenhuma habilidade ligada às relações sociais o que confirma a constatação já mencionada, relativa à realização de procedimentos experimentais que normalmente não requerem uma reflexão que ultrapasse a anotação de dados e descrição de fenômenos.

Conforme Hodson (1994), os argumentos que defendem a utilização do trabalho em laboratório para desenvolver habilidades técnicas são de duas naturezas: aquisição de habilidades gerais que podem ser utilizadas em outras áreas de estudo, para enfrentar os problemas cotidianos ou desenvolver as capacidades essenciais para formar futuros cientistas e técnicos. No entanto, esses objetivos não encontram êxito uma vez que estudos relacionados indicam que, com o passar do tempo, os estudantes tendem a esquecer essas técnicas de laboratório. Hodson (1994) defende então que deveriam ser ensinadas somente aquelas habilidades que se demonstrem úteis para um ensino subsequente e que sejam desenvolvidas a um nível de competência satisfatória.

Quanto ao desenvolvimento de atitudes científicas, é necessário analisar criticamente o que são, na realidade, essas atitudes uma vez que é recorrente a seletividade com que os cientistas fazem quando chega a hora de comunicar o resultado de seus trabalhos e o quanto distorcem ou mesmo suprimem dados em favor de sua conveniência, necessidade ou convicção (HODSON, 1994), o que contribui, de forma negativa, para uma imagem de ciência como fonte de verdades imutáveis e de caráter neutro. Sem dúvida, as práticas experimentais devem

explicitar como o conhecimento é compartilhado dentro da comunidade científica e como a ciência é influenciada por aspectos socioeconômicos, culturais, políticos, éticos e morais.

Quanto aos estudantes, Hodson (1994) registra que a maior parte deles demonstra, inicialmente, grande disposição e apreço pela prática experimental, o que torna esse recurso uma boa oportunidade para abordar métodos de aprendizagem mais ativos e de interação mais direta entre professor e educandos. Entretanto, esse interesse diminui com o aumento da idade em razão dos experimentos serem mal estruturados e feitos de acordo com um conjunto de indicações explícitas (no modelo de experimentos já citados). Assim, os aprendizes demonstram não ter a menor idéia do que fazem, não compreendendo o objetivo da prática experimental ou as razões que o levam a realizar tal prática. Esses trabalhos práticos individuais se revelam contraproducente e dão lugar a uma compreensão incoerente e distorcida da metodologia científica (HODSON, 1994).

Estes problemas são, em parte, resultado de um processo focado na aprendizagem pela descoberta. De acordo com Kirschner (1992)<sup>25</sup>, apud Hodson (1994), isso se deve a uma interpretação errônea da teoria de aprendizagem significativa de Ausubel. Segundo ele ao tentarem se contrapor ao ensino focado na transmissão/repetição, os educadores associaram a aprendizagem significativa a métodos baseados na descoberta o que denota uma imagem indutivista do desenvolvimento do conhecimento científico. O que os estudantes valorizam é o desafio cognitivo, uma prática que tenha um objetivo claro e que funcione, além de proporcionar certa independência na sua realização (HODSON, 1994).

Desse modo, Hodson (1994) considera que as dificuldades enumeradas anteriormente se devem a maneira irreflexiva como são estruturados os planos de estudos e a maneira inapropriada do uso de trabalhos práticos. De certa forma, segundo ele, essas atividades são infrautilizadas – só em poucas ocasiões é explorado completamente seu potencial – ou sobreutilizadas – é usada em demasia e como uma indispensável ajuda para se alcançar todos os objetivos da aprendizagem de conceitos científicos. Para solucionar esses problemas é necessário ter claro o propósito dos conceitos tratados e escolher uma atividade de

---

<sup>25</sup> KIRSCHNER, P. A. Epistemology, practical work and academic skills in science education, Science & Education, 1992.

aprendizagem que se adapte a esses objetivos. Para esse fim, Hodson (1994) destaca enfoques alternativos como, por exemplo, as tarefas de prever-observar-explicar como forma de incluir na atividade prática a reflexão. Nesta circunstância os educandos são convidados a fazer previsões sobre o que acreditam que ocorrerá em determinada situação experimental. Durante a demonstração, feita pelo professor, os educandos registram o que observam e comparam com a sua previsão destacando qualquer discrepância.

Uma outra possibilidade refere-se a atividades experimentais realizadas em computador que permitam trabalhar com tarefas extremamente difíceis operacionalmente, caras, demoradas ou perigosas se fossem realizadas pelo aluno em um laboratório. Essas simulações virtuais são bastante úteis pela imensa capacidade de manipulação que oferecem, fornecendo aos estudantes a possibilidade de explorarem sua compreensão teórica e realizarem de forma rápida, confiável e segura investigações que consideram relevantes para o conhecimento a ser adquirido. Assim, independentemente da forma como se realize, o trabalho experimental ganha importância principalmente quando tem uma base teórica que o justifique, e desde que seja de fato entendido pelo aluno permitindo sua efetiva participação (seja por debates ou intervenções).

Nesse sentido, Silva e Zanon (2000) destacam dos trabalhos de Mortimer *et alii*<sup>26</sup> três níveis de conhecimento intrínsecos a qualquer aula de ciências: o empírico ou fenomenológico, o teórico (que envolve os modelos) e o representacional (do qual faz parte a linguagem). A interação estabelecida entre esses elementos que, nas palavras dessas autoras, passa pela “relação dinâmica/dialética entre experimento e teoria, entre pensamento e realidade, relação essa que só é possível através da ação mediadora da linguagem”, pode ser muito bem trabalhada pela experimentação, uma vez que esse evento envolve de forma direta o diálogo entre realidade e teoria. Porém, antes de prosseguir, é importante salientar que a ciência não tem uma relação de descrição fiel, absoluta e definitiva da realidade. Silva e Zanon (2000) fazem uso da distinção elaborada por Matthews<sup>27</sup> entre o que ele chamou de objeto teórico da Ciência (corpo de definições, conceitos, relações

---

<sup>26</sup> MORTIMER, E. F. ; MACHADO, A. H. ; ROMANELLI, L. I. A Proposta Curricular de Química do Estado de Minas Gerais: Fundamentos e Pressupostos. Química Nova, v. 23, n.2, p. 273-283, 2000.

<sup>27</sup> MATTHEWS, M. R. Vino viejo en botellas nuevas: un problema con la epistemologia constructivista. Enseñanza de las Ciencias, v. 12, n. 1, 1994 p. 79-84.

abstratas criadas e expressas) e os objetos reais da ciência (que podem ser manipulados pela experimentação), para esclarecerem que

A ciência é mediada pelo objeto teórico-conceitual que, claramente, não corresponde ao mundo real, até mesmo porque as descrições científicas são feitas a partir de objetos teóricos construídos intelectualmente. Não é, pois, o estado material das coisas que corresponde à afirmação científica, mas sim, um aspecto delimitado, especificado e idealizado deste estado material das coisas (ZANON, 2000, p. 138).

Quando entendida dessa forma, a experimentação passa a ser uma ferramenta muito útil para desmistificar o processo de desenvolvimento do conhecimento científico, tornando essa área do saber um campo de discussão mais acessível, menos hermético e menos dogmático.

A Ciência é colocada assim como ela é: uma importante “criação humana que guarda uma dinâmica relação entre as suas teorias e a prática” (SILVA e ZANON, 2000). Destarte, concordando com Driver *et alii* (1999), o conhecimento científico é simbólico por natureza e socialmente negociado. Dessa forma, suas entidades ontológicas e conceitos organizadores, bem como sua epistemologia e práticas características, serão apenas compartilhados através da cultura e das instituições sociais da ciência.

Ao professor de ciências cabe então, o papel de mediador entre o conhecimento científico e os aprendizes, contribuindo para que eles dêem sentido pessoal à maneira como as asserções do conhecimento são geradas e validadas, diferindo totalmente de uma perspectiva estritamente empirista. Neste aspecto, para Driver *et alii* (1999), o ato de conferir significados é concebido como um processo dialógico que envolve pessoas em conversação e, mais importante ainda, que a aprendizagem é vista como o processo pelo qual os indivíduos são introduzidos em uma cultura por seus membros mais experientes. Nessa atividade de “enculturação”, o professor disponibiliza aos alunos as ferramentas e convenções culturais da comunidade científica na busca por introduzi-los nessa comunidade de conhecimento através do discurso no contexto de tarefas relevantes, concebendo a sala de aula como um ambiente caracterizado por práticas discursivas distintas, num processo descrito como aprendizado cultural.

Em fim, ensinar ciências envolve a introdução do educando em um cenário que possa favorecer a sua socialização nas práticas da comunidade científica, com

sua maneira de ver o mundo e suas formas de dar suporte às assertivas do conhecimento através de uma experiência memorável acompanhada de uma representação simbólica. Isso não implica a necessidade de se abandonar o raciocínio do senso comum. Nessa perspectiva, como defendido por Driver *et alii* (1999, p. 34)

o processo de construção do conhecimento tem que ultrapassar a investigação empírica pessoal. Quem aprende precisa ter acesso não apenas às experiências físicas, mas também aos conceitos e modelos da ciência convencional. O desafio está em ajudar os aprendizes a se apropriarem desses modelos, a reconhecerem seus domínios de aplicabilidade e, dentro desses domínios, a serem capazes de usá-los. Se ensinar é levar os estudantes às idéias convencionais da ciência, então, a intervenção do professor é essencial, tanto para fornecer evidências experimentais apropriadas como para disponibilizar para os alunos as ferramentas e convenções culturais da comunidade científica.

Essas colocações, por sua vez, não envolvem uma rigidez quanto a modelos ou roteiros específicos de experimentos a experiências vivenciadas pela comunidade científica. O que não corresponde, portanto, a habilitar os estudantes a fazerem inferências somente relacionadas a práticas específicas do universo científico, cujo fim limita-se a si mesmas. Nesse sentido, Astolfi<sup>28</sup> inclui à noção de saber sábio, saber a ensinar e saber ensinado desenvolvido por Chevalard e Joshua<sup>29</sup>, um aspecto denominado por ele como práticas sociais de referência. Esse fator, que deve ser também levado em conta quando se pensa uma determinada prática experimental, diz respeito à necessidade de relacionar os conteúdos ensinados na escola com a cultura e o cotidiano dos aprendizes. Nas palavras de Astolfi, apud Alves-Filho (2000, p. 180)

deve-se, de maneira inversa, partir de atividades sociais diversas (que podem ser atividades de pesquisa, de engenharia, de produção, mas também de atividades domésticas, culturais...) que possam servir de referência a atividades científicas escolares, e a partir das quais se examina os problemas a resolver, os métodos e atitudes, os saberes correspondentes.

---

<sup>28</sup> ASTOLFI, J. P. et al. Mots-clés de la didactique des sciences. Pratiques Pédagogies D Boeck & Larcier S. A Bruxelles, 1997.

<sup>29</sup> CHEVALARD, Y. & JOSHUA, M. A. Um exemple d'analyse de la transposition didactique – La notion de distance. Recherches em Didactique des mathematiques. p. 157-239, 1982

A princípio, pode-se acreditar que as práticas sociais de referência são equivalentes a uma contextualização, mas, como argumenta Alves-Filho (2000, p. 181), essas práticas são mais amplas porque permitem incluir “influências [...] não subordinadas às argumentações de um saber de referência”. Isso quer dizer que o trabalho de elaboração do conhecimento escolar pode fazer uso de experiências que incluam a observação de fenômenos ou sistemas que não estejam necessariamente atrelados a um contexto explicitamente de conotação científica. O mais importante passa a ser, então, a maneira e as ferramentas utilizadas na observação e não necessariamente o objeto observado. O ambiente doméstico ou qualquer outro que fizer parte do convívio social pode ser avaliado a partir de uma conduta que leva em conta determinados critérios racionais, isto, quando for conveniente ou necessário.

Nesse sentido, muitos dos aspectos referentes ao papel da experimentação no desenvolvimento do conhecimento científico podem ser contemplados segundo a abordagem sugerida por Gil-Perez (1993). O modelo de aprendizagem de ciências defendida por esse autor consiste no tratamento de situações problemáticas abertas de interesse comum a todos os envolvidos, através das quais, os estudantes possam participar da construção do conhecimento. Caberia ao professor, membro mais experiente do processo, o papel de mediador capaz de identificar e demonstrar aos alunos tanto os progressos obtidos por eles na busca das soluções desejadas para o problema proposto como as contradições por eles criadas. Neste contexto é valorizado o trabalho coletivo realizado pelos participantes assemelhando-se ao trabalho desenvolvido pelos cientistas (desmitificando a imagem do cientista como um “gênio” que trabalha sozinho), além de revelar também que o resultado de sua investigação passa pela avaliação de seus pares conforme ocorre no meio científico. Concordando com Silva e Nuñez (2002, p. 1199)

consideramos a ciência não como acúmulo de descobrimentos, mas como um complexo processo de construção e reconstrução teórica no contexto sócio-histórico dado. [...] o ensino de solução de problemas não se limita à aprendizagem de métodos ou a uma ilustração da teoria, nem a uma aplicação exclusiva da teoria à solução de problemas; trata-se de dar um significado à aprendizagem, uma vez que a ciência é uma atividade teórico-experimental. Assim, os conceitos se ressignificam no próprio trabalho de solução de problemas por meio do trabalho experimental.

Assim, o mais significativo é proporcionar o desenvolvimento de competências relacionadas à capacidade de “relacionar, comparar, inferir,

argumentar, mediante uma reestruturação mais compreensiva, coerente e aberta às complexidades das articulações entre as idéias, os dados, os fatos, as percepções e os conceitos” (SILVA e ZANON, 2000). Essas ‘virtudes intelectuais’, que podem ser utilizadas em diferentes contextos da vida dos indivíduos, possibilitam, por assim dizer, uma reflexão paramentada de uma racionalidade mais crítica mesmo em situações vivenciadas no cotidiano.

## CAPÍTULO 3

### A HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO PROCESSO DE ENSINO- APRENDIZAGEM

No começo da década de 1990, o pesquisador neozelandês Michael Matthews publicou o artigo intitulado História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. Nesse estudo descreveu, com grande propriedade, as visões prevalentes a respeito desse tema manifestadas em diversos periódicos e congressos ocorridos nos Estados Unidos e em alguns países Europeus. Diante da crise instalada no Ensino de Ciências caracterizada, entre outras coisas, pelos elevados índices de analfabetismo científico<sup>30</sup>, Matthews (1992) citou as vantagens de se admitir, nesse processo, as dimensões histórica e filosófica, uma vez que a História e a Filosofia da Ciência

podem humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; [...] podem contribuir para a superação do mar de falta de significação que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam. (MATTHEWS, 1992, p.165).

Pelos argumentos ressaltados por Matthews (1992), nota-se o grande potencial que a História e Filosofia da Ciência têm para promover a desmitificação da Ciência ao descrever os processos pelos quais essa última se desenvolveu e gerou um conhecimento diferenciado. Nesse intuito, concordando com Schwab<sup>31</sup> apud Matthews (1995, p. 172), caminhar nessa direção deve “incluir um tratamento honesto das dúvidas e da natureza incompleta da ciência”. Nesse percurso seriam explicitados os problemas, os infortúnios, os sucessos, a criatividade e os erros vivenciados por aqueles que, influenciados também por fatores culturais, contribuíram para o seu desenvolvimento.

---

<sup>30</sup> MATTHEWS, M. R. A Role for History and Philosophy in Science Teaching. *Educational Philosophy and Theory*. V 20, n. 2, 1988, p. 67-81.

<sup>31</sup> SCHWAB, J. J. *Biology Teacher 's Handbook*, Wiley, New York, 1963.

Isso não implica, necessariamente, na criação de uma disciplina específica que trate desses assuntos ou a sua inclusão como tópico específico dentro do programa de Ensino de Ciências. Como bem destaca Matthews (1995, p. 165), trata-se sim, de uma “incorporação mais abrangente de temas de história, filosofia e sociologia da ciência na abordagem do programa e do ensino de ciências”. De acordo com essa ótica, o contato de professor e educando com esses aspectos integrantes do conhecimento científico favorecem não só uma maior compreensão dos conceitos, como também a apreensão dos tipos de questões formuladas nesse âmbito.

Essa reaproximação, termo usado por Matthews (1992) para designar a reconhecida e necessária interação da história, filosofia e ciência nos currículos escolares, foi amadurecida no decorrer de diversos encontros que se iniciaram já na década de 80. O resultado destas discussões provocou mudanças no programa de alguns cursos de formação de professores de ciências (ensino superior) nos Estados Unidos, ao tornar o estudo de história, filosofia e sociologia da ciência um item obrigatório do currículo. O Currículo Nacional Britânico passou também a defender essa visão ao recomendar que os estudantes deveriam aprender elementos relacionados à natureza da ciência e não somente aos seus conteúdos específicos (Matthews, 1992). Nestes termos, para o Conselho Britânico de Currículo Nacional (NCC), faz parte da formação dos indivíduos o conhecimento e entendimento de como “o pensamento científico mudou através do tempo e como a natureza desse pensamento e sua utilização são afetados pelos contextos sociais, morais, espirituais e culturais em cujo seio se desenvolvem” (NCC<sup>32</sup>, 1988 apud MATTHEWS, 1995, p. 167 ).

Entretanto, é bom ressaltar, a concepção relativa à importância intrínseca da história da ciência no processo de adequada compreensão dessa área do conhecimento é bem anterior aos mencionados encontros. Segundo Portela (2006), no final do século XIX, o físico e filósofo austríaco Ernst Mach, cujo sobrenome identifica hoje uma unidade de medida de velocidade, já fazia menção a esse tema. No começo do século XX, Mach <sup>33</sup> apud Portela (2006, p. 13) defendia:

---

<sup>32</sup> National Curriculum Council: 1988, *Science in the National Curriculum*, NCC, York.

<sup>33</sup> MACH, E. *Popular Scientific Lectures*. 4ª edição. New York: Open Court Publishing, 1910.

O que nossas instituições clássicas pretendem dar pode e atualmente será dado aos nossos jovens com resultados muito mais proveitosos pela instrução histórica competente, que deve fornecer não apenas nomes e números, nem a mera história das dinastias e guerras, mas ser em todo sentido da palavra uma verdadeira história da civilização. [...] Uma pessoa que tenha lido e entendido autores Gregos e Romanos sentiu e experienciou mais do que aqueles que se restringiram às impressões do presente. Ele vê como os homens fizeram em diferentes circunstâncias juízos totalmente diferentes para as mesmas coisas que nós fazemos hoje.

Segundo Matthews (1995), para Mach, o entendimento de um conceito passa pelo esclarecimento de seu desenvolvimento histórico. Assim, as representações mentais de um objeto concreto ou abstrato não se justificam unicamente por si mesmas, mas ganham uma maior significação quando vinculadas aos elementos que fizeram parte de sua formação. Mach, inclusive, alerta para o risco de se estabelecerem certos dogmas na medida em que são desprezados esses aspectos. Nas suas palavras,

A investigação histórica do desenvolvimento da ciência é extremamente necessária a fim de que os princípios que guarda como tesouros não se tornem um sistema de preceitos apenas parcialmente compreendidos ou, o que é pior, um sistema de pré-conceitos. A investigação histórica não somente promove a compreensão daquilo que existe agora, mas também nos apresenta novas possibilidades. (MACH<sup>34</sup>, 1883 apud MATTHEWS, 1995, p.169, p. 169).

Assim, Matthews (1995) enumera algumas razões que fazem da história da ciência um recurso necessário ao ensino. Dentre elas, destacam-se a motivação e atração que causa nos alunos; o fato de humanizar a matéria; a demonstração da ciência como algo mutável revelando o pensamento científico atual como algo que pode ser transformado; a contraposição a ideologia cientificista e a revelação de padrões de mudança na metodologia vigente. Apesar de argumentos tão positivos em favor da reaproximação da história, filosofia e ciência é pertinente considerar a posição cética de alguns estudiosos que se manifestaram contra tal empresa.

Matthews (1995) destaca duas dessas visões. A primeira delas, melhor explorada pelo teórico inglês Whitaker<sup>35</sup>, faz referência ao que ele chamou de quasi-história, ou seja, uma criação em que se produz “uma falsificação da história com aspecto de história genuína, [...] onde a história é escrita para sustentar uma

<sup>34</sup> MACH, E. The Science of Mechanics, Open Court Publishing Company, LaSalle Il. 1883/1910.

<sup>35</sup> WHITAKER, M. A. B. History and Quase-history in Physics Education Pts I, II, Physics Education 14, 1979.

determinada versão de metodologia científica” (MATTHEWS, 1995, p. 174). Nesse contexto admite-se que a subjetividade prevalece na constituição da história, pois os responsáveis por sua elaboração, ou seja, aqueles que deverão selecionar os materiais e fontes a serem utilizadas estão sobre constante influências sociais, religiosas, psicológicas, e mesmo filosófica a cerca do tipo de ciência em que acreditam. Um outro ponto de vista que se contrapõe à utilização da história da ciência no ensino, foi estruturado por Thomas Kuhn. De acordo com esse filósofo, a imagem de ciência conformada por esse contexto, acaba prejudicando o estabelecimento da noção do que ela é para aqueles que se iniciam em seu estudo. Nas palavras de Kuhn<sup>36</sup> apud Matthews (1995, p. 176)

O traço peculiar mais impressionante desse tipo de ensino é que, num grau absolutamente inexistente em outros ramos criativos, ele é conduzido inteiramente através de livros-texto [...] e os estudantes de ciências não são encorajados a lerem os clássicos históricos de suas áreas - obras onde eles poderiam descobrir outras formas de considerar os problemas discutidos em seus livros-texto [...] esse ensino permanece uma mera iniciação dogmática a uma tradição pré-estabelecida.

Matthews (1995) ainda lembra que, na sua obra intitulada *A Estrutura das Revoluções Científicas*, Kuhn defende que a história da ciência deve ser distorcida de tal maneira que os problemas vivenciados pelos cientistas de outras épocas devem apresentar-se, para os iniciados, como se fossem os mesmos que demandam pesquisa e estudo por parte dos cientistas atuais. Dessa forma, os estudantes poderiam caminhar em seu aprendizado pelo caminho firme de uma tradição de sucesso na busca pela verdade. Nesse sentido, Stephen Brush<sup>37</sup> ressalta que apenas o cientista já formado e inserido no universo da ciência poderia acessar de forma crítica e independente a história da ciência. Para esse pesquisador, “a história da ciência poderia ser uma influência negativa sobre os estudantes porque ela ceifa as certezas do dogma científico [...] tão úteis para se manter o entusiasmo do principiante” (MATTHEWS, 1995, p. 177).

Independente da pertinência de tais críticas, Matthews (1995) indica, baseado em vários trabalhos, que, na realidade, é possível contornar as dificuldades

---

<sup>36</sup> KUHN, T. S. *The Essential Tension: Tradition and Innovation in Scientific Research*, The Third University of Utah Research Conference on the Identification of Scientific Talent, University of Utah Press, Salt Lake City. Reprinted in his *The Essential Tension*, University of Chicago Press, Chicago, 1959.

<sup>37</sup> BRUSH, S. G. *The History of Science be Rated X?* Science 18, 1974. p. 1164-1172

apontadas ao se produzir um material que favoreça o melhor entendimento dos conceitos científicos, resultado de um tratamento histórico, condizente com uma educação em ciências de boa qualidade. É justamente assim que o conhecimento escolar procura pela via histórica tornar acessíveis conceitos que pertencem a instâncias diferentes daquelas experienciadas pelos estudantes, buscando a simplificação inicial e não a distorção que desvirtua o sentido das coisas. E, além do mais, concordando com Matthews (1995, p. 177)

O problema hermenêutico de interpretação na história da ciência, longe de dificultar ou impedir o uso da história, pode tornar-se uma boa ocasião para que os alunos sejam apresentados a importantes questões de como lemos textos e interpretamos os fatos, isto é, ao complexo problema do significado: a partir de seu dia a dia, os alunos sabem que as pessoas vêem as coisas de formas diferentes; portanto, a história da ciência constitui-se num veículo natural para se demonstrar como esta subjetividade afeta a própria ciência.

Somado a essa constatação, o valor de uma abordagem histórica no ensino de ciências pode permitir, aos interessados, ultrapassar os episódios científicos e incluir a possibilidade de utilizar conceitos originalmente pertencentes à ciência na análise de eventos variados. Daí é inevitável avançar para o reconhecimento de que não só a História da Ciência, mas de forma geral, a história da construção do conhecimento pode ajudar os educadores a transpor os desafios da educação. Chassot (2003) esclarece muito bem que se enganam aqueles que pensam a História da Ciência como algo restrito a determinadas áreas (seja à Física ou à Química...). Para esse autor, mergulhar nesse campo requer uma análise panorâmica da História da Filosofia, da Educação, das religiões, das artes, e também daqueles saberes, cuja origem, não se dá na academia. Assim, a busca de significação dos conceitos vai além dos limites impostos pelas disciplinas escolares. Isso implica, segundo Chassot (2003), na contribuição efetiva dos professores de diferentes matérias escolares no processo em que

os diferentes assuntos vão se prestar a muitas discussões, e, certamente, com o concurso de diferentes estudiosos, sobretudo das disciplinas de História, Filosofia, Cultura Religiosa e Educação Artística, associados com os especialistas em Biologia, Física, Geografia, Matemática e Química, se poderão fazer importantes ampliações em cada um dos temas propostos para o estudo. (CHASSOT, 2003, p. 274).

Os estudantes também se incluem nessa construção intelectual, quando são estimulados a buscarem junto às pessoas mais velhas suas versões sobre o mundo em tempos passados para uma posterior análise e comparação com a sua realidade atual. Uma outra e interessante contribuição citada por Chassot (2003), diz respeito aos saberes populares (“a ciência dos que não têm história”...) utilizados em diferentes atividades sociais, como por exemplo, a conservação e manuseio de alimentos. Nesse levantamento, que conta com a participação dos estudantes, oportuniza-se o exame dos diferentes saberes de uma dada comunidade e sua relação, com o passar do tempo, com as influências do conhecimento que gera o avanço tecnológico e as novas noções sobre o mundo que nos cerca e sobre nós mesmos. Um dos méritos dessa tarefa, nas palavras de Chassot (2003, p. 278) é

conhecer a maravilhosa história que homens e mulheres têm construído durante muitos milênios para que possamos não só entender melhor o mundo em que vivemos, mas transformá-lo e nos empenharmos para transformá-lo para melhor.

Destarte, a História da Ciência, com todas as características acrescentadas por Chassot (2003), só tem a favorecer o trabalho de educandos e professores, evidenciando aquilo que, primitivamente, incita os cientistas em seu trabalho e faz brilhar os olhos dos principiantes em ciência, acendendo-lhes a chama da curiosidade e anseio pelo saber. Por isso Matthews (1995, p. 197) tem razão quando declara que “a ciência é uma das maiores conquistas da cultura humana. Portanto, o ensino de ciências deveria comunicar mais sobre o espírito e menos sobre o vale de ossos secos dessa conquista”. Certamente essa é uma tarefa que vale a pena.

## CAPÍTULO 4

### METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido em uma escola pública do Distrito Federal, inaugurada no dia 21 de fevereiro de 2000, que oferece Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio. Atualmente, essa escola possui 2.318 alunos regularmente matriculados nos períodos matutino e vespertino. O acesso dos educandos ocorre mediante seleção pública em que os candidatos se submetem a uma prova escrita de Português e Matemática. Esse instrumento de seleção, entretanto, não implica formação de turmas homogêneas, tanto no que se refere ao conhecimento de conteúdos quanto ao desempenho nas avaliações. No que diz respeito ao espaço físico, o da escola não contém laboratórios de Ciência, fato que é muito criticado até mesmo por professores de outras áreas do conhecimento.

Os grupos de estudantes que participaram dessa proposta pertencem a três turmas da 3ª Série do Ensino Médio (EM) e têm, em média, 17 anos de idade. Desde seu ingresso no EM esses educandos recebem aulas de Química do professor autor deste trabalho acadêmico. São oriundos de variadas regiões do Distrito Federal e Entorno, e de diferentes classes sociais. Cada uma dessas turmas foi designada, para efeito de citação neste trabalho, como Turma I (22 estudantes), Turma II (30 estudantes) e Turma III (29 estudantes).

A maior parte dos educandos da 3ª Série do Ensino Médio está nessa escola desde as séries iniciais do Ensino Fundamental. Dessa forma, durante sua vida estudantil nessa instituição, não vivenciaram nenhuma experiência em laboratórios de Ciências. O contato que esses estudantes mantiveram com práticas experimentais nesse espaço foi, na maioria das vezes, como observadores e participantes de discussões coordenadas pelo professor.

Antes da estruturação dessa proposta de trabalho, e na aula anterior ao início do bimestre no qual fora aplicado, os educandos foram submetidos a um questionário denominado Questionário A (Apêndice A) cujo objetivo foi identificar concepções a respeito da Química como Ciência e seu papel na sociedade, a afinidade dos estudantes com essa área de estudo, práticas experimentais

relevantes vivenciadas por eles, aspectos de uma boa aula de Química e o desejo deles estudarem algum assunto em particular. Buscou-se, assim, conhecer pelo menos parte do que os estudantes pensam, suas inquietudes, dificuldades e principalmente os assuntos que lhes chamam atenção e lhes estimulam a curiosidade, a vontade de saber algo relacionado à sua vivência como seres humanos. Levantamentos de dados como estes são relevantes quando se acredita que

antes de qualquer tentativa de discussão de técnicas, de matérias, de métodos para uma aula dinâmica assim, é preciso [...] que o professor se ache “repousado” no saber de que a pedra fundamental é a curiosidade do ser humano. É ela que me faz perguntar, conhecer, atuar, mais perguntar, re-conhecer (FREIRE, 1996, p. 86).

O planejamento da proposta de ação profissional foi então desenvolvido considerando os resultados obtidos no Questionário A e a necessidade de compartilhar, no bimestre corrente, os significados relacionados a caracterização, diferenciação, nomenclatura, propriedades físicas (PF, PE, e solubilidade), acidez e basicidade das substâncias pertencentes às funções álcoois, fenóis, aldeídos, cetonas, éteres, ácidos carboxílicos, ésteres, aminas e amidas. Esse planejamento objetivou, também, oferecer condições para que fosse reconhecida a importância de algumas reações químicas envolvendo substâncias que apresentam os grupos funcionais que caracterizam tais funções (de acordo com o conteúdo programático do bimestre no qual foi aplicado).

Após o cumprimento do trabalho planejado, os estudantes foram novamente convocados a responder um outro questionário denominado Questionário B (Apêndice A) que, desta vez, objetivou identificar alguma mudança de concepção desses estudantes e as impressões deles a respeito das atividades realizadas de acordo com o plano de unidade desenvolvido.

Logo após a aplicação do Questionário A, foi discutido junto aos educandos, em aula dupla, a importância das especiarias na época das grandes navegações, bem como nos dias de hoje. O material didático utilizado incluiu textos complementares sobre o assunto e um seminário preparado pelo professor. O significado que esses condimentos apresentaram e ainda apresentam em diferentes culturas foi também tratado nesta aula, bem como o potencial que o conhecimento químico pode oferecer para esclarecer melhor esse assunto.

O passo seguinte foi esclarecer para os educandos o tipo de trabalho que eles deveriam desenvolver durante todo o bimestre, cujo tema contemplado, fora as especiarias. Os estudantes de cada turma dividiram-se autonomamente em quatro grupos, respeitando o número mínimo de 5 integrantes para cada grupo. Cada uma dessas equipes ficou responsável pela apresentação de um seminário para os colegas de turma versando sobre quatro especiarias distintas. Três delas já haviam sido devidamente descritas pelo professor sendo que essas informações foram passadas prontamente para os respectivos grupos na forma de fichas. O quarto exemplar, portanto, deveria ser escolhido pelos próprios estudantes e tratado da mesma maneira que os outros, ou seja, cada equipe deveria elencar os aspectos históricos, culturais, econômicos relacionados e, principalmente a descrição da substância responsável pela característica mais pronunciada da especiaria escolhida, lançando mão, para tanto, dos conceitos químicos envolvidos e pertinentes ao seu grau de formação. Outra atividade proposta incluiu a montagem de um mapa mundial que apresentasse o local de origem de algumas especiarias. Por sugestão inicial do professor, cada uma dessas regiões geográficas seriam sinalizadas com a estrutura química da substância considerada mais importante referente à especiaria ali encontrada.

Um outro ponto importante do trabalho fez referência à apresentação de um experimento demonstrativo envolvendo uma das especiarias tratadas, ou, pelo menos, uma prática experimental que estivesse relacionada a uma de suas substâncias.

Para efeito de avaliação dos trabalhos o professor deixou claro para os estudantes que aqueles que estivessem apresentando o seminário seriam pontuados de acordo com os seguintes critérios: 1) desempenho na apresentação (organização, clareza, cooperação com os colegas de grupo); 2) recursos utilizados (cartazes, vídeos, projeção, amostras da especiaria contemplada, prática experimental); 3) domínio de conteúdo (uso correto dos conceitos utilizados); 4) análise crítica do assunto abordado. Além do seminário, os estudantes deveriam entregar ao professor um trabalho escrito contendo todas as informações fruto de suas pesquisas.

Por outro lado, os estudantes que estivessem assistindo o seminário também seriam avaliados como ouvintes no que diz respeito a uma postura cooperativa para

a apresentação dos colegas além da elaboração de perguntas pertinentes ao assunto abordado no seminário.

Todas as tarefas foram distribuídas em 8 semanas durante o ano letivo, o que correspondeu na prática a 31 aulas descontado o feriado do primeiro mês. Assim, nas três primeiras semanas (11 aulas), como já mencionado, foi aplicado o primeiro questionário e tratados, de forma integrada, os assuntos referentes ao trabalho a ser desenvolvido e ao próprio conteúdo bimestral. As outras aulas (16 descontados os dias de aplicação de testes e da prova bimestral) foram utilizadas para que os educandos apresentassem seus seminários (aulas duplas) e o professor trabalhasse os conteúdos do programa, além da realização de exercícios e aplicação do Questionário B. Tanto durante a própria apresentação dos alunos quanto nas aulas entre essas apresentações, os conceitos referentes às funções orgânicas eram oportunamente debatidos.

Em todo esse processo o professor teve o papel de mediador de caráter diretivo dos trabalhos produzidos. Porém, sua participação não foi determinante na forma final dos trabalhos e nem na sua apresentação acreditando-se que “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção” (FREIRE, 1996, p. 118). Assim, os educandos tiveram por todo o tempo a liberdade para criar seu próprio material, tendo como principal compromisso, não negligenciarem os aspectos conceituais pertencentes à disciplina, no que diz respeito ao conteúdo do bimestre correspondente (relacionados ao estudo das funções orgânicas), assim como o cumprimento da realização de todas as avaliações formais exigidas pela escola de acordo com o Projeto Político Pedagógico (PPP).

No que se refere ao PPP, as idéias contidas em seu texto não são conhecidas pela maior parte do corpo docente e nem pelo grupo de funcionários administrativos da escola. Trata-se de um documento muito geral, no que diz respeito aos seus objetivos e fundamentos norteadores. Dessa forma, as aulas das diferentes disciplinas são planejadas pelos docentes de acordo com uma seqüência de conteúdos previamente dispostos em um documento denominado Plano de Disciplina (PLADIS). Diferente do PPP, documento cuja produção não tivera a participação efetiva dos educadores, o PLADIS é elaborado pela equipe de professores de cada disciplina. No que se refere ao processo de avaliação, o corpo docente do CMDPII faz uso dos recursos mais tradicionais. Trinta por cento da nota

atribuída aos educandos do Ensino Médio são oriundas de uma prova bimestral denominada prova integrada. A prova integrada é uma modalidade de avaliação constituída de questões objetivas e subjetivas, criada com o intuito de fazer com que as disciplinas se comuniquem. Entretanto, os educadores não elaboram questões em conjunto. O restante da nota (70%) é atribuída à apresentação de trabalhos e realização de testes de acordo com a decisão do professor.

## CAPÍTULO 5

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os inúmeros materiais orgânicos existentes apresentam em sua composição substâncias cujos constituintes podem ilustrar adequadamente as chamadas funções orgânicas. A unidade de ensino elaborada para esse trabalho se propôs, como já fora mencionado no capítulo anterior, a compartilhar os significados pertencentes às funções álcoois, fenóis, aldeídos, cetonas, éteres, ácidos carboxílicos, ésteres, aminas e amidas.

Logo após a aplicação do plano de unidade, foi realizada a análise dos instrumentos utilizados para avaliar os estudantes, bem como a dos materiais produzidos por eles.

Quando, no Questionário A (consultar Quadro 1), 43 estudantes foram inquiridos sobre o que entendiam ser a Química verificou-se que 5 dos entrevistados preferiram não responder a essa pergunta. Por outro lado, foi possível apurar que 10 deles consideraram que essa área do conhecimento dedica-se ao estudo das transformações e reações ocorridas com tudo o que existe, enquanto 3 dos educandos registraram que a finalidade da Química é de entender os fenômenos da Natureza. Entretanto, para a maioria, 25 dos entrevistados, essa Ciência corresponde ao estudo da composição das coisas e de suas propriedades. Apesar de em momento algum fazerem referência ao conceito de material, invariavelmente, fizeram referência ao conceito de substância, considerando-a parte integrante das “coisas”. Não explicitam, porém, uma relação e diferenciação entre os conceitos de matéria, material e substância (SILVA, *et alli*, 2005). Dessas informações pode-se inferir que, apesar desse assunto ter sido tratado em outros momentos de sua formação, os estudantes têm para si a imagem da Química como uma área do conhecimento que, ao fazer uso de uma pretensa superioridade metodológica, colhe da Natureza as informações capazes de revelar sua intimidade. Assim, identifica-se no discurso dos educandos a manifestação de uma crença cientificista, ou seja, de que os fatos geram as descobertas que, acumuladas com o passar do tempo, formam o corpo do referido saber com *status* de verdade. O cientista seria assim o

indivíduo que, detentor de uma prática infalível, vai até o objeto estudado e o subjuga.

Se contrapondo a essa visão de Ciência, os experimentos executados durante o bimestre mostraram-se como ferramentas extremamente valiosas, pois, apesar de estarem de posse dos roteiros experimentais e de terem assistido inúmeras aulas teóricas, os estudantes não conseguiram executá-los prontamente. No decorrer do bimestre, antes da apresentação de seus seminários, os integrantes de todos os grupos consultaram o professor a respeito de um problema ou outro referente a essas atividades. As discussões nascidas dessa demanda mostraram aos educandos que o roteiro experimental indica apenas um possível caminho para se chegar ao objetivo a que se propõe, não sendo auto-suficiente a ponto de bastar-se por si só. Perceberam a necessidade, na ação de seguir a orientação desses roteiros, do executante mudar sua forma de pensar e utilizar-se dos conceitos implícitos em cada passo desse fazer e na manipulação de cada material aí utilizado.

Certamente, nesse momento, se perceba a validade da visão analítico-histórica de Bachelard que afirma ser a verdade científica dependente da estrutura teórica que a sustenta (BACHELARD, 1996). O erro torna-se assim não um fator indesejável, mas aceitável e capaz de dar impulso para se alcançar determinada meta. Além disso, ficou claro para os estudantes que é no embate de idéias de diferentes indivíduos (os integrantes dos grupos e o professor) que o conhecimento escolar se desenvolve.

De acordo ainda com o Questionário A, no que tange à importância da Química para os estudantes (Questão 2), para 79% deles (34 educandos) os trabalhos nessa área destinam-se à obtenção de algum benefício direto para o ser humano. Foi citada, inúmeras vezes, a possibilidade dessa ciência desenvolver medicamentos ou outros produtos capazes de melhorar as condições de vida das pessoas, o que pode ser entendido como um indício de uma compreensão e expectativa consumista em relação à Química.

Nesse aspecto, uma característica intrínseca aos experimentos (os resíduos) também foi relevante na modificação da visão de Ciência dos estudantes, pois explicitou uma faceta dessa área relacionada aos interesses daqueles que trabalham nesse campo. Assim como não houve experimento que não mostrasse o potencial que tem o conhecimento científico na forma de interagirmos com os

materiais, nenhum deles deixou de gerar resíduo. Ficou claro, portanto, que os transtornos trazidos pelo avanço científico são tão importantes quanto os benefícios. Isso foi tema de debates a respeito de impactos no ambiente quando levada em conta a relação entre o volume de produção industrial e a poluição gerada.

O importante papel que as práticas experimentais desempenharam na aplicação do módulo de ensino foi amplamente manifestado pelos educandos no Questionário B (consultar Quadro 11). Em resposta à Questão 3 deste instrumento, (Qual foi o aspecto que mais chamou sua atenção no trabalho desenvolvido neste bimestre?) 20 estudantes consideraram os experimentos um agente motivador para o estudo da Química das especiarias. Esse aspecto é reforçado pelo fato de 46 educandos destacarem pelo menos uma prática experimental como fator que contribuiu para o aprendizado dos conteúdos (Questão 4). A maioria (39 estudantes) declarou também que nenhum dos experimentos deixou de contribuir para o seu aprendizado (Questão 5). Quanto à vontade de continuar estudando Química (Questão 6), quase todos os estudantes (42) manifestaram esse desejo.

Essas práticas experimentais foram marcadas por momentos de descontração e interação entre os estudantes, sendo ora acompanhadas por amostras de plantas ou produtos associados aos resultados das suas pesquisas, ora acompanhadas por petiscos distribuídos pela turma contendo alguma especiaria.

Esse cenário do trabalho, conforme foi relatado, em momento algum restringiu ou diminuiu o valor do saber oriundo da Ciência. Pelo contrário, foi na busca da elucidação das situações vivenciadas pelos educandos que estes perceberam que, apesar das suas limitações, a Ciência foi capaz de desenvolver diferentes metodologias, ancoradas na racionalidade, capazes de nos fazer romper com a cotidianidade. Na apresentação do Experimento IV, por exemplo, não houve educando que não se surpreendesse com a gelatina de canela produzida pelos componentes do grupo responsável, a partir da utilização da emulsão de aldeído cinâmico e água (este foi o experimento mais lembrado pelos estudantes como pode ser verificado no Questionário B). Verificaram, assim, que é possível lançar mão, quando for conveniente, de recursos práticos ou teóricos transpostos da Ciência para acessar o mundo e que essa atitude pode gerar, inclusive, um produto que antes era desconhecido (gelatina de canela). Entretanto, esse uso do conhecimento científico não correspondeu, em momento algum, aos educandos agirem como um cientista ou produzirem conhecimento como tal.

Esse processo foi muito importante na formação de uma imagem mais realista de Ciência. Dessa forma, portanto, verifica-se que uma abordagem histórica da Ciência na escola deve, também, incluir o processo vivenciado pelo próprio estudante que faz uso de recursos desenvolvidos na esfera científica, ultrapassando o não menos valioso relato de personagens e acontecimentos oriundos de documentos sobre a História da Ciência. Essa humanização das Ciências, nas palavras de Matthews (1995, p. 165), pode torná-las mais acessíveis ao “aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais da comunidade; [...] pode contribuir para a superação do mar de falta de significação [...], onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam”.

Essa necessidade de significação mencionada por Matthews (1995) foi sinalizada no Questionário A, quando 20 dos estudantes disseram que gostam das aulas que fazem algum tipo de ligação entre o conteúdo estudado e o cotidiano. Por outro lado, 12 expuseram que não gostam de estudar os conteúdos dessa disciplina por envolverem cálculos ou conceito a serem “decorados”.

Assim, quando no Questionário A foi dada a oportunidade dos estudantes escolherem um assunto para ser tratado em sala, levando em conta os já referidos conteúdo de Química a serem abordados no bimestre, cerca de 3 deles citaram os medicamentos e 2 materiais de limpeza. Pouco mais de 10 não responderam à pergunta. Sete dos indagados registraram que gostariam de estudar assuntos relacionados ao cotidiano sem especificar, no entanto, quais seriam esses assuntos, enquanto que 9 dos inquiridos disseram se interessar pelo tema alimentos (o que motivou a escolha do assunto especiaria para esse trabalho). O restante não especificou nenhum assunto referindo-se apenas a conteúdos já estudados anteriormente.

Pergunta	Resposta resumida dos educandos	Número de educandos
<b>Para você, o que é a Química?</b>	É o estudo da composição dos materiais e de suas propriedades;	25
	É o estudo das transformações e reações;	10
	Área destinada ao estudo dos fenômenos em geral;	3
	Não responderam;	5
<b>Qual é a importância da Química</b>	Revelar a composição das “coisas”;	11
	Saber como as “coisas” interagem;	4
	Desenvolver conhecimento que possa ser útil ao ser humano;	23
	Não responderam;	5
<b>Você gosta de estudar Química? Por quê?</b>	Sim, quando faz ligação com o cotidiano	20
	Sim, pela presença dos experimentos	2
	Sim, para entender os conceitos da própria Química	2
	Sim, para entender a mim mesmo	4
	Não, pela presença de cálculos	6
	Não me identifico com a disciplina	6
	Não responderam	3
<b>Você se lembra de algum experimento de Química? Caso a resposta seja afirmativa, descreva-o.</b>	Sim, quando ligado a algum efeito visual marcante.	25
	Sim, envolvendo o calorímetro.	1
	Não	13
	Não responderam	2
<b>Em sua opinião, como deve ser uma boa aula de Química?</b>	Com teoria ligada à experimentos	37
	Aplicabilidade do conteúdo estudado no seu cotidiano	8
	Deve provocar a curiosidade	1
	Deve haver domínio do conteúdo por parte do professor e interesse dos educandos	2
	Não responderam	1
<b>Quais assuntos você gostaria de estudar em Química?</b>	Alimentos	9
	Medicamento	3
	Produtos de limpeza	2
	Assuntos do cotidiano (sem especificar qual)	7
	Meio ambiente	2
	Estudo do cosmo	1
	Conteúdo para o vestibular	5
	Estequiometria	1
	Ácido e base	2
	Radioatividade	1
	Termoquímica	1
	Experimentos	1
	Bombas	4
	Polímeros	1
Não sei / nenhum	10	

Quadro 1 – Resultado do Questionário A

Ao ser verificado que a maior demanda estava relacionada ao estudo dos alimentos, fez-se uso de um evento histórico – a importância do comércio de especiarias a partir do Séc. XV, suas causas e conseqüências – como fator de motivação inicial. Os educandos foram estimulados a identificar as substâncias responsáveis pelas propriedades organolépticas das especiarias mais importantes no período das grandes navegações e a estrutura do constituinte dessas substâncias, bem como o uso dessas mercadorias incluindo, neste contexto, as questões econômicas e culturais. Além disso, investigaram especiarias genuinamente brasileiras e seus compostos mais importantes sob o mesmo ponto de vista lançado sobre aquelas anteriormente citadas. Todas essas informações foram apresentadas na forma de seminários preparados pelos estudantes, nos quais priorizou-se o uso dos conceitos e da linguagem química. Nesses seminários, os educandos apresentaram também práticas experimentais capazes de revelar o quanto algumas das técnicas utilizadas pelos químicos, às vezes comuns no dia-a-dia da maioria das pessoas, são importantes na manipulação dos materiais e, principalmente, que as teorias desenvolvidas para explicar a eficácia dessas técnicas permitem pensar melhor sobre os fenômenos que nos rodeiam.

Dessa forma, a preparação do seminário exigiu a exposição de aspectos gerais, históricos, culturais, biológicos e químicos relacionados às especiarias. O intuito foi explicitar que o valor e importância das especiarias foram e ainda são construídos sobre a relação que as diferentes comunidades, ao longo da história, estabeleceram com as propriedades organolépticas presentes nas especiarias. E mais, que essas propriedades são devidas às substâncias que as compõem. Todos esses detalhes, portanto, povoaram o trabalho escrito produzido pelos educandos. Uma outra exigência na apresentação dos seminários, requerida pelo professor e que foi prontamente cumprida pelos estudantes, se referiu à devida identificação dos grupos funcionais presentes na estrutura dos constituintes das substâncias analisadas. Assim, a maioria das apresentações seguiu a seqüência de caracterização do material (especiaria), substância principal (responsável pela propriedade organoléptica mais acentuada), constituinte dessa substância e grupo funcional presente em sua estrutura, a exemplo do que os próprios estudantes puderam verificar na apresentação do seminário apresentado pelo professor no início do bimestre.

A fim de melhor direcionar os educandos na realização dos seminários foram preparadas e distribuídas para cada um dos grupos, fichas contendo informações básicas sobre diferentes especiarias. Cada uma dessas fichas continha dados relativos à origem, utilização, propriedade organoléptica mais relevante, à substância presente na especiaria e associada a essa propriedade, estrutura molecular dessa substância e identificação dos grupos funcionais nessa estrutura. Também foram elaborados roteiros para os experimentos executados em cada apresentação, além de textos complementares (tanto a mencionada ficha das especiarias quanto os roteiros experimentais podem ser consultados no Apêndice B, respectivamente, nas seções 7 e 8).

Os seminários de duas turmas foram apresentados nas datas previstas. Somente uma turma enfrentou dificuldades nesse quesito, uma vez que perderam dois dias de aula efetiva, por conta de uma formatura escolar que exigiu a sua participação. Porém, de uma forma geral, pode-se dizer que a maioria dos estudantes demonstrou comprometimento com a atividade. O tema especiaria foi abordado seguindo uma estrutura invariavelmente comum a todas as equipes. Os grupos partiram da caracterização, importância histórica, localização geográfica e utilização regional da especiaria, para, em seguida, identificarem os vegetais (taxonomia) dos quais se originavam os condimentos.

Nenhum dos grupos se prendeu a um momento histórico único, relatando informações de diferentes épocas sobre o tema do seminário. Apesar de não se manifestarem de forma direta no Questionário B (Questão 1), os estudantes demonstraram compreender muito bem o fato de que algumas substâncias podem ser identificadas pelos nossos sentidos e que sem elas certamente o material especiaria não possuiria algumas das características que o tornam distinto. Isso pode ser verificado nos registros que fizeram, fruto de suas próprias pesquisas, a respeito de especiarias brasileiras e seus compostos mais importantes. Destacaram-se, nesse aspecto, algumas pesquisas relacionadas à importância cultural de algumas espécies: a pimenta – para os portugueses –, o pequi – para nativos de terras brasileiras – e a erva-mate – para a população do Sul do Brasil.

Na Turma I, um dos integrantes do grupo responsável pela apresentação do terceiro seminário relatou uma lenda que conta como os índios explicam o característico cheiro do pequi, fruta do pequizeiro (*Caryocar brasiliense*). De acordo

com essa narrativa, o casal de índios Tainá-racan e Maluá ao perderem seu filho Uadi, ouvem de Cananxuíé que se encontrava na forma de uma arara vermelha:

– (X8) Das tuas lágrimas nascerá uma planta que se transformará numa árvore copada. Ela dará flores cheirosas que os veados, as capivaras e os lobos virão comer nas noites de luar. Depois, nascerão frutos. Dentro da casca verde, os frutos serão dourados como os cabelos de Uadi. Mas a semente será cheia de espinhos, como os espinhos da dor de teu coração de mãe. Seu aroma será tão tentador e inesquecível que aquele que provar do fruto e gostar, amá-lo-á para jamais o esquecer. (MACHADO, M. T. Os Frutos Dourados do Pequizeiro, Editora UCG, 1986).

Em seguida, o educando destacou a presença no pequi, do éster hexanoato de etila, o principal responsável pelo odor característico desse fruto. Nesse momento, tanto o professor como os componentes da Turma I refletiram a respeito da profunda beleza poética da explicação indígena citada e acerca do alcance que nos proporciona o saber químico sobre os objetos, uma vez que todos os que estavam ali presentes foram desafiados a proporem uma possível reação química capaz de produzir o éster hexanoato de etila (“o cheiro do pequi”) em laboratório.

Em outro caso, ao se referir a pimenta malagueta, o estudante Z27, da Turma III, disse em seu discurso que “assim como a Química interpretava a seu modo essa especiaria, os grandes poetas também o faziam”. Recitou então, reproduzindo integralmente no trabalho por ele escrito, o poema de Luís de Camões elaborado para o Conde de Redondo, Vice-Rei da Índia:

– Favorecei a antiga  
 Sciencia que já Achiles estimou;  
 Olhai que vos obrigua,  
 Verdes que em vosso tempo se mostrou  
 O fruto daquella Orta onde florecem  
 Prantas novas, que os doutos não conhecem.  
 Olhai que em vossos annos  
 Produze huma Orta insigne varias ervas  
 Nos campos lusitanos,  
 As quaes, aquellas doutas protervas  
 Medea e Circe nunca conheceram,  
 Posto que as leis da Magica excederam.

(**Garcia da Orta**, Colóquios dos Simples e Drogas e Cousas Medicinais da India, e assi dalgumas frutas achadas nella, onde se tratam algumas cousas tocantes a medicina prática, e outras cousas boas pera saber, Goa 1563).

Considerando o teor desse texto e a fonte de onde foi retirado, o educando ressaltou a estreita relação, testemunhada pelos exploradores, existente entre as especiarias e a medicina praticada no Oriente. Em outro trabalho, a estudante Y25, da Turma II, narrou a entrevista que fizera com sua avó:

- (Y25) Quem te ensinou a usar certas especiarias?
- (Avó) Aprendi com minha mãe e minha avó. Na verdade, vem passando de geração em geração. Como morávamos na roça, no interior de Minas, não existia farmácia por perto, então, usávamos as plantas. E nas próprias farmácias, os farmacêuticos indicavam algumas plantas. Naquela época, médicos eram as pessoas mais velhas. Então, por necessidade naquela época, mas por opção hoje, usamos estas plantas.

Essa tradição, que na maioria das vezes é de natureza oral, (bem retratada neste diálogo) representa perfeitamente o que Lopes (1999) classifica de forma coerente como saber popular. Um saber originado a partir da manifestação de luta pela sobrevivência de determinadas comunidades. Potencialmente capaz de servir, desde que aproveitado oportunamente, como ponto de partida para construção do saber escolar, ao converter o saber sábio em saber ensinável. Esta idéia pode ser defendida ao se constatar, em diferentes textos produzidos pelos educandos, declarações referentes ao metabolismo secundário das espécies vegetais de onde são extraídas as especiarias bem como referências às substâncias que constituem esses materiais como fatores decisivos em suas propriedades. Isso denotou que o novo saber, o fornecido pela Ciência, se mostrou mais significativo em determinadas situações para os estudantes do que o conhecimento advindo do saber cotidiano. Essa atitude de quem aprende não é apenas uma opção eventual, mas se origina a partir de uma necessidade que se impõe pelos tipos de problemas que se avultam. Constata-se assim, como correta, a interpretação de Lopes (1999, p. 206), ao afirmar que “no processo de ensino-aprendizagem não abrimos mão dos conceitos formulados no cotidiano, mas limitamos seu campo de ação à cotidianidade”.

No segundo seminário apresentado na Turma III, os estudantes expuseram:

“Nesse trabalho, foi realizada uma pesquisa sobre variados tipos de especiarias que derivam de diversas partes do mundo. Suas análises químicas são vistas e são explicadas características típicas de cada uma delas: a cor, o cheiro, o gosto que são bem singulares de acordo com a especiaria”.

No quarto seminário da Turma II, os integrantes do grupo citam, na conclusão, o seguinte registro a respeito do uso medicinal das especiarias, conforme leitura de um dos componentes:

- (Y16) Apesar de muitos dos seus efeitos poderem ser questionáveis ou momentâneos, o uso destes produtos permite diversificar a nossa alimentação e torná-la mais saudável e agradável. Em alguns países asiáticos em que as condições de higiene e salubridade são muito deficientes, mas onde o consumo de especiarias é muito elevado, foi possível constatar que, devido ao poder anti-séptico destes produtos, existe uma menor incidência de intoxicações alimentares do que a que seria de esperar.
- (Professor) Se nós considerarmos a fonte dessa informação como uma fonte segura, como podemos justificar o fato do uso das especiarias minimizarem os problemas de saúde da população?

Após essa última pergunta, os estudantes além de discutirem a importância de se ter uma fonte de informações verídicas, debateram a respeito das experiências que são passadas por gerações, elegendo plantas que de fato produzem algum efeito sobre o indivíduo doente. Finalmente, alguns se lembraram da aula do início do bimestre e citaram a importância que as substâncias geradas no chamado metabolismo secundário das plantas têm para o sistema de defesa destes vegetais contra fungos, bactérias e animais. Fica claro assim que os educandos tiveram um enorme ganho ao fazerem estudos de componentes de sua cultura aprofundados pelo conjunto de conceitos oferecidos pelo Ensino de Química, pois agregaram informações relevantes para a compreensão das características de alguns dos alimentos mais comuns em seu cotidiano.

Os estudantes transitaram entre os fatos e fenômenos acessíveis à nossa observação mais direta (realidade cotidiana) e o mundo microscópico representado por modelos e conceitos que caracterizam o pensar do estudante de Química. Assim, ao darem essa nova dimensão às informações que trouxeram de outras instâncias do conhecimento, bem como de seu próprio conhecimento cotidiano, ajudaram a constituir o conhecimento escolar, materializado, em parte, na apresentação dos seminários e nos trabalhos escritos por eles.

Por fim, cada uma das turmas foi convocada a construir um mapa mundial que representasse uma releitura da carta geográfica construída pelo monge alemão Martin Waldseemüller no ano de 1507 (anexo IX). O que tornou esse mapa útil para este trabalho, além do fato de ser o primeiro registro geográfico em que o continente americano aparece, está na forma como seu autor fez referência, em latim (linguagem muito utilizada naquele período), à localização das especiarias, representando assim, um registro histórico de sua relevância à época. Por outro lado, na construção dos seus mapas, os educandos se reportaram às propriedades, composição e constituintes, utilizando-se da expressão representacional desenvolvida pela Química, que também é uma linguagem.

Desse modo, no que se refere aos mapas, apesar de erros pontuais, duas das turmas conseguiram cumprir o objetivo de representar as especiarias a partir da estrutura do composto mais relevante para o trabalho. Expuseram suas concepções e razões de construírem o mapa da forma como foi exibido. Uma terceira turma apresentou seu mapa sem respeitar as exigências mínimas de legibilidade prejudicando assim sua valoração para efeito de avaliação.



Figura 1 - Mapa da Turma II da 3ª Série do Ensino Médio.

Neste mapa, cuja área corresponde a  $0,96 \text{ m}^2$ , as especiarias foram indicadas em diferentes regiões geográficas a partir da estrutura molecular da substância responsável por sua propriedade organoléptica mais acentuada. A legenda (à direita na parte superior da figura) de aproximadamente  $0,4 \text{ m}^2$  de área, trazia amostras das especiarias, ao lado das referidas estruturas químicas.



Figura 2 - Mapa da Turma I da 3ª Série do Ensino Médio.

Neste mapa, de aproximadamente  $0,96 \text{ m}^2$ , foi destacado o comércio das especiarias. De acordo com os estudantes, os pequenos barcos serviram para indicar as diferentes rotas de comércio. Cada um deles leva uma bandeira com o nome popular da especiaria junto ao nome e estrutura molecular da substância mais importante que a compõe. Note que na borda do mapa estão representadas, através de suas respectivas fórmulas estruturais planas, todas as substâncias estudadas no bimestre referentes ao tema especiarias.

Após cada um dos grupos formados cumprirem com o compromisso de apresentarem um seminário, uma prática experimental conjugada com uma explicação teórica do fenômeno observado, produzirem um trabalho escrito no qual registraram suas pesquisas e apresentarem uma versão do mapa mundial apontando a origem das especiarias a partir da estrutura molecular da substância responsável por uma propriedade organoléptica acentuada, os educandos realizaram um teste.

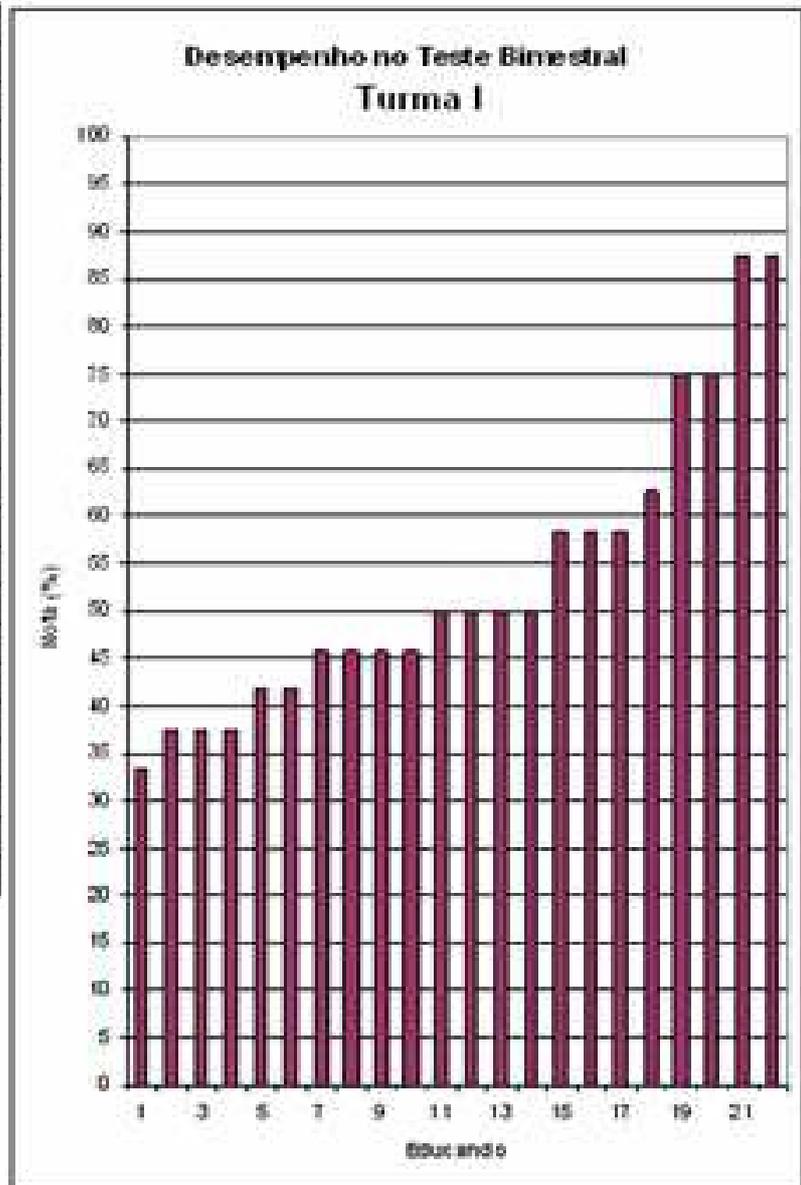
A motivação maior dessa última avaliação foi verificar o grau de conhecimento dos educandos a respeito dos conteúdos pertinentes ao plano de disciplina do Colégio associados ao tema trabalhado durante todo o bimestre. Para esse instrumento foram criadas questões envolvendo o conceito e a caracterização das funções orgânicas, as interações intermoleculares e sua relação com a mudança de estado de agregação e solubilidade dos compostos orgânicos. O sucesso de cada estudante nesse teste estava vinculado, também, à sua presença e atenção durante a apresentação dos seminários, pois algumas de suas questões faziam referência a alguns eventos ocorridos em sala. Dessa forma, os estudantes da Turma III, que perderam algumas aulas, tiveram um desempenho inferior aos outros colegas. Pouco mais de 31% alcançaram nota igual ou superior a 50% da nota máxima do teste. Os estudantes das Turmas I e II, porém, apresentaram um desempenho melhor comparado, inclusive, ao bimestre anterior (ver os quadros e gráficos a seguir). Por volta de 69% dos seus componentes alcançaram nota igual ou superior a 50% da nota máxima, sendo que 23% obtiveram pelo menos 70% dos pontos. Esses resultados parecem indicar que, ao se sentirem comprometidos com o trabalho, os estudantes conseguiram melhorar suas notas bimestrais, alcançando valores maiores que 6,0 pontos (na escola onde foram desenvolvidas as atividades, o educando necessita de 60% de um total de dez pontos para conseguir aprovação).

A partir dos dados que constam nos quadros e gráficos a seguir é possível analisar as notas dos estudantes no teste aplicado e o desempenho comparativo entre o 1º e 2º bimestre (no qual foi aplicado este plano de ensino).

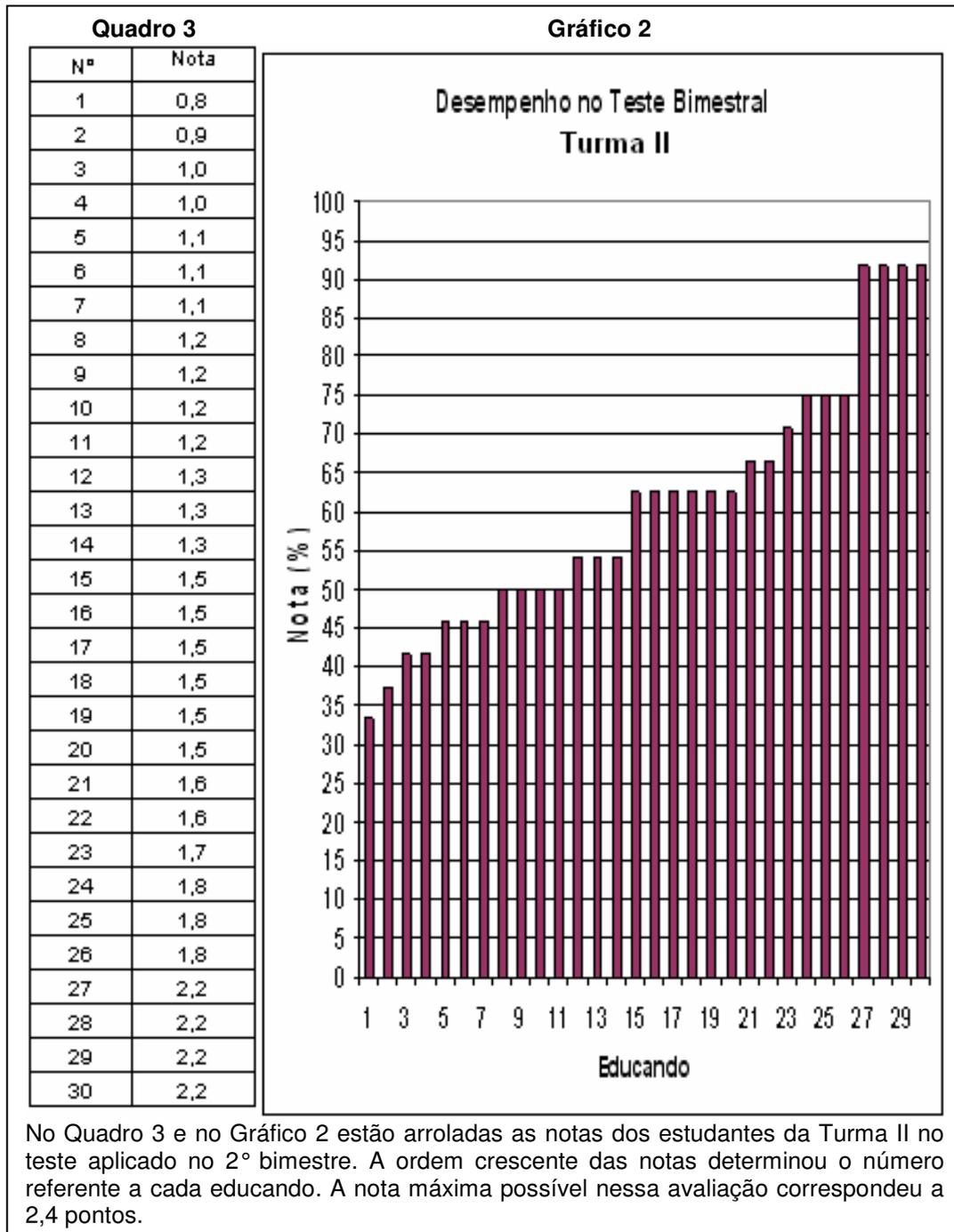
Quadro 2

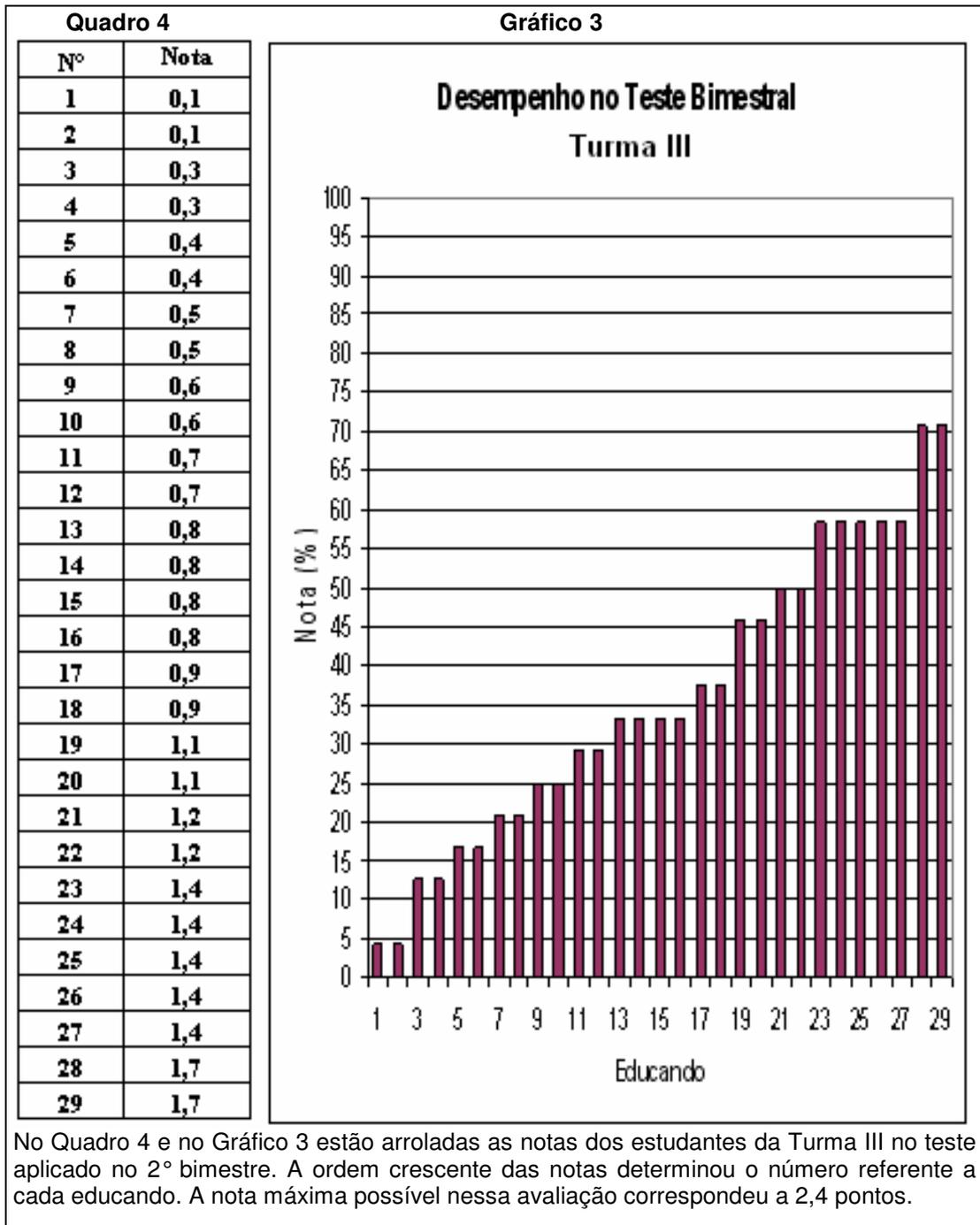
Educando	Nota
1	0,8
2	0,9
3	0,9
4	0,9
5	1,0
6	1,0
7	1,1
8	1,1
9	1,1
10	1,1
11	1,2
12	1,2
13	1,2
14	1,2
15	1,4
16	1,4
17	1,4
18	1,5
19	1,8
20	1,8
21	2,1
22	2,1

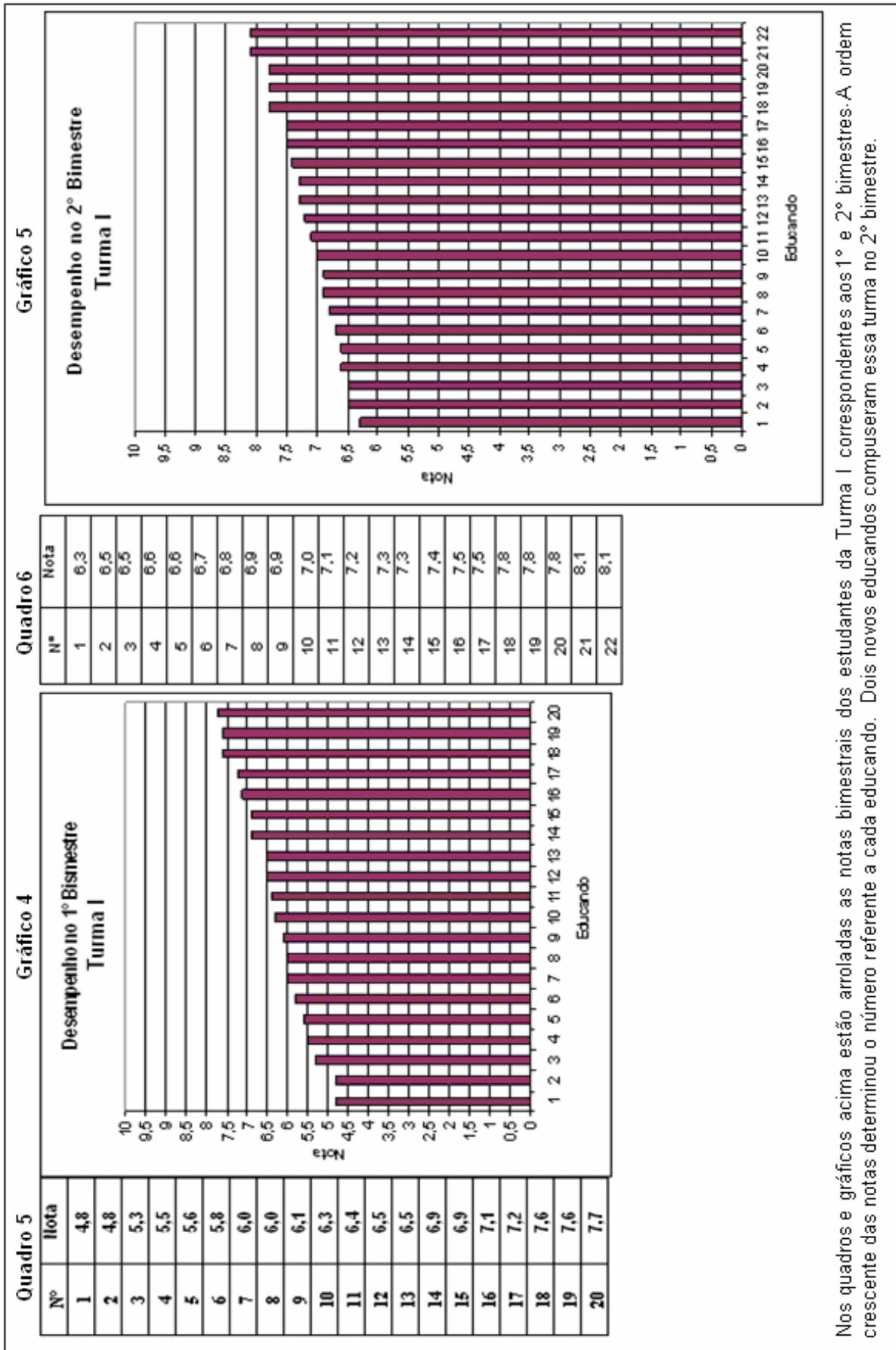
Gráfico 1

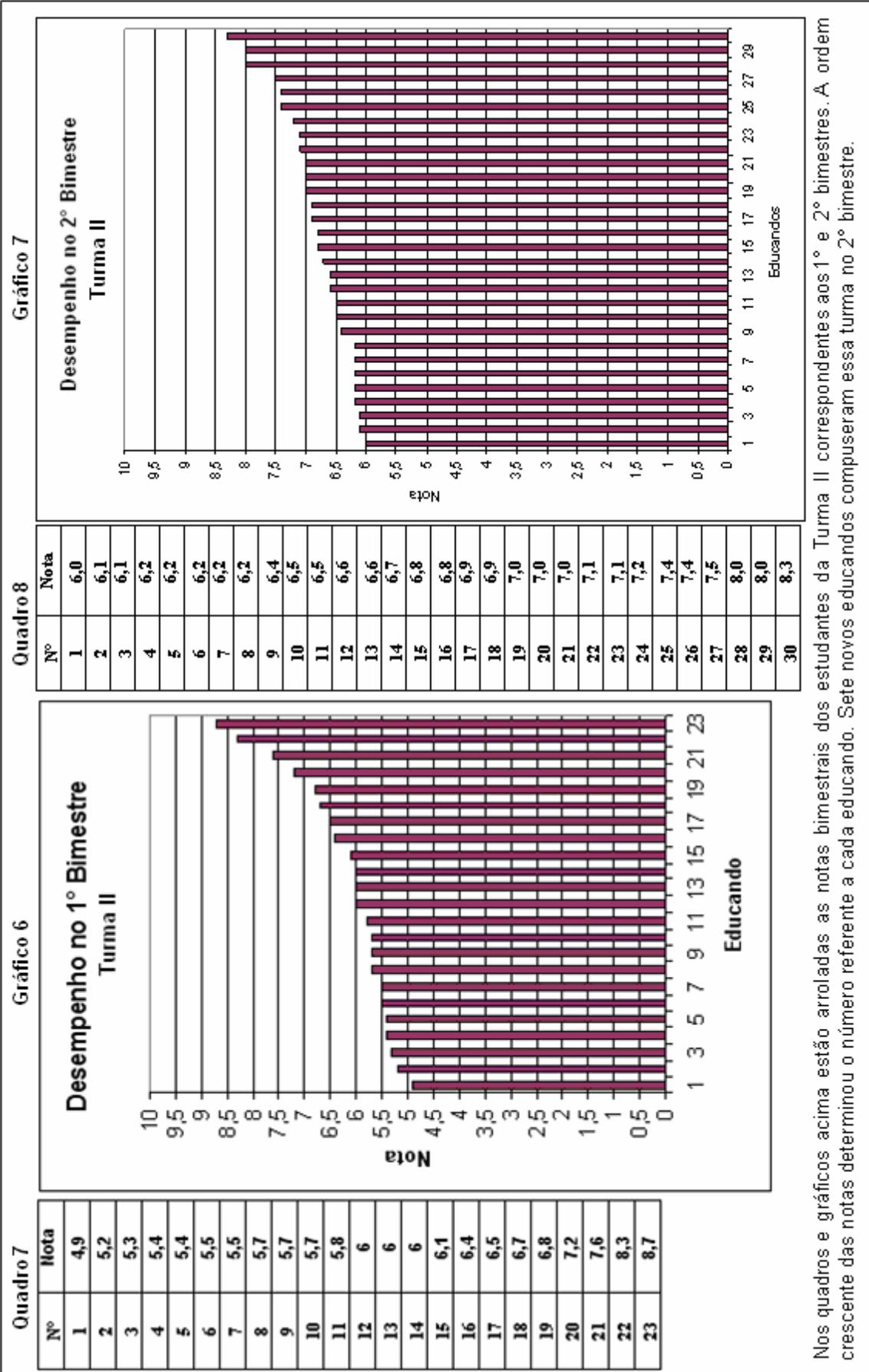


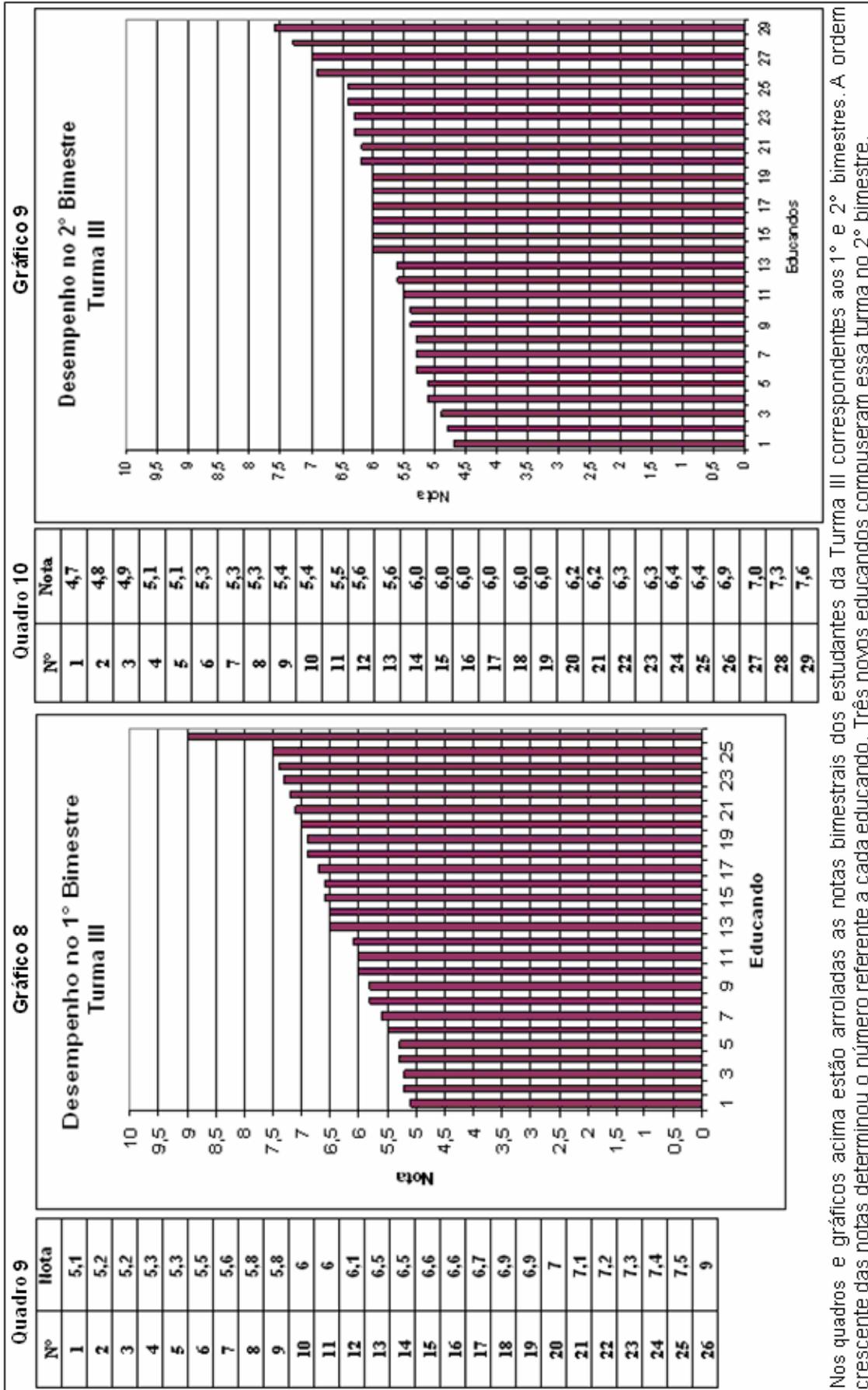
No Quadro 2 e no Gráfico 1 estão arroladas as notas dos estudantes da Turma I no teste aplicado no 2º bimestre. A ordem crescente das notas determinou o número referente a cada educando. A nota máxima possível nessa avaliação correspondeu a 2,4 pontos.











Como já foi mencionado, após a aplicação do plano de unidade, os educandos foram submetidos ao Questionário B (Quadro 11). A partir desse novo instrumento, verificou-se que a concepção a respeito do que é a Química (Questão 1) manteve-se na mesma linha. Quarenta estudantes associaram essa ciência ao estudo das substâncias que compõem os materiais, enquanto que cerca de 10 estudantes a declararam como área do conhecimento que estuda as transformações manifestadas nos fenômenos observáveis. Isso indica que muitos educandos não conseguiram apontar, pelo menos considerando suas respostas, o foco de estudo da Química.

Dizer que essa ciência estuda os fenômenos da Natureza ou as transformações manifestadas nesses fenômenos não a diferencia de outras áreas do conhecimento (como a Física, por exemplo). Por esse motivo, apesar das menções feitas durante as primeiras aulas, teria sido interessante reforçar junto aos estudantes, que a Química se diferencia das outras ciências pela maneira como interpreta o mundo que nos cerca. Para essa ciência, a Natureza se apresenta sob a forma de materiais que, por sua vez, são formados por substâncias. Nesse sentido, os químicos têm como tarefa desenvolver processos de extração e purificação de substâncias a partir dos materiais existentes, como também juntar substâncias para preparar novos materiais, além de produzir, em laboratório, substâncias que existem na Natureza em quantidade insuficiente para consumo e substâncias que não existem na Natureza (SILVA e BATISTA, 2005).

Quanto à importância da Química para o trabalho realizado por eles durante todo o bimestre (Questão 2), as declarações de 37 educandos revelaram que foi fundamental para a compreensão das características das especiarias, em razão de lhes ter proporcionado um conhecimento que relacionou as propriedades desses alimentos à sua composição. Além disso, 8 estudantes assinalaram a importância de estudarem conteúdos relacionados diretamente com um tema do cotidiano (alimentos), associados a eventos históricos ou a fatores formadores de sua cultura (registrados pelos relatos oriundos da contribuição feita por familiares ou na literatura que consultaram).

Pergunta	Resposta resumidas dos estudantes	Número de educandos
<b>Para você, o que é a Química?</b>	É o estudo da composição dos materiais e de suas propriedades;	40
	É o estudo das transformações e reações;	4
	Área destinada ao estudo dos fenômenos em geral;	6
	Não responderam;	3
<b>Qual foi a importância da Química no trabalho que você apresentou/assistiu neste bimestre?</b>	Adquirir conhecimentos sobre alimentos (especiarias) utilizadas no dia-a-dia no que se refere à composição, etc;	37
	Ter seu conteúdo relacionado com o tema	8
	Sua relação com eventos históricos e do cotidiano	8
	Não responderam;	1
<b>Qual foi o aspecto que mais chamou sua atenção no trabalho desenvolvido neste bimestre?</b>	Compreender o porquê das características das especiarias	20
	As práticas experimentais realizadas	1
	Experimentos ligados à teoria	17
	Participação efetiva dos estudantes na realização de experimentos e sua explicação	4
	Constatar a relação da Química com a História	1
	Identificação de grupos funcionais	1
<b>Qual foi o experimento que mais contribuiu para a compreensão do conteúdo? Porquê?</b>	Não responderam	1
	Experimento feito com a canela	16
	Obtenção do aldeído cinâmico	3
	Experimento feito com o cravo	8
	Extração do eugenol	3
	Experimento feito com a cúrcuma	4
	Síntese do salicilato de metila	5
	Todos	7
<b>E o que menos contribuiu?</b>	Não responderam	3
	Nenhum	39
	Experimento feito com a cúrcuma	2
	Experimento feito com a canela	2
<b>Você gostaria de continuar estudando Química?</b>	Não responderam	5
	Sim	42
	Sim, a Química Orgânica	2
	Não	1
	Não responderam	3

Quadro 11 – Resultado do Questionário B

Enfim, toda a proposta foi proporcionar a releitura e posterior reflexão, acrescentada do aporte conceitual oferecido pelo Ensino de Química, a respeito de um evento histórico de importância social e inegável significado na formação cultural.

De uma forma resumida, os conteúdos efetivamente trabalhados durante o bimestre podem ser assim listados:

1. Breve história das grandes navegações do séc. XV e XVI;
2. Especiarias: utilização (da Idade Média à Contemporânea) e composição geral;
3. Classificação química dos compostos orgânicos;
4. Caracterização e propriedades das funções orgânicas: álcoois, fenóis, aldeídos, cetonas, éteres, ácidos carboxílicos, ésteres, aminas e amidas;
5. Nomenclatura de substâncias orgânicas: regras gerais;
6. Nomenclatura de substâncias orgânicas: regra geral para funções mistas;
7. Isomeria geométrica;
8. Propriedade física dos compostos orgânicos;
9. Acidez e basicidade de substâncias orgânicas.

As aulas foram planejadas levando-se em conta o calendário interno da escola. De acordo com esse documento, o 2º bimestre teve início no dia 22 de abril de 2008 e fim no dia 5 de julho de 2008, totalizando 65 dias letivos, dos quais 49 de aulas efetivas. Destes, apenas 26 estariam disponíveis para as aulas de Química da 3º Série do Ensino Médio, sendo que no dia 24 de junho de 2008 todas as notas deveriam ser entregues na secretaria do Colégio.

Como durante a semana são reservadas 4 aulas para a disciplina Química em cada turma, as duas primeiras semanas (oito aulas) foram planejadas de modo tal que: 1 – o tema especiarias fosse introduzido; 2 – o trabalho que os educandos deveriam desenvolver fosse devidamente esclarecido; 3 – os conceitos de função orgânica fossem tratados; e 4 – exercícios fossem resolvidos. Assim, nas semanas subseqüentes, os outros conteúdos deveriam ser desenvolvidos e os quatro seminários apresentados. Entretanto, o planejamento prévio foi parcialmente prejudicado em razão de alguns eventos ocorridos no período, ocasionando a ausência de aula. Portanto, dos 26 dias letivos estimados para as aulas de Química da 3º Série do Ensino Médio, apenas 23 foram efetivamente utilizados (8 semanas). Esse fato ocasionou a impossibilidade de abordar todos os conteúdos pretendidos inicialmente. O caráter ácido-base dos compostos orgânicos, por exemplo, foi superficialmente trabalhado. Sem dúvida, esses assuntos teriam contribuído no entendimento de algumas propriedades dos alimentos classificados como

especiarias, uma vez que sensações como o sabor, por exemplo, estão relacionados a algumas delas (o sabor azedo do limão está ligado à presença do ácido cítrico).

O processo de avaliação, como já foi mencionado, levou em conta as exigências da escola, no que se refere à presença obrigatória da avaliação denominada prova integrada, cujo valor correspondeu a 30% da nota bimestral (10,0 pontos). O restante foi direcionado para outros instrumentos que, no julgamento do professor, pudessem permitir ao educando expressar quanto dos conteúdos trabalhados foi apreendido durante o processo de ensino-aprendizagem.

O planejamento das aulas (de 45 minutos cada) pode ser consultado na descrição a seguir.

## **Semana I**

Aula 1 (45 minutos)

**22/4 – Motivações econômicas das Grandes Navegações dos séculos XV e XVI; Apresentação do 1º mapa em que a América aparece.**

Essa aula teve início com a apresentação de um seminário preparado pelo professor em que foram explicitados, de forma geral, os motivos que levaram os europeus a se lançarem ao mar em busca de novas terras e de rotas para melhor acessarem o comércio das especiarias. Aproveitando esse contexto foi apresentado aos estudantes o mapa do alemão Martin Waldseemüller em que a América é citada e seu autor faz referência, em latim, às especiarias denotando assim sua grande importância. Nesse momento também, foram esclarecidos os motivos que justificam o fato das especiarias terem sido tão importantes naquela época e ainda continuarem sendo.

Aula 2 e Aula 3 (90 minutos)

**23/4 – Importância e caracterização geral das especiarias – aspectos químicos; Orientação geral para a realização dos seminários e organização dos grupos.**

Essas aulas foram uma continuação da aula anterior. Algumas das especiarias foram destacadas a partir da descrição das propriedades que as caracterizam, abrindo a oportunidade para introduzir alguns conceitos químicos, uma

vez que tais propriedades resultam da presença de substâncias produzidas pelo metabolismo secundário dos vegetais de onde as especiarias são originárias. Assim, debateu-se também o papel do químico e a relação dessa atividade com o estudo das especiarias. Foram tratados os conceitos de material, substância, constituinte, função orgânica, entre outros, a partir do exemplo dado pelo professor (especiaria brasileira: o urucum).

Foi descrito, também, para os estudantes, o trabalho que deveria ser desenvolvido durante o bimestre. A turma foi então dividida em 4 grupos a partir da deliberação dos próprios educandos sendo que cada uma dessas equipes ficou responsável pela apresentação de um seminário. As fichas preparadas pelo professor (Apêndice B, seção 7) contendo informações a respeito de três especiarias, incluindo a estrutura molecular da substância responsável pela propriedade organoléptica mais destacada, foram entregues aos grupos, ficando ao encargo destes a inclusão de uma especiaria genuinamente brasileira.

## **Semana I**

Aula 4 (45 minutos)

### **24/4 – Classificação química de substâncias orgânicas;**

#### **Identificação das funções: álcool, fenol. Exemplos e importância.**

Nessa aula, o professor demonstrou os critérios utilizados pela Química Orgânica para classificar as substâncias orgânicas nas classes conhecidas como funções. Nesse intento, foi citado o conceito de grupo funcional e suas denominações.

As primeiras funções tratadas foram álcool e fenol, junto às suas propriedades físicas e exemplos característicos conhecidos pelos estudantes e relacionados ao cotidiano. Nessa aula, os estudantes, de posse das fichas distribuídas na aula anterior, foram estimulados a identificar as funções nas estruturas moleculares de algumas substâncias.

## Semana II

Aula 5 (45 minutos)

### **29/4 – Identificação das funções: aldeído e éter; Exemplos e importância.**

Nessa aula, o professor caracterizou as funções aldeído e éter. As propriedades dos compostos pertencentes a essas funções foram seguidas de exemplos típicos ligados ao cotidiano dos estudantes ou ao de alguns setores da sociedade.

Aula 6 e Aula 7 (90 minutos)

### **30/4 – Identificação das funções: cetona, ácido carboxílico, éster, aminas e amidas. Exemplos e importância.**

Seguindo o mesmo intuito da aula anterior, nessas aulas, o professor apresentou aos estudantes uma descrição de outras funções orgânicas oxigenadas (cetona, ácido carboxílico e éster), bem como de funções nitrogenadas (aminas e amidas).

Os estudantes foram convocados a resolverem os exercícios do livro-texto a serem corrigidos na aula subsequente.

## Semana III

Aula 8 (45 minutos)

### **06/5 – Correção de Exercícios.**

Aula 9 e Aula 10 (90 minutos)

### **07/5 – 1º Seminário.**

Este primeiro seminário, apresentado em sala de aula, teve como tema o açafrão verdadeiro (*Crocus sativus*), o açafrão-da-terra (*Curcuma longa*), o urucum (*Bixa orellana*). Prática experimental apresentada:

## Experimento I

- Especiaria envolvida: cúrcuma (açafraão-da-terra);
- Principal substância envolvida: curcumina ((1*E*,6*E*)-1,7-bis(4-hidroxi-3-metoxifenil)hepta-1,6-dien-3,5-diona);
- Técnica utilizada: variação do pH da solução contendo a curcumina. Em meio básico a cúrcuma apresenta-se com a coloração vermelha e em meio ácido volta a ser amarela;
- Pergunta: Por qual motivo ocorre uma mudança de cor (de amarelo para vermelho) nos utensílios domésticos que tenham entrado em contato com a cúrcuma e em seguida lavados com sabão?;
- Aspectos relevantes tratados: constatação da mudança de cor nos utensílios domésticos que tenham entrado em contato com a cúrcuma e em seguida são lavados com sabão; identificação da substância responsável pela coloração da cúrcuma (o principal atrativo que justifica o seu uso na cozinha); descrição da estrutura molecular da curcumina e identificação dos grupos funcionais presentes; utilização de conceitos da Química relacionados a ressonância de elétrons em estruturas moleculares, alterando os comprimentos de onda de absorção, como tentativa de justificar a mudança na coloração desse material quando submetido a diferentes valores de pH.

Aula 11 (45 minutos)

**08/5 – Regras gerais para a nomenclatura de substâncias orgânicas (revisão); nomenclatura geral para as funções orgânicas específicas álcool, fenol e éter.**

Foi realizada uma breve revisão da nomenclatura dos compostos orgânicos, passando imediatamente para a regra geral de nomenclatura de álcoois, fenóis e éteres mais comuns.

## Semana IV

Aula 12 (45 minutos)

**13/5 – Regras gerais para a nomenclatura de substâncias orgânicas:  
Funções orgânicas específicas (ácido carboxílico, éster, amida, amina).**

Continuando o estudo da nomenclatura dos compostos orgânicos, o professor abordou nessa aula, as regras referentes aos ácidos carboxílicos, ésteres, amidas e aminas mais comuns.

Aula 13 e Aula 14 (90 minutos)

### **14/5 – 2° Seminário.**

Especiarias tratadas: noz-moscada (*Myristica fragrans*), baunilha (*Vanilla chamissonis*), cravo (*Syzygium aromaticum*) e alcaçuz (*Glycyrrhiza glabra*).  
Prática experimental apresentada:

#### Experimento II

- Especiaria envolvida: cravo-da-índia;
- Principal substância envolvida: eugenol (2-metoxi-4-(prop-2-enil) fenol);
- Técnica utilizada: extração do eugenol e teste da presença do grupo fenol;
- Pergunta: Como poderíamos extrair do cravo a substância responsável pelo seu odor?;
- Aspectos relevantes tratados: investigação a respeito do motivo que leva as pessoas a utilizarem o cravo-da-índia na sua alimentação; identificação da principal substância responsável pelo odor característico do cravo; descrição da estrutura molecular do eugenol e identificação dos grupos funcionais presentes; utilização de conceitos da Química relacionados a interações intermoleculares para explicar o motivo pelo qual o álcool consegue extrair o eugenol do material cravo-da-índia; tratamento dos conceitos de solvente e soluto; identificação, no cotidiano, de atividades que envolvam o processo de extração; relato, a partir da prática desenvolvida, do papel do profissional da Química em nossa sociedade; proposição de solventes adequados para extrair as substâncias mais importantes das outras especiarias tratadas.

Aula 15 (45 minutos)

**15/5 – Revisão dos conceitos de forças intermoleculares e solubilidade.**

Nessa aula, o professor fez uma a revisão a respeito das forças de van der Walls com o objetivo de retomar os conceitos de interações intermoleculares e sua importância no comportamento das substâncias orgânicas. A solubilidade dos compostos orgânicos foi utilizada como exemplo da aplicabilidade da teoria acima referida.

**Semana V**

Aula 16 (45 minutos)

**27/5 – Propriedades dos compostos orgânicos: ponto de fusão, ponto de ebulição.**

À luz das teorias e conceitos revistos na aula anterior, o professor explicou motivos que justificam os valores de ponto de fusão e de ebulição dos compostos orgânicos pertencentes às funções estudadas.

Aula 17 e Aula 18 (90 minutos)

**28 / 05 – 3º Seminário.**

Especiarias tratadas gengibre (*Zingiber officinale*), chá (*Cammelia sinensis*), jasmim (*Osmanthus fragans*) e pequi (*Caryocar brasiliense*). Prática experimental apresentada:

Experimento III

- Especiaria envolvida: chá (*Cammellia sinensis*);
- Principal substância envolvida: salicilato de metila (2-hydroxibenzoato de metila);
- Técnica utilizada: síntese por reação de esterificação;
- Pergunta: É possível sintetizar substâncias encontradas nas especiarias?;
- Aspectos relevantes tratados: propriedades curativas que diferentes culturas atribuem ao chá; identificação de uma substância presente no chá

que tenha propriedades medicinais; descrição da estrutura molecular do salicilato de metila e identificação dos grupos funcionais presentes; utilização de conceitos da Química relacionados a reação de esterificação para explicar a reação de síntese do salicilato de metila; identificação, no cotidiano, de atividades que envolvam o processo de síntese de substâncias e relato do papel do profissional da Química em nossa sociedade; proposição de reagentes necessários para sintetizar outros ésteres presentes em algumas especiarias (hexanoato de metila no pequi).

Aula 19 (45 minutos)

**29/5 – O caráter ácido e básico das funções orgânicas álcool, fenol, aldeído, éter, cetona, ácido carboxílico, éster, aminas e amidas.**

O professor citou o comportamento de substâncias pertencentes às funções orgânicas caracterizando-as como ácidos ou bases.

## Semana VI

Aula 20 (45 minutos)

**03/6 – Exercícios.**

Foram resolvidos exercícios presentes no livro-texto referentes aos conteúdos até então trabalhados

Aula 21 e Aula 22 (90 minutos)

**04/6 – 4° Seminário.**

Este seminário teve como tema a pimenta-do-reino (*Piper nigrum*), pimenta malagueta (*Aframomum melegueta*), pimenta brasileira do gênero *Capsicum* e canela (*Cinnamomum zeylanicum*). Prática experimental apresentada:

## Experimento IV

- Especiaria envolvida: canela-da-china;
- Principal substância envolvida: aldeído cinâmico ((2*E*)-3-fenilprop-2-enal);
- Técnica utilizada: extração com vapor de água;
- Pergunta: Como poderíamos extrair da canela a substância responsável pelo seu sabor e produzirmos alguma iguaria?;
- Aspectos relevantes tratados: investigação a respeito do motivo que leva as pessoas, em diferentes culturas, a utilizarem a canela-da-china na sua alimentação; identificação da principal substância responsável pelo sabor característico da canela; descrição da estrutura molecular do aldeído cinâmico e identificação dos grupos funcionais presentes; utilização de conceitos da Química relacionados a interações intermoleculares para explicar o motivo pelo qual a água consegue extrair o aldeído cinâmico do material canela-da-china; tratamento dos conceitos de emulsão, evaporação e condensação; identificação, no cotidiano, de atividades que envolvam as emulsões no contexto da alimentação; relato, a partir da prática desenvolvida, do papel do profissional da Química em nossa sociedade; preparação de gelatina de canela e sua distribuição na sala de aula.

Aula 23 (45 minutos)

### **05/6 – Isomeria geométrica.**

Em outras oportunidades, os educandos foram instruídos a respeito dos casos de isomeria de cadeia e de função em compostos orgânicos. No entanto, casos de isomeria geométrica não haviam ainda sido tratados. Assim, nessa aula, o professor citou exemplos dessas ocorrências e a forma de nomear essas estruturas, utilizando os prefixos *cis* e *trans*.

## Semana VII

Aula 24 (45 minutos)

### **10/6 – Apresentação do mapa das especiarias.**

Estudantes de cada uma das turmas fizeram uma exposição de seus mapas, recontando os assuntos apresentados. Nessa oportunidade, todos os grupos interagiram e se auxiliaram nas explicações dadas ao professor.

Aula 25 e Aula 26 (90 minutos)

### **11/6 – Aplicação do Teste.**

Aula 27 (45 minutos)

### **12/6 – Revisão e exercícios.**

Revisão dos conteúdos abordados, à medida que foram resolvidos os exercícios do livro texto.

## Semana VIII

Aula 28 (45 minutos)

### **17/6 – Exercícios**

Aula 29 e Aula 30 (90 minutos) cn

### **18/6 – Prova Bimestral.**

Aula 31 (45 minutos)

### **19/6 – Resolução das questões do teste.**

## CAPÍTULO 6

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando cada uma das fases desse trabalho, pode-se dizer que, para a maioria dos envolvidos, a atividade proposta se mostrou proveitosa. O percalço inicial mais marcante foi fazer os estudantes entenderem e acreditarem que seria possível cumprir todos os objetivos propostos no tempo disponível. Porém, à medida que as aulas foram avançando, tornou-se inevitável rediscutir as atividades propostas. Esse fato, sem dúvida alguma, contribuiu para o amadurecimento do trabalho. Logo na apresentação do primeiro seminário todas as falhas cometidas, seja no que se refere à estrutura da apresentação ou a eventuais erros conceituais, foram utilizadas para reforçar junto aos outros estudantes, em que aspectos eles poderiam melhorar e também o que mereceu maior destaque. É preciso sempre, na atividade pedagógica, aproveitar as oportunidades para esclarecer as dúvidas recorrentes. Isso pôde ser confirmado ao se constatar que apesar do esforço para dirimir toda e qualquer dúvida a respeito dos seminários e das práticas experimentais, a estruturação dos mapas foi, de certa forma, negligenciada ao ter sido mantido um afastamento (a fim de não influenciar na criatividade dos estudantes) dessa tarefa. De qualquer maneira, os educandos cumpriram o objetivo e apresentaram o seu trabalho.

Um outro aspecto interessante que deve ser ressaltado diz respeito a total disposição dos educandos no que se refere às práticas experimentais. A maioria deles declarou ter achado gratificante o fato de serem os protagonistas na apresentação dos experimentos. Esta disposição e apreço, aspectos ressaltados por Hodson (1994) em seus trabalhos de pesquisa, se manteve durante todo o bimestre mesmo quando estavam na condição de observadores dos experimentos realizados pelos colegas. Certamente este fato é decorrente da significação que essas práticas ganharam para os estudantes, em razão de sua estreita ligação com os alimentos do seu dia-a-dia. Além disso, em suas atuações como os responsáveis pela explicação dos fenômenos envolvidos nesses experimentos, os educandos procuraram relacionar essas práticas a possíveis proveitos que poderiam fazer de eventos experienciados pela comunidade em que vivem. Benefícios esses,

compreendidos a partir das teorias utilizadas pela Química. Nesse sentido, os estudantes fizeram o necessário uso dos três níveis de conhecimento, intrínsecos a qualquer aula de ciências, destacados por Mortimer *et alii*, (apud SILVA e ZANON, 2000): o empírico, o teórico e o representacional. Verificou-se que eles puderam usar sua criatividade para associar diferentes eventos àquilo que estavam expondo. No caso da extração do eugenol e da obtenção do aldeído cinâmico, por exemplo, citaram a possibilidade de se conseguir isolar as essências de outros materiais a partir de solventes ou do conhecimento de suas propriedades físicas. Mesmo tendo assistido o filme Perfume – a história de um assassino, na aula de outra disciplina, alguns estudantes teceram comentários a respeito das técnicas de separação de substâncias utilizadas pelo protagonista da trama. Percebeu-se assim, que foi extrapolado o próprio tema que serviu de eixo para o estudo dos conteúdos da Química da 3ª Série do Ensino Médio e que os estudantes tiveram condições de exercitar as competências relacionadas à capacidade de “relacionar, comparar, inferir, argumentar, mediante uma reestruturação mais compreensiva, coerente e aberta às complexidades das articulações entre as idéias, os dados, os fatos, as percepções e os conceitos” (SILVA e ZANON, 2000).

Um outro ponto importante, verificado durante o transcurso do bimestre e que se refletiu diretamente na apresentação dos seminários, foi o valor que os estudantes atribuíram à possibilidade de associarem a percepção que a Química tem da natureza com o conhecimento advindo de familiares mais velhos ou comunidades específicas de determinadas regiões, além do impacto que uma visão, considerada erroneamente como hegemônica, causa sobre a outra. Como foi inúmeras vezes discutido em sala, não houve a necessidade de um estudo dito “científico” para que alguns nativos da Ásia, África ou América reconhecessem o poder conservante ou curativo de algumas especiarias. Entretanto, a ciência teve um papel crucial para o desenvolvimento e aprimoramento de técnicas e terapias capazes de aproveitar, de forma diferenciada, essas mesmas especiarias. O conhecimento desenvolvido pela ciência foi, reconhecidamente, capaz de dar maior amplitude à atuação do ser humano frente à natureza. E como foi destacado pelos estudantes em seus seminários, muitas das características da sociedade em que vivemos surgiram dessa relação histórica entre aquilo que a ciência desenvolveu por demandas variadas (incluindo aí os fatores econômicos) e a sabedoria (ancorada nos costumes e nas tradições) pertencente aos integrantes dessa mesma

sociedade. Assim, a abordagem histórica na aula de Química ultrapassou eventos científicos, localizados na rigidez de um calendário, para se configurar como a busca da compreensão daquilo que Chassot (2003) chamou de história da construção do conhecimento humano.

Dessa forma, diante de tudo o que foi vivenciado durante o período referente à aplicação do material desenvolvido junto aos educandos, verificou-se que um ponto fundamental para a educação está relacionado à necessidade de professores que também sejam pesquisadores. Concordando com Freire (1996, p. 29)

Não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino. [...] Ensino porque busco, porque indaguei, porque indago e me indago. Pesquiso para constatar, constatando, intervenho, intervindo educo e me educo. Pesquiso para conhecer o que não conheço e comunicar ou anunciar a novidade.

É no decurso dessa pesquisa, no embate entre o discurso de quem a produz (no caso o educador) e de quem escuta e reflete sobre os seus resultados, mas que também fornece elementos para essa pesquisa (no caso o educando), que o conhecimento escolar nasce. Ele surge a partir do reconhecimento de que é necessário, para acessar de forma adequada o que Lopes (1999) chamou de instâncias de realidade distinta, confrontar o conhecimento cotidiano com o conhecimento científico. O desafio, portanto, reside no desenvolvimento de ações transformadoras que tornem um saber sábio em saber ensinável. Um processo transformador que exige “a determinação ou adoção de um ponto de partida ou ponto de referência” (ALVES-FILHO, 2000).

Assim, compreende-se melhor as idéias de Janusz Korczak, um dos maiores educadores de todos os tempos, que, assim como Paulo Freire e tantos outros, se manteve na linha de frente da educação, com sentimento e razão. Em suas palavras, fazendo alusão à sua condição de educador, muitos “vão se formar e um dia irão embora, mas nós continuaremos indo à escola a vida toda”.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, R. Filosofia da Ciência. São Paulo: Editora Ars Poética, 1996.
- ALVES-FILHO, P. J. Regras da Transposição Didática aplicada ao laboratório Didático. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v.17.n<sup>a</sup> 2.Agosto 2000.p. 174-188.
- BACHELARD, G. A Formação do Espírito Científico. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996
- BARRA, E. S. O. A realidade do mundo da ciência: um desafio para a história, a filosofia e a educação científica. Ciência e Educação, v. 5, n.1, p. 15-16, 1998.
- CAMPOS, C. ; CACHAPUZ, A. Imagens de Ciência em Manuais de Química Portugueses. Química Nova na Escola. São Paulo: SBQ; N.º 06, p. 23-29, 1997.
- CARRAHER, D. W. Senso Crítico: do dia-a-dia às Ciências Humanas. 4<sup>a</sup> edição; São Paulo: Editora Pioneira, 1997.
- DRIVER, R., ASOKO, H., LEACH, J., MORTIMER, E. E SCOTT, P., Construindo conhecimento Científico em Sala de Aula, Química Nova Escola, n. 9, 31-40, 1999.
- FRACALANZA, H. ; MEGID NETO, J. O livro didático de ciências: problemas e soluções. Ciência & Educação, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003
- FREIRE, P. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- GIL-PEREZ, D. Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de um modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñaza de las Ciéncias*. v.11, n. 02, p.197-212, 1993.
- HODSON, D. Hacia um Enfoque Más Crítico del Trabajo de la Laboratorio. Enseñanza de las Ciéncias, v.12, n 3, p.299-313. 1994

HOUAISS, A. ; VILLAR, M. S. Dicionário Houaiss da língua portuguesa – versão eletrônica. Instituto Antônio Houaiss de Lexicografia e Banco de Dados da Língua Portuguesa S/C Ltda. Rio de Janeiro: Editora Objetiva, 2001.

KORCZAK, J. Quando eu voltar a ser criança. Tradução: Yan Michalski; São Paulo: Summus, 1981.

LARAIA, R. B. Cultura um conceito antropológico. 20 ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006.

LAVILLE, C.; DIONNE, J. A Construção do Saber. Tradução: Heloísa Monteiro e Francisco Settineri. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda; Belo Horizonte: Editora UFMG, 1999.

LEITE, M. S. Contribuições de Basil Bernstein e Yves Chevallard para a discussão do conhecimento escolar. 2004. 120 f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Educação) – PUC-Rio, Rio de Janeiro, 2004.

LOPES, A. R. C. Conhecimento escolar: ciência e cotidiano. Rio de Janeiro: EdUERJ, 1999.

MAIA, N. F. A Ciência Por Dentro. 5ª edição; Petrópolis: Editora Vozes, 1998.

MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: A tendência atual de reaproximação. Tradução, Claudia M. Andrade, Caderno Catarinense de Ensino de Física, v.12.nº 3. Dezembro 1995. p. 164-214.

MILLAR, R.; DRIVER, R. Beyond Processes. Studies in Science Education. n. 14, p. 33-62, 1987.

PADILHA, H. M. F. O mundo da educação. 3ª edição. Brasília, SENAI/DN, 2001.

PEREIRA, C. L. N. A História da Ciência e a Experimentação no Ensino de Química Orgânica. 2008. 125 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

PINHO ALVES, J. Regras da Transposição Didática aplicada ao laboratório Didático. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v.17.nº 2. Agosto 2000.p. 174-188.

PORTELA, S. I. C. O Uso de Casos Históricos no Ensino de Física: Um Exemplo em Torno da Temática do Horror da Natureza ao Vácuo. 2006. 96 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências) – Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

RAMOS, M. G. Epistemologia e ensino de ciências: compreensão e perspectivas. In: MORAES, R. (Org.) Construtivismo e o ensino de Ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas. Porto Alegre, Edipucrs, p. 13-35, 2000.

RIVAL, M. Os Grandes Experimentos Científicos. Tradução, Lucy Magalhães. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1997.

SANTOS, W. L. P dos; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (ciência, tecnologia e sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio: pesquisa em educação em ciências*, v. 2, n. 2, 133-162, dez. 2000.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio: pesquisa em educação em ciências*, v. 2, n. 2, 2000.

SCHNETZLER, R. P. A Pesquisa em Ensino de Química no Brasil: Conquistas e Perspectivas. *Química Nova*, Volume 25, Supl. 1, Páginas 14-24, 2002

SCHNETZLER, R. P. Um estudo sobre o tratamento do conhecimento químico em livros didáticos brasileiros dirigidos ao Ensino Secundário de Química de 1875 a 1978. *Química Nova*, São Paulo: SBQ; p. 6-15, 1981.

SCHNETZLER, R. P.; SANTOS, W. L. P. Ciência E Educação Para A Cidadania, da obra *Ciência, Ética e Cultura na Educação*, Chassot, A. e Oliveira, Renato J. (organizadores). Editora Unisinos, Páginas 255-270, 1998.

SILVA, L. H. A.; ZANON, L. B. A experimentação no ensino de Ciências. In: Schnetzler, R. P.; Aragão, R. M. R. (orgs.). *Ensino de Ciências: Fundamentos e Abordagens*, Piracicaba: Capes/Unimep, 2000.

SILVA, R. R. et al. O que é a Química e o que o químico faz. Notas de aula (não publicado), Brasília, 2005

SILVA, S. F. E NÚÑEZ, I. B. O ensino por problemas e trabalho experimental dos estudantes: reflexões teórico-metodológicas. *Química Nova*. v. 25, n. 6B, p. 1197-1203, 2002.

## **APÊNDICE A**

**SEÇÃO 1**  
**QUESTIONÁRIOS APLICADOS AOS ESTUDANTES**

Disciplina: Química  
3ª Série do Ensino Médio

### QUESTIONÁRIO A

Educando, leia e responda as questões abaixo. Caso seja necessário, escreva no verso dessa folha.

- 1) Para você, o que é a Química?
  
- 2) Qual é a importância da Química?
  
- 3) Você gosta de estudar Química? Por quê?
  
- 4) Você se lembra de algum experimento de Química? Caso a resposta seja afirmativa, descreva-o.
  
- 5) Em sua opinião, como deve ser uma boa aula de Química?
  
- 6) Quais assuntos você gostaria de estudar em Química?

DISCIPLINA: QUÍMICA  
3º ANO DO ENSINO MÉDIO

### QUESTIONÁRIO B

Educando, leia e responda as questões abaixo. Caso seja necessário, escreva no verso dessa folha.

- 1) Para você, o que é a Química?
  
- 2) Qual foi a importância da Química no trabalho que você apresentou/assistiu neste bimestre?
  
- 3) Qual foi o aspecto que mais chamou sua atenção no trabalho desenvolvido neste bimestre?
  
- 4) Qual foi o experimento que mais contribuiu para a compreensão do conteúdo? Porquê?
  
- 5) E o que menos contribuiu?
  
- 6) Você gostaria de continuar estudando Química?

**SEÇÃO 2**  
**MODELO DE AVALIAÇÃO**

TESTE DE QUÍMICA - 1  
2º BIMESTRE/2008

Professor (a):

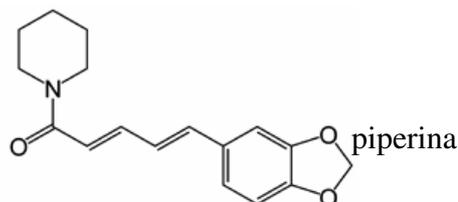
Educando (a): \_\_\_\_\_

Série: 3ºEM Turma: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2008.

O termo “especiaria” era empregado, na Europa, para os produtos orientais caros e difíceis de serem obtidos. Aos poucos, passou a definir tudo o que tempera e dá sabor agradável aos alimentos. Com o passar do tempo o valor econômico das especiarias diminuiu significativamente, porém, sua importância e uso continuam sendo importantes nas mais diferentes culturas. Considerando as teorias que foram estudadas neste bimestre e as práticas experimentais apresentadas, responda as questões abaixo.

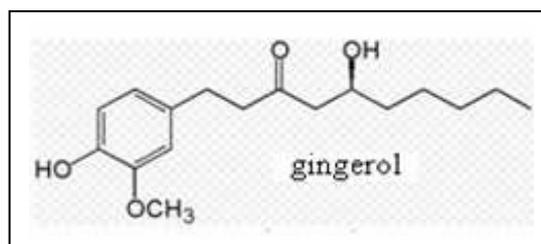
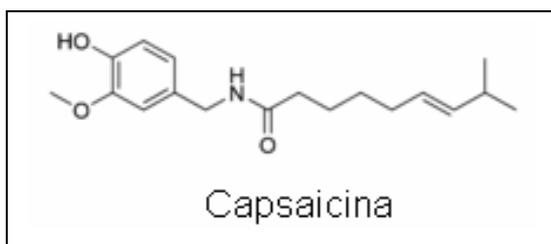
<b>Questão 01</b>		<b>0,4 ponto</b>
-------------------	--	------------------

A Pimenta-do-reino é a grande estrela das especiarias. A substância responsável por seu sabor picante é um alcalóide chamado piperina.



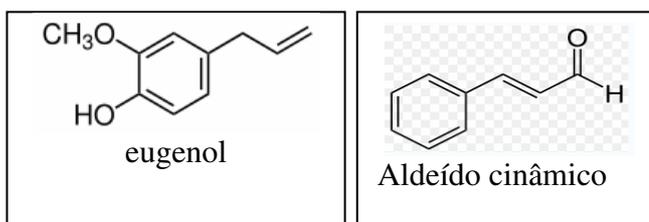
A respeito desse composto, responda os itens abaixo.

- a) Que grupo funcional nitrogenado podemos identificar na estrutura da piperina?
  
- b) Quantos carbonos primários, secundários e terciários podem ser encontrados, respectivamente, na molécula da piperina?
  
- c) Após análise da estrutura da piperina, indique se este composto é solúvel ou insolúvel em água. Justifique sua resposta de acordo com a teoria das forças intermoleculares.
  
- d) A sensação picante que a pimenta-do-reino proporciona ao paladar humano se deve, principalmente, à presença da piperina. No caso da pimenta malagueta e do gengibre, a pungência se deve à presença, respectivamente, da capsaicina e do gingerol. Após analisar a estrutura destes compostos, indique qual grupo funcional é comum a eles três.



**Questão 02****0,4 ponto**

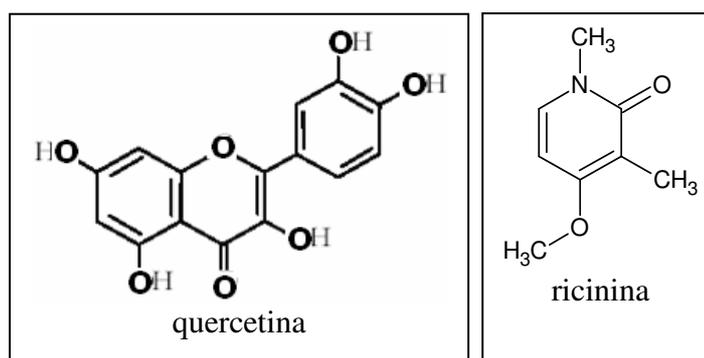
O cravo-da-índia e a canela são especiarias que dão sabor distinto aos alimentos. O uso destes condimentos é bastante antigo e direcionado para as mais diversas finalidades que vão desde a medicinal até a ritualística. As principais substâncias responsáveis pelo aroma do cravo e da canela são, respectivamente, o eugenol e o aldeído cinâmico. Analise a estrutura destes dois compostos e responda os itens a seguir.



- Qual deles possui o menor ponto de ebulição? Justifique sua resposta.
- Que grupos funcionais estão presentes na estrutura do eugenol?
- Na apresentação de um dos seminários alguns colegas colocaram cravos-da-índia em um recipiente contendo etanol com o objetivo de obterem o eugenol. Explique, baseado nas teorias estudadas em sala neste bimestre, por qual motivo o etanol foi utilizado como solvente.

**Questão 03****0,3 ponto**

A erva-mate é um alimento muito apreciado na região sul do nosso país. Duas substâncias presentes neste vegetal destacam-se: a quercetina e a ricinina. Ambas estão relacionadas a propriedades organolépticas do chá de erva-mate, mais precisamente, com seu caráter adstringente. Após análise da estrutura molecular dessas substâncias, responda o que é perguntado nos itens abaixo.

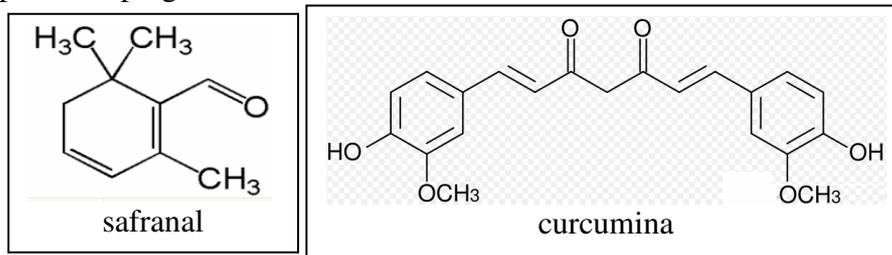


- Qual o número de grupos carbonila, hidroxila e anel benzênico, respectivamente, existem na molécula da quercetina?
- Qual é a fórmula molecular da ricinina?

- c) Comparando as duas substâncias, que grupo funcional está presente somente na estrutura molecular da ricinina?

<b>Questão 04</b>	<b>0,4 ponto</b>
-------------------	------------------

Duas especiarias causam grande confusão por possuírem o mesmo nome popular: “açafão”. O açafão verdadeiro é o pistilo muito fino, vermelho-alaranjado, das flores azuladas de um bulbo da Turquia e do Irã. Alguns fiozinhos são suficientes para tingir as comidas e lhes dar um sabor doce-amargo muito especial. O açafão-da-terra ou cúrcuma é amplamente consumido no Brasil. Possui coloração amarela e é a raiz de uma planta nativa das florestas tropicais da Índia e do sudeste asiático. É seca depois de colhida e, em seguida, transformada em pó. O safranal é o composto primário responsável pelo sabor do açafão verdadeiro, enquanto que a curcumina é a substância responsável pela cor da cúrcuma. A respeito destas substâncias, responda as perguntas abaixo.



- a) Em qual função orgânica podemos classificar o safranal?
- b) Quais grupos funcionais estão presentes na estrutura da curcumina?
- c) Uma dona de casa criou um determinado tempero para adicionar à carne que ia ser preparada para uma refeição. Esse tempero caseiro era composto de sal e cúrcuma. Porém, ao lavar os recipientes utilizados para preparar seu condimento, assustou-se ao notar que a coloração da “sujeira” que impregnara seus utensílios mudou de amarela para vermelho na medida em que ela os ensaboava. Explique por qual motivo ocorreu a mudança de cor.

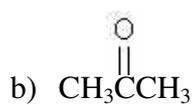
<b>Questão 05</b>	<b>0,2 ponto</b>
-------------------	------------------

O Pequi é uma fruta nativa do cerrado brasileiro, muito utilizada na cozinha nordestina, do centro-oeste e norte de Minas Gerais para aumentar o sabor dos pratos típicos dessas regiões. É uma autêntica especiaria brasileira. Seu odor característico se deve, entre outras coisas, à presença do hexanoato de etila. A respeito deste assunto, responda aos itens abaixo:

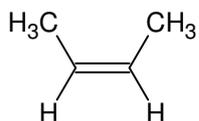
- a) Qual é a fórmula estrutural plana do hexanoato de etila?
- b) A partir de quais reagentes é possível sintetizar o hexanoato de etila?

**Questão 06****0,8 ponto**

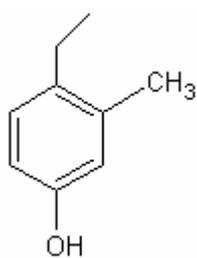
Escreva o nome dos compostos abaixo de acordo com as regras de nomenclatura da Iupac (International Union of Pure and Applied Chemistry).



c)



f)





# **UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Física

Instituto de Química

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

## **A HISTÓRIA DA CIÊNCIA E A EXPERIMENTAÇÃO NA CONSTITUIÇÃO DO CONHECIMENTO ESCOLAR: A QUÍMICA E AS ESPECIARIAS**

**RONALDO DA SILVA RODRIGUES**

Proposta de Ação Profissional resultante da Dissertação realizada sob orientação do Prof. Dr. Roberto Ribeiro da Silva 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  
Fevereiro  
2009**

## SUMÁRIO

7. Apresentação da proposta de ação profissional.....	111
8. A História da Ciência e a experimentação na constituição do conhecimento escolar: a Química das especiarias.....	112
9. A História sob o olhar da Química – As especiarias e sua importância na alimentação humana.....	116
10.Os sentidos e as especiarias.....	134
11.A origem metabólica das substancia que dão destaque às especiarias.....	138
12.Sugestão de atividades.....	145
13.Fichas dos seminários por ordem de apresentação.....	150
14.Roteiros dos experimentos.....	155
15.Textos complementares.....	166
Referências.....	170

## 1 . APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA DE AÇÃO PROFISSIONAL

Prezado educador: a nossa proposta de ação profissional consiste em um módulo de ensino que aspira compor os diversos recursos que podem ser utilizados na prática docente. Apesar de ter sido pensado e construído para aulas de Química do Ensino Médio, este material pode ser utilizado por professores de outras disciplinas, cujo conteúdo, faça alguma referência ao tema alimentação.

Com o intuito de partir das informações mais gerais sobre o tema alimentos para as mais específicas (fazendo uso, para se chegar a estas últimas, da lupa disponibilizada pela Química), dividimos este módulo em diversas seções. A primeira delas trata das razões que nortearam este trabalho. Nas seções seguintes podemos encontrar uma sucessão de textos que procuram explicitar a influência da alimentação na constituição das sociedades humanas bem como a leitura que a Química pode fazer deste assunto. Em seguida, sugerimos uma seqüência de atividades que podem ser desenvolvidas com os estudantes durante o bimestre letivo.

Assim, desejamos uma boa leitura e esperamos que possam ser encontradas, neste trabalho, muitas outras formas de aproveitamento.

## 2 . A HISTÓRIA DA CIÊNCIA E A EXPERIMENTAÇÃO NA CONSTITUIÇÃO DO CONHECIMENTO ESCOLAR: A QUÍMICA E AS ESPECIARIAS

Os inúmeros materiais orgânicos existentes apresentam, em sua composição, substâncias cujos constituintes podem ilustrar adequadamente as chamadas funções orgânicas.

Esse módulo de ensino se propõe a compartilhar os significados relacionados à caracterização, diferenciação, nomenclatura, propriedades físicas (ponto de fusão, ponto de ebulição, e solubilidade), acidez e basicidade das substâncias que apresentam as funções álcoois, fenóis, aldeídos, cetonas, éteres, ácidos carboxílicos, ésteres, aminas e amidas em sua estrutura molecular. Objetiva ainda, oferecer condições para que seja reconhecida a importância de algumas reações químicas envolvendo substâncias que apresentam tais funções. Para tanto, espera-se que essa proposta possa superar os inconvenientes presentes no ensino destes conteúdos, caracterizados pela predominância de aspectos relativos à nomenclatura, representação e identificação associados invariavelmente à memorização de termos que se perdem com o passar do tempo.

Nesse projeto, será utilizado então, um evento histórico - a importância das especiarias na alimentação - como motivação inicial. A intenção é de fazer com que os educandos se sintam estimulados a investigar as substâncias responsáveis pelas propriedades organolépticas de algumas especiarias previamente escolhidas pelo professor, e a estrutura do constituinte dessas substâncias, bem como o uso dessas mercadorias incluindo, neste contexto, as questões econômicas e culturais. Além disso, pretende-se proporcionar aos estudantes a oportunidade de buscarem identificar especiarias genuinamente brasileiras e seus compostos mais importantes sob o mesmo ponto de vista desenvolvido inicialmente pelo professor.

Esse trabalho foi desenvolvido a partir da concepção de que a escola é um dos principais ambientes onde o conhecimento cotidiano é transmitido e, ao mesmo tempo, rebatido pelo confronto com o conhecimento científico. Esse processo, por sua vez, gera um outro tipo de conhecimento, o escolar, configurando assim uma

problemática caracterizada pela busca da compreensão da interação entre esses três tipos de saberes que se defrontam continuamente no âmbito escolar.

Na visão analítico-histórica do filósofo Gaston Bachelard, a ciência se desenvolve a partir de uma relação social entre indivíduos que compartilham um saber que se propõe a ter status de verdade. Essa verdade é dependente de uma estrutura teórica que a sustente. Assim, o conhecimento científico evolui na medida em que indivíduos da comunidade científica, refletindo sobre o passado, avaliam sua condição no presente retificando-se os erros. A ciência Química avançou ao romper com verdades transitórias e ao criar um grupo social capaz de desenvolver novos trabalhos com uma nova verdade (sustentada por uma teoria). Essa característica do trabalho científico não pode ser desprezada pelos educadores em Ciência, pois ajuda a desmitificá-la ao tornar explícita uma de suas limitações.

O conhecimento cotidiano, por sua vez, corresponde a um conjunto de saberes e experiências que nos identificam com os outros integrantes da comunidade onde vivemos. Sua importância reside no fato de ser indispensável uma dose de automação em certas atividades que desempenhamos em nosso dia-a-dia para que possamos sobreviver. Nessa condição, o indivíduo disponibiliza toda sua capacidade intelectual, sentimentos, concepções, habilidades, apresentando-se por inteiro, mas sem potencializar nenhum desses aspectos o que implica, também, em não se aprofundar em nenhuma experiência vivida. Podemos identificar no conhecimento cotidiano o senso comum, que aponta para a universalidade e uniformidade, e os saberes populares que apontam para a especificidade e para a diversidade. Exemplos de conhecimentos populares são os referentes ao uso de ervas medicinais, à construção de moradias com os materiais disponíveis e acessíveis, aos alimentos mais comuns em determinada região, aos utensílios produzidos através do artesanato e também às diferentes manifestações artísticas que invariavelmente podem caracterizar uma identidade cultural.

O conhecimento científico se desenvolve ao romper com o conhecimento cotidiano, distinguindo-se por gerar saberes pertencentes a uma instância própria, sendo, portanto, inviável sua transição para outras instâncias por simples reelaboração. Ao contrário das opiniões (resultado de observações justapostas e do empirismo das primeiras impressões), característica própria do conhecimento cotidiano, o conhecimento científico se projeta na perspectiva epistemológica da retificação de seus erros primeiros. Enquanto que uma fonte de saber se contenta

com uma verdade permanente (opinião) a outra busca uma verdade provisória, isto é, a provisoriedade é uma característica do saber científico.

A escola pode se configurar como um foco de resistência à aceitação incondicional ao que socialmente é imposto como verdade. Talvez faça parte da essência do conhecimento escolar paramentar as consciências de instrumentos críticos, já desenvolvidos pela ciência, capazes de fazer os indivíduos emergirem das amarras do conhecimento cotidiano e das ciladas do discurso cientificista. E isso, certamente, não corresponde à simples aprendizagem dos conhecimentos gerados pelas diferentes áreas das ciências, mas também da forma como essas áreas geraram esses conhecimentos.

Assim, podemos dizer que aprender ciência não deve corresponder necessariamente a 'fazer' ciência, tanto no aspecto teórico-conceitual (pensar como o cientista, etc.) quanto nas práticas (experimentação), e que não se pode garantir que aquele conhecimento desenvolvido na academia seja internalizado na sua íntegra pelo estudante ou sequer trabalhado dessa forma pelo professor.

Neste aspecto Alves-Filho (2000) destaca o que Chevalard considera como transposição didática, ou seja, uma ferramenta necessária para promover o processo através do qual o saber produzido pelos cientistas (o Saber Sábio) se transforma naquele que está contido nos programas e livros didáticos (o Saber a Ensinar) e, principalmente, naquele que realmente se manifesta nas salas de aula (o Saber Ensinado). O desafio, desse modo, reside no desenvolvimento de ações transformadoras que tornem um saber sábio em saber ensinável.

Tanto a história da ciência quanto os valores intrínsecos às práticas experimentais podem contribuir sobremaneira para o êxito dessa empresa. O trabalho de elaboração do conhecimento escolar pode fazer uso de experiências que incluam a observação de fenômenos ou sistemas que não estejam necessariamente atrelados a um contexto explicitamente de conotação científica. Considera-se assim, que o mais importante é o desenvolvimento no educando da capacidade de relacionar, comparar, inferir, argumentar, mediante uma reestruturação aberta às complexidades entre as idéias, os dados, os fatos, as percepções e os conceitos. Por outro lado, o valor de uma abordagem histórica no ensino de ciências pode nos permitir ultrapassar os episódios científicos e incluir a possibilidade de utilizar conceitos originalmente pertencentes à ciência na análise de eventos variados. Avançamos, a partir daí, no reconhecimento de que não só a História da Ciência,

mas de forma geral, a história da construção do conhecimento pode nos ajudar a transpor os desafios da educação.

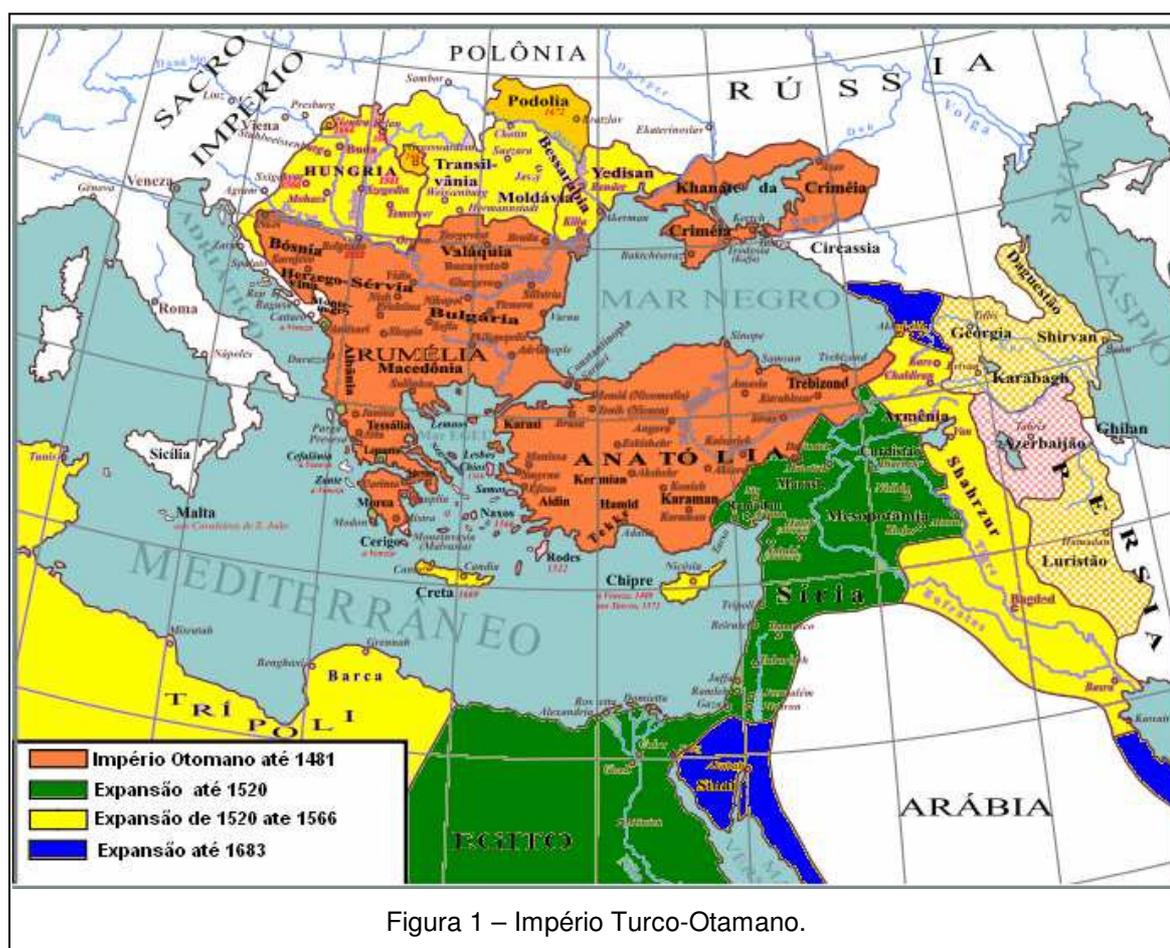
A escola acaba tendo, dessa forma, o objetivo claro de proporcionar aos estudantes uma apropriada formação científica e, ao mesmo tempo, contribuir para constituição de um conhecimento cotidiano, imbuído de valores e princípios de uma dada comunidade que trabalha para romper com a cotidianidade. Nesse contexto é salutar compreendermos o conhecimento escolar como o resultado distinto da interação entre diferentes saberes, que não guardam entre si nenhuma espécie de subordinação, mas se mostram diferentes quando comparado o potencial de suas abordagens.

Portanto esse módulo de ensino pretende proporcionar a releitura e posterior reflexão, acrescentada do aporte conceitual oferecido pelo Ensino de Química, a respeito de um evento histórico de importância social e inegável significado na formação cultural.

### 3 . A HISTÓRIA SOB O OLHAR DA QUÍMICA

#### As especiarias e sua importância na alimentação humana

Em 1453, o império turco-otomano tomou Constantinopla e colocou sob seu jugo todo o comércio dos principais produtos utilizados na alimentação europeia bem como as rotas para alcançá-los. Dominando as terras à margem oriental do Mediterrâneo, além do Egito e da Pérsia, fecharam as rotas terrestres monitorando o ir-e-vir das caravanas e as passagens para a navegação. Há esse tempo, na Europa, as especiarias eram imprescindíveis por comporem os conservantes de alimentos, servirem como remédios, afrodisíacos, temperos, perfumes, oferendas religiosas, incensos para afastar pestes, etc. Praticamente todos necessitavam dessas “dádivas” da natureza (NEPOMUCENO, 2005).



O processo de ocupação da América pelos europeus a partir do século XVI foi ocasionado, entre outros motivos, pela necessidade europeia em traçar novas rotas

para tornar mais acessível o comércio das especiarias. Tanto Cristóvão Colombo como posteriormente Pedro Álvares Cabral não saíram do velho continente e nem capitanearam tal empresa financiada pela elite européia, unicamente com o objetivo de explorar novas terras. Em 1492, Colombo tinha desembarcado nas terras dos escritos árabes, das aventuras fenícias e celtas cujos navegadores por razões históricas não desembarcaram para ali estabelecerem uma colonização. O navegador genovês saíra para procurar a costa sudoeste da Índia e encontrou um novo continente (NEPOMUCENO, 2005). Entretanto, ele acreditou ter chegado ao Extremo Oriente ao receber dos homens que comandava um arbusto cujas folhas cheiravam a canela (PINTO, 1995).

Cabral, por sua vez, fora o escolhido pelo reino lusitano para participar desse ciclo de ocupações de novas paragens. Lançou-se ao mar para refazer o percurso rumo à Índia em condições bem mais vantajosas que seus predecessores Colombo e Vasco da Gama, pois estava mais informado e preparado no que diz respeito aos recursos materiais. Provavelmente, orientado pelo rei D. Manuel de Portugal – o afortunado –, partiu propenso a se desviar da rota para, a tempo, oficializar o domínio sobre as tais terras ao Ocidente já previstas pelo Tratado de Tordesilhas. “O feito tornaria o mundo menos fantasioso e o reino luso muito maior e mais rico” (NEPOMUCENO, 2005).

Podemos assim dizer que não apenas o ouro e a prata, mas também os sabores e odores d’além mar, fizeram parte das motivações que impeliram homens a se lançarem ao oceano desconhecido em busca de fortuna. Os metais preciosos sempre foram alvos de cobiça dos seres humanos, mas por qual motivo as especiarias eram tão importantes?

O termo “especiaria” era empregado, na Europa, para designar as mercadorias asiáticas caras e difíceis de serem obtidas. Com o passar do tempo, passou a indicar todos os produtos com capacidade de temperar a comida (NEPOMUCENO, 2005). As especiarias tinham tal valor que o primeiro mapa que incluiu o novo mundo e lhe atribuiu o nome de América, feito pelo monge alemão Martin Waldseemüller em 1507 (MENEZES e SANTOS, 2006), identificava determinadas regiões do globo com pequenos textos onde constavam comentários a respeito desses alimentos.

Waldseemüller desenhou seu mapa em 12 folhas de papel, cada uma delas, medindo aproximadamente 60,9 cm de largura por 30,5 cm de altura. Projetado

para ser colocado em uma parede, o mapa montado ocupa algo em torno de 3,3 m<sup>2</sup> de área. Conhecido pelos estudiosos como a Certidão de Nascimento da América, uma das cópias deste mapa foi adquirida pelo alemão Johannes Schöner (1477-1557), um astrônomo e geógrafo de Nuremberg. Após a morte de Schöner, foi passado para uma família de nobres alemães e guardado no esquecimento por quase 350 anos no Castelo de Wolfegg (município da Alemanha, no distrito de Ravensburg). Foi então que em 1901 Joseph Fisher, um historiador jesuítico que na ocasião liderava uma pesquisa na biblioteca do mencionado castelo, descobriu o Mapa de Waldseemüller. Em 2001 a Biblioteca do Congresso dos Estados Unidos da América comprou a obra por cerca dez milhões de dólares. Estima-se que esta seja a única cópia do mapa ainda existente, uma vez que as outras não teriam resistido à ação do tempo até o ano de 1600<sup>38</sup>.

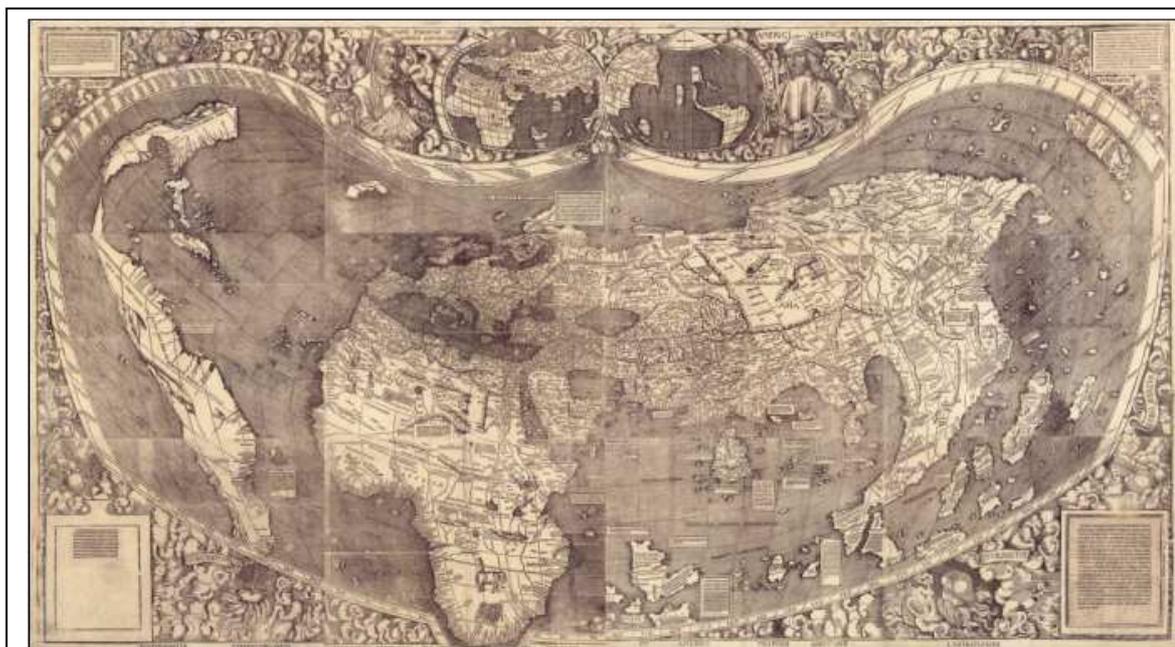


Figura 2 – *Universalis cosmographia secundum Ptholomaei traditionem et Americi Vespucii alioru[m]que lustrationes*. Mapa mundial do monge Martin Waldseemüller de 1507: Alguns dos pequenos textos localizados no Continente Africano, por todo o Mar Índico, Ásia e Indonésia, referem-se às especiarias. Fonte: The Library of Congress – American Memory Home (disponível em: <http://memory.loc.gov/ammem/index.html>)

Como podemos atestar no próprio mapa de Waldseemüller, as principais especiarias comercializadas na Europa na época das grandes navegações eram

<sup>38</sup> Texto disponível em [http://www.educarepress.com/images/Waldsee/map\\_9.html](http://www.educarepress.com/images/Waldsee/map_9.html)

nativas da Ásia tropical<sup>39</sup>, das florestas quentes e úmidas, e não podiam ser produzidas na Europa. Assim,

eram compradas secas e dessa forma utilizadas. Sua grande durabilidade, resistência a mofo e pragas nos longos tempos de estocagem, tornara possível e próspero seu comércio: suportavam por meses e até anos as travessias por mar ou terra sem perder as qualidades aromáticas e medicinais (NEPOMUCENO, 2005, p. 25).

As quatro mais valorizadas eram a pimenta-do-reino, cravo, canela e noz-moscada, o que correspondia às mais altas cotações no mercado. De acordo com Nepumoceno (2005), “eram moedas de troca, dotes, heranças, reservas de capital, divisas de um reino. Pagavam serviços, impostos, dívidas, acordos e obrigações religiosas”.

Em nenhuma época da história europeia as especiarias foram tão prestigiadas quanto nos séculos XIV, XV e XVI. Elas foram cruciais na cozinha, pelo seu número, pela frequência de seu emprego e pelas quantidades utilizadas – e isso em todas as cozinhas aristocráticas da Europa, embora estas guardassem diferenças umas das outras. E nunca, também, as especiarias tiveram tanto peso no comércio internacional – basta considerar o valor das mercadorias transportadas e os esforços das grandes potências marítimas para monopolizar seu comércio. Foi a busca das especiarias – assim como a do ouro e da prata – que lançou os europeus à conquista dos oceanos e dos outros continentes, revolucionando, com isso, a história do mundo. O que justifica tal dispêndio de recursos materiais e humanos?

A busca da resposta a essa pergunta passa pela análise de vários aspectos da conjuntura histórica da Europa Medieval: fatores econômicos, políticos e aqueles relacionados às características das próprias especiarias, são tratados nesse texto.

Do ponto de vista político/econômico, Huberman (1986) esclarece que desde o século XIV a desvalorização da moeda das nações Europeias por conta da ganância de seus reis, acarretava aumento no preço das mercadorias. Naquela época, com o objetivo de aumentar seu patrimônio, corroído pelos gastos em conflitos militares, os reis determinavam que a prata ou o ouro empregado em suas moedas deveriam ser reduzidos pela metade. Por um lado, essa medida ocasionava

---

<sup>39</sup> A Ásia tropical compreende inúmeros países na atualidade, entre eles a Índia, Sri Lanka, Maldivas, Paquistão, Nepal, Butão, Bangladesh, Mianma, Tailândia, Vietnã, Laos, Camboja, Cingapura, Indonésia, Filipinas, Brunei, Malásia (ÍSOLA E CALDINI).

o aumento momentâneo de sua fortuna em moeda (o dobro do que tinha antes, pois era conservado seu valor nominal) e por outro a sua desvalorização, pois, se um pão custava antes uma moeda de prata passava a custar duas. O efeito dessa inflação era sentido mais fortemente pelos mais pobres, uma vez que a cada desvalorização do dinheiro, os alimentos aumentavam de forma significativa.

A respeito dos efeitos devastadores que a depreciação da moeda tinha sobre os preços, Huberman (1986) registra que o próprio astrônomo Nicolau Copérnico<sup>40</sup>, no século XVI, dizia que dos elementos que levam os reinados à decadência os piores seriam a peste, as lutas, a terra estéril e a deterioração do dinheiro. Uma outra consequência subsequente arrasadora que a desvalorização produzia na economia era a diminuição do metal nobre que compunha a moeda, pelo seu envio a outras nações através da importação de mercadorias a preços aviltantes (os comerciantes aumentavam o preço de suas mercadorias a fim de levar consigo uma maior quantidade de metal nobre presente nas moedas). No intuito de impedir a saída de ouro e prata do território de suas nações os conselheiros dos reis daqueles países objetivaram desenvolver o comércio interno e externo e daí, quem sabe, trazer metais preciosos para seus Estados. Entretanto, como bem retrata Huberman (1986, p. 88),

Se as mercadorias forem transportadas por milhares de quilômetros através de montanhas e desertos, sobre camelos, cavalos e mulas; [...] se ao longo de toda a rota houver perigo constante [...]; se no último porto a trocar as mercadorias forem vendidas a um grupo de mercadores que tenham o monopólio do comércio naquele terminal e, assim, possam crescer de um proveitoso lucro o já então elevado preço – claro está que o custo dessas mercadorias será exorbitante. E foi o que aconteceu às mercadorias muito procuradas do Oriente, no século XV. Quando as especiarias orientais, [...] chegavam a esses portos, onde os barcos venezianos os aguardavam para embarque, já custavam um dinheirão; depois que os venezianos as revendiam aos mercadores das cidades do sul da Alemanha, que eram os principais distribuidores através da Europa, seus preços ascendiam a cifras astronômicas.

Nesse contexto a elite européia financiou a viagem por mar de aventureiros capazes de trazer, diretamente do Oriente, as tão desejadas mercadorias. Assim eles poderiam vendê-las e garantir a entrada de metais preciosos via comércio exterior em seu território.

---

<sup>40</sup> *Traité de la Monnaie de Copérnico*, publicados e anotados por M L Wolowski, p. 49. Guillaumin, Paris, 1864

Curiosamente, a utilização de dinheiro na atividade de compra e venda de produtos levou para o dia-a-dia do europeu

uma abstração própria de um tipo de raciocínio teórico, antes patrimônio exclusivo de intelectuais, no qual símbolos podiam representar objetos concretos. Além disso, a manipulação da moeda nas sociedades em franco desenvolvimento comercial gerou a necessidade do aprendizado do cálculo matemático pela gente simples das cidades e dos campos. [...] Em pouco tempo multiplicaram-se as escolas de cálculo, e a matemática passou a fazer parte da formação das populações urbanas (BRAGA *et alii*, 2004, p. 18-19).

Por conta dessa necessidade prática da matemática, outras áreas do conhecimento acabaram também se desenvolvendo. Mesmo nas discussões filosóficas percebeu-se, na época, a capacidade que a racionalidade representada pelos números tinha oferecia para encontrar a solução de muitos problemas. A partir daí “começaram a ser procurados novos caminhos, que utilizassem a linguagem matemática na busca da verdade” (BRAGA *et alii*, 2004). A avidez pelo comércio transformou a Holanda em uma potência na exploração de novas terras, impulsionando a tecnologia nessa nação.

Em todos os países exploradores da Europa os problemas impostos pelas navegações provocaram o desenvolvimento da engenharia (invenção de máquinas capazes de marcar melhor o tempo), da astronomia (definição de pontos de referência no céu tão importantes para a navegação noturna), enfim, de diversas áreas, pois “o progresso tecnológico requeria liberdade na busca do conhecimento. As aventuras em terras exóticas sacudiam a mesmice desafiando a sabedoria vigente e mostrando que idéias aceitas há anos poderiam estar erradas” (Sagan, 2000).

A metodologia prática necessária ao trabalho nas navegações suscitou em alguns filósofos a idéia de que o conhecimento deveria ser construído a partir da experiência, como já havia sido sugerido em textos da Antigüidade. Nessa visão identificam-se aspectos do que seria denominado para a ciência moderna como experimentação (BRAGA *et alii*, 2004). Dessa forma,

as grandes navegações mudaram por completo a história da Europa. Além de serem fundamentais para o estabelecimento da ciência moderna, possibilitaram a queda de vários mitos medievais. Além disso, mostraram que a adoção de um planejamento para a investigação podia levar, não só a novos conhecimentos, mas à superação e correção dos antigos, dando vida a um novo ideal: o progresso (BRAGA *et alii*, 2004, p. 32-33)

Como já fora mencionado, os navegadores saíram em direção a Oeste (o que ocasionou a posterior ocupação das Américas pelos europeus) e ao Sul, contornando a África. Segundo Huberman (1986), em sua primeira viagem à Índia, Vasco da Gama obteve um lucro de 6.000%! E não era para menos uma vez que, enquanto Veneza comprava do sultão do Egito certa carga de pimenta por ano, a metade dessa carga era trazida por um único navio. “O que antes constituía a estrada principal agora é senão um atalho. O Atlântico tornou-se a nova rota mais importante, e Portugal, Espanha, Holanda, Inglaterra e França ascenderam à eminência comercial” (HUBERMAN, 1986).

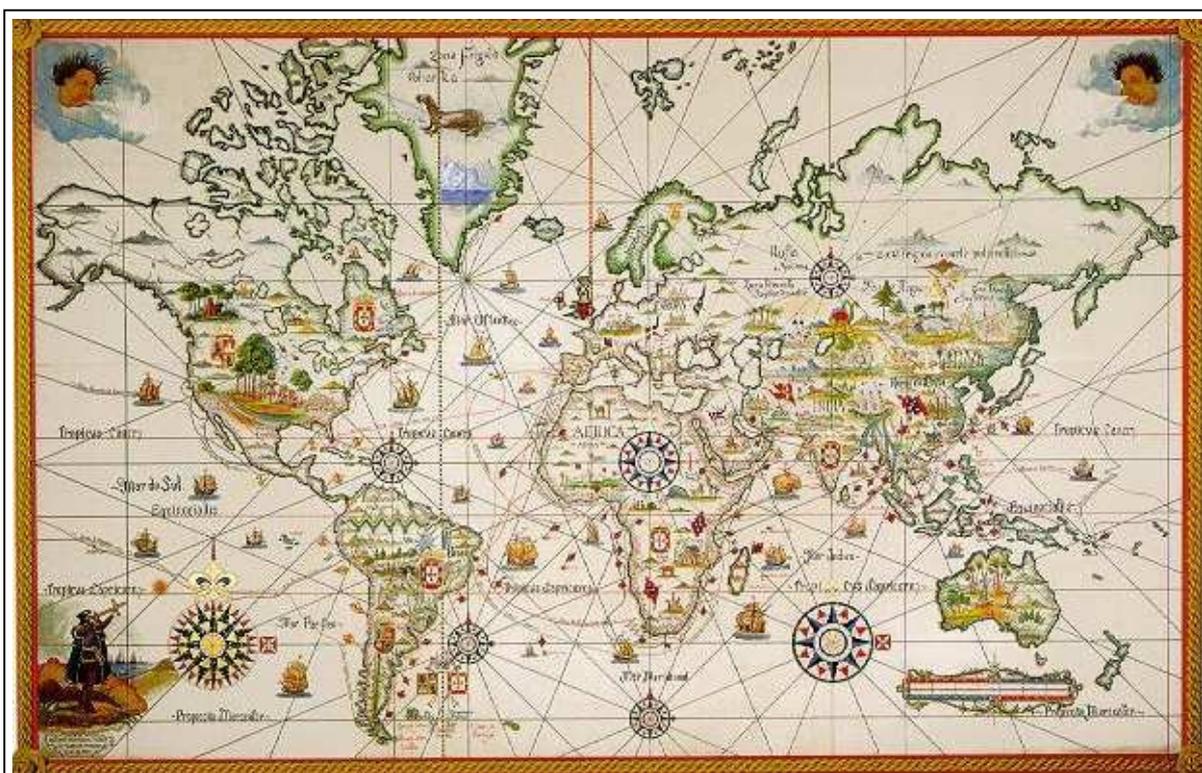


Figura 3 – Mapa das navegações nos séculos XV e XVI.

Como essa oportunidade comercialmente lucrativa não poderia ser explorada por uma única pessoa e nem mesmo por um pequeno grupo delas devido aos altos custos envolvidos, surgiram, à essa época, as sociedades por ações, capazes de levantar os enormes capitais necessários ao gigantesco empreendimento de comércio com a Ásia, África e posteriormente América. Foram criadas, então, sete companhias das “Índias Orientais” (as mais famosas eram a inglesa e a holandesa) e quatro companhias das “Índias Ocidentais” – como era chamado o continente americano (HUBERMAN, 1986). O interessante é saber que mesmo algumas

expedições realizadas por corsários, de acordo com Huberman (1986), foram organizações com base na sociedade por ações. Em uma das campanhas do famoso pirata Francis Drake<sup>41</sup>, a própria rainha Elisabete da Inglaterra, possuía ações.

O comércio então se intensificou e o principal objetivo passou a ser o lucro a qualquer custo. Huberman (1986) cita que após tomar à força alguns pontos de exploração de especiarias “os holandeses pagavam pensões de cerca de 3300 libras aos dirigentes nativos, a fim de exterminar o cravo-da-índia e a noz-moscada nas demais ilhas, e concentravam seu cultivo em Amboyna” (as Ilhas Molucas), onde eles próprios podiam manter o controle.

O fato é que o comércio com os produtos advindos do Oriente era tão lucrativo que deram origem a homens extremamente ricos na Europa. Inclusive, Galeano (1992) registra que Karl Marx, no livro I do segundo volume de *O Capital*, assinalou que “o descobrimento das jazidas de ouro e prata da América, [...] o começo da conquista e saqueio das Índias Orientais, a conversão do continente africano em local de caça de escravos negros: são todos feitos que assinalam os alvores da era de produção capitalista”<sup>42</sup>. Muitos destes abastados negociantes ergueram ou prejudicaram reis somente com o poder do capital que detinham e das negociatas lucrativas que articulavam.

Por esse motivo, Huberman (1986) defende ser um erro dos historiadores destacarem esse ou aquele rei europeu, dando ênfase a suas guerras, ambições ou conquistas. Segundo ele, a compreensão deste processo deve passar pelo desvendamento dos “verdadeiros poderes que se escondiam atrás dos tronos”. Só para se ter uma idéia, foi o comerciante e banqueiro alemão Jacob Fugger, cuja fortuna teve significativo aumento a partir da compra e venda de especiarias, quem decidiu que a coroa do Sagrado Império Romano-Germânico deveria ser entregue a Carlos V da Espanha (1519), pois emprestou a esse último, cerca de 543 mil florins dos 850 mil necessários à sua eleição. Para atestar a influência deste banqueiro, vale a pena reescrever o trecho de uma carta de Fugger endereçada à Carlos V registrada na obra *História da Riqueza do Homem* de Huberham (1986, p. 93-94):

---

<sup>41</sup>Para os ingleses, Sir Francis Drake era um corsário, ou seja, um “patriota” que pilhava os navios dos inimigos da Inglaterra. Mas é claro que para os espanhóis, por exemplo, não passava de um pirata.

<sup>42</sup> MARX, K. O Capital Livro I Vol.II, p. 638.

É bem sabido que Vossa Majestade Imperial não teria obtido a coroa do Império Romano sem a minha ajuda, e posso prová-lo com os documentos que me foram entregues pelas próprias mãos dos enviados de Vossa Majestade. Nesse negócio, não dei importância à questão de meus próprios lucros. Porque, tivesse eu deixado a Casa da Áustria e me decidido em favor da França, muito mais teria obtido em dinheiro e propriedades, tal como, então, me ofereceram. Quão graves desvantagens teriam, nesse caso, resultado para Vossa Majestade e a Casa da Áustria, bem o sabe Vossa Real Inteligência.<sup>43</sup>

Enfim, a descoberta de novas rotas em busca de especiarias do Oriente não ocasionou a diminuição de preço desses artigos na Europa. Pelo contrário, a busca por riqueza desmedida aumentou o preço dessas mercadorias, e este fator aliado a outros (como por exemplo, a guerra) foi mais que suficiente para espalhar a miséria entre uma boa parte da população da Europa, África, Ásia, Oceania e América. Vasco da Gama (em 1503), ao retornar cinco anos após a sua primeira e “amigável” visita à Calicute – na costa oeste da Índia – não teve a intenção de realizar qualquer tipo de negócio com os governantes da região. Segundo Couteur e Burreson (2006), lá desembarcou os soldados a seu comando e tomou à força a cidade, garantindo o controle português sobre o comércio da pimenta e o início do que viria a ser o império português que se estendeu por parte da África, Índia, Indonésia e Brasil

Da mesma forma que os portugueses, os espanhóis, holandeses e ingleses cobiçavam praticar o comércio das especiarias. No século XVII os holandeses dominaram essa atividade garantindo o seu monopólio depois que expulsaram das Molucas os últimos espanhóis e portugueses. Para consolidarem o comércio de noz-moscada produzida nas ilhas de Banda (na Indonésia), massacraram a população local escravizando os que sobraram, além de destruírem as árvores de noz-moscada que não estavam situadas em torno de suas construções fortificadas (COUTEUR e BURRESON, 2006). Além disso, negociaram em 1667 a saída dos britânicos da região, cedendo-lhes a Nova Amsterdã (atual Nova York).

Entretanto, em 1770 um francês levou como contrabando das ilhas Molucas, mudas de cravo-da-índia, ocasionando seu cultivo na colônia francesa de Maurício e posteriormente por toda a costa da África. Quanto à noz-moscada, mesmo com todos os cuidados tomados pelos holandeses, os ingleses conseguiram levar alguns

---

<sup>43</sup> EHRENBURG, R. Capital and Finance in the Age of the Renaissance, p. 80. Harcourt, Brace and Company, Inc., N. York.

exemplares para Cingapura e para a América. Hoje a ilha caribenha de Granada é o principal produtor mundial (COUTEUR e BURRESON, 2006).

Um outro exemplo de conflito envolvendo o comércio de especiarias ocorreu na América colonizada pelos ingleses até o século XVIII. Em resposta à imposição da Lei do Chá por parte dos britânicos – essa lei concedia o monopólio do comércio desse alimento à Companhia das Índias Orientais, colonos invadiram barcos ancorados no porto de Boston e jogaram no mar todo o carregamento de chá. Esse fato que ocorreu em 1773, somado à insatisfação com a metrópole, foi o estopim para o início do processo que culminaria com a independência dos Estados Unidos.



Figura 4 – Tigelas de chá chinesas - Pieter Gerritsz. van Roestraeten – séc. XVII – Museu do Estado, Berlim. O chá estava entre os principais itens de importação holandesas. Fonte: Web Gallery of Art (disponível em <http://www.wga.hu/index1.html>).

De qualquer maneira, após essa análise histórica, social e econômica podemos dizer, também, que parte da explicação do alto preço das especiarias está a reboque de fatores cuja origem está associada à natureza das relações humanas. Por outro lado, não podemos negar que esses alimentos, cujo uso foi retrato pelas pinturas desse período, possuem características que certamente os colocaram em situação de destaque e possibilitaram sua exploração comercial. Assim, encontramos na literatura outras justificativas capazes de esclarecer o motivo da extrema valorização das especiarias na época das grandes navegações, com base na forma como eram utilizadas.

Uma dessas explicações diz respeito à capacidade das especiarias servirem para conservar as carnes ou para mascarar o gosto infecto das mal conservadas.

Entretanto, para Flandrin e Montanarin (1998), essa explicação se revela insatisfatória. Em primeiro lugar, segundo eles, porque os agentes de conservação das carnes já conhecidos àquela época eram o sal, o vinagre, o óleo e não as especiarias. E, mesmo considerando que eram acrescentadas especiarias às carnes preparadas para serem consumidas em lugares distantes (muito mais do que no estoque das casas próximas dos lugares de abate), as especiarias nunca chegaram realmente a concorrer com o sal. Portanto, não era por seu poder de conservação que se aceitava pagar bem mais por elas, apesar de não se poder negar que as especiarias compunham as misturas utilizadas na salga para a conservação.

Em seguida, porque com exceção das salgadas, as carnes eram comidas muito mais frescas do que atualmente. Prova disso são os regulamentos municipais que proibiam a venda de carne abatida há mais de um dia no verão e há mais de três no inverno, e também o índice de abates diários. Em Carpentras (cidade ao sul da França), por exemplo, os animais normalmente não eram abatidos três, dois ou um dia antes de sua venda, mas no mesmo dia. “Assim, o que se poderia criticar na gastronomia medieval é o consumo de carne demasiadamente fresca e não o de carne estragada!” (FLANDRIN e MONTANARIN, 1998).



Figura 5 – Cozinheira. Obra de Frans Snyders, 1630. Museu Wallraf-Richartz, Colônia (Alemanha). Cozinheira moendo temperos em um almofariz. Nota-se sobre a mesa, entre outras coisas, cravos-da-índia e diferentes animais abatidos. Fonte: WebGallery of Art (disponível em <http://www.wga.hu/index1.html>).

De qualquer forma, se determinadas pessoas chegaram a comer carne conservada ou estragada, com certeza não foram os senhores e os ricos burgueses

que consumiam especiarias e financiaram as grandes navegações, mas os menos afortunados que não tinham condições de comprá-las. Tanto o é, que as carnes salgadas eram raramente mencionadas nos cardápios das refeições e nas receitas dos tratados culinários (FLANDRIN e MONTANARIN, 1998).

Para Flandrin e Montanarin (1998) “outras explicações pecam por insuficiência” de argumentos. Muitos historiadores consideraram a cozinha que utilizava a especiaria como uma forma de distinção social em virtude de sua raridade. O que não deixa de ser verdade, uma vez que ela estava fora do alcance da gente do povo. A quantidade e a variedade das especiarias nas refeições aumentam em função da fortuna e da posição social. Mas essa tese incorre na superficialidade, uma vez que a função de conferir um status social não podia ser a mais importante. Certamente, na história da alimentação, nunca bastou que um produto fosse raro para ser procurado, constituindo-se em símbolo de posição social; é necessário também que seja considerado superior aos que podem cumprir a mesma função. A cerveja podia ser tão rara nos países de vinhas quanto o vinho nos países sem vinhas, mas nem por isso ela se tornou, em parte alguma, uma bebida mais procurada do que o vinho, uma bebida aristocrática; por motivos culturais complexos, ela era, ao contrário, considerada em toda parte como inferior ao vinho. Da mesma forma, não bastava que as especiarias fossem mais raras do que os condimentos locais para serem mais caras e mais valorizadas socialmente: era preciso também que fossem conhecidas e que houvesse razões para considerá-las superiores ao alho e à salsa! (FLANDRIN e MONTANARIN, 1998)

A terceira tese diz respeito ao fato dos ocidentais terem aprendido a utilizar as especiarias com os árabes, cuja civilização, puderam admirar no curso das cruzadas. E é certo que o refinamento da civilização árabe é muito conhecido, sendo seu prestígio junto aos ocidentais dessa época bem patente: em todos os domínios eles aprenderam com os árabes. Enfim, os árabes eram os senhores do comércio das especiarias entre os lugares onde eram produzidas e os portos do Egito ou da Síria, aonde os europeus as iam buscar. Em suma, o uso das especiarias no Ocidente seria explicado pela dominação cultural e comercial do mundo árabe na Idade Média.

Mas, de acordo com Flandrin e Montanarin (1998), o problema é que esse uso é bem anterior às cruzadas (séculos X-XIII) e mesmos ao surgimento do império

árabe (século VII-VIII). A grande cozinha romana, por exemplo, já era uma cozinha condimentada: com efeito, 80% de suas receitas continham pimenta-do-reino.

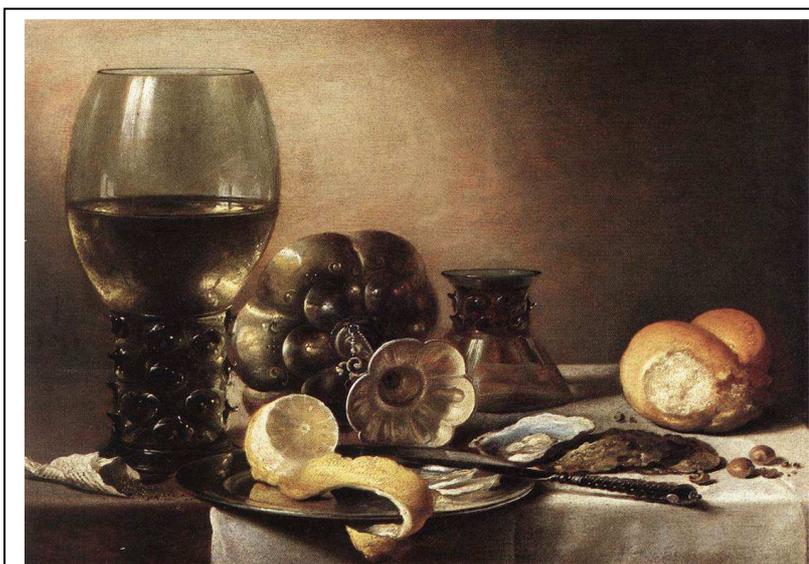


Figura 6 – Refeição com ostras. Pintura de Pieter Claesz, 1633. Os cidadãos abastados de Haarlem (na Holanda) estavam particularmente abertos ao gosto refinado exibido no café da manhã. Nesta pintura nota-se, entre outras coisas, pão, avelãs, um limão cortado e descascado, ostras e um pequeno cone de papel com pimenta. Fonte: Web Gallery of Art (disponível em <http://www.wga.hu/index1.html>).

Uma outra tese considera que muitos desses produtos importados do Oriente não tinham uma função culinária, mas terapêutica. Flandrin e Montanarin (1998, p. 480-481) revelam que em um livro intitulado *Le Thresor de Santé*<sup>44</sup> (O tesouro da saúde), publicado em 1607, está registrado que a pimenta-do-reino

mantém a saúde, conforta o estômago [...], dissipa os gases [...]. Cura os calafrios das febres intermitentes, cura também picada de cobras. Quando bebida, serve para tosse [...] mastigada com uvas passas purga o catarro, abre o apetite”. O cravo-da-índia, por sua vez, “serve para os olhos, para o fígado, para o coração, para o estômago. Seu óleo é excelente contra dor de dentes. Serve [...] para as doenças frias do estômago [...]. Ele ajuda muito na digestão, se for cozido num bom vinho com semente de funcho .

Pensava-se que todas as especiarias tinham virtudes análogas. Inclusive essa função medicinal precedia a utilização da especiaria como condimento, pois cada uma das especiarias empregadas na cozinha no fim da Idade Média foi, num primeiro momento, importada como medicamento e só depois para temperar alimentos.

<sup>44</sup> *Le Thresor de Santé*. Lyon, 1607.

Assim, do século XIII ao início do século XVII os médicos não cessaram de recomendar o uso de especiarias no tempero das carnes, para torná-las mais fáceis de digerir. Segundo Flandrin e Montanarin (1998), Aldebrandin de Siena escreveu em seu *Le régime du corps*<sup>45</sup> (1256) que a canela tem a capacidade “de reforçar a virtude do fígado e do estômago” e de “fazer que a carne tenha um bom cozimento”; os cravos-da-índia “reforçam a natureza do estômago e do corpo, [...] eliminam a ventosidade e os maus humores [...] engendrados pelo frio, e ajudam no cozimento da carne”, etc.



Figura 7 – Páginas da obra *Le régime du corpus* de Aldebrandin de Siena. Catalogue of Illuminated Manuscripts - British Library (disponível em <http://www.britishlibrary.uk/catalogues/illuminated-manuscripts/record.asp?MSID=8573&CollID=9&NStart=2435>).

Todo mundo, nessa época, entendia a digestão como um processo de cozimento. O agente especial era o calor animal, que cozia lentamente o alimento no estômago. Sob essa ótica, as especiarias usadas para temperar os alimentos contrabalançavam a eventual frieza destes, ajudando assim em sua cocção, uma vez que todas eram consideradas quentes e, em sua maioria, secas (FLANDRIN e MONTANARIN, 1998).

De uma maneira geral, todo tempero, ou seja, toda cozinha, tinha uma dupla função: tornar os alimentos ao mesmo tempo apetitosos, saborosos e mais fáceis de digerir.

Enquanto determinados livros de cozinha se apresentavam como obras de dietética prática, a maioria dos tratados de dietética (parte da medicina que estuda

<sup>45</sup> Aldebrandin de Siena. *Le régime du corpus*. França, 1285

as dietas) forneciam verdadeiras receitas culinárias com as respectivas instruções (FLANDRIN e MONTANARIN, 1998).

Uma outra citação interessante fornecida por Flandrin e Montanarin (1998) refere-se a uma passagem do *Regimen sanitatis*<sup>46</sup> escrito por Magninus de Milão no qual está registrado que os condimentos e os molhos “com os quais se temperam os alimentos têm uma grande importância para a saúde [...]. Porque o que é saboroso se digere melhor: de tal modo que os condimentos tornam os alimentos mais saborosos e corrigem o que têm de insalubre”.

Ainda, segundo Flandrin e Montanarin (1998), a análise de livros de cozinha franceses publicados entre o século XIV e meados do século XVI, mostrou, em primeiro lugar, que eles utilizavam especiarias em 58 a 78% das receitas e ácidos em 48 a 65% . Existia, aliás, uma estrita relação entre esses dois tipos de condimentos: 66 a 82% das receitas que utilizavam especiarias associavam-nas a ácidos; e 73 a 92% das que utilizavam ácidos associavam-nos a especiarias. De maneira muito precisa, as especiarias (quentes e secas, salvo exceção) eram “desmanchadas”, “diluídas” ou “neutralizadas” com ácidos (sempre frios e secos) antes de serem adicionadas ao prato (Flandrin e Montanarin, 1998). Certamente isso visava reforçar sua eficiência resolutive: visto que acreditava-se que os ácidos teriam a propriedade de se infiltrar nos canais mais estreitos e, assim, esperava-se que eles levassem o calor das especiarias para todas as partes do corpo. Dos ácidos utilizados pelos cozinheiros franceses, dois apareciam com maior frequência: o agraço (suco extraído de uvas verdes) e o vinagre (Flandrin e Montanarin, 1998).

Flandrin e Montanarin (1998) ressaltam, porém, que apesar de ser considerado assunto médico, a cozinha daquela época não era uma mera extensão de um consultório. Dado que os conceitos de medicina antiga eram muito próximos da experiência vulgar, os princípios da dietética podiam ser difundidos por outros meios que não os livros. Todos, na sociedade medieval, os aprendiam comendo – como acontece ainda hoje em todos os tipos de sociedades que consomem especiarias. Os provérbios antigos testemunham a circulação oral de determinadas prescrições da dietética antiga. Supunha-se, por exemplo, que as carnes salgadas davam escorbuto; por isso sempre eram consumidas com um “anti-escorbuto”: a

---

<sup>46</sup> O *Regimen sanitatis*, tratado dietético escrito em 1330 por Mayno ou Magninus, um médico de Milanese (província de Milão na Itália), foi impresso pela primeira vez em 1482. Foram produzidas pelo menos onze edições antes das 1550. A maior parte do texto desta obra é dedicada à preparação de vários pratos, ao uso de ervas e temperos.

mostarda. Daí os provérbios: “[...] De carne salgada sem mostarda/ Libera nos Domine.” “Que Deus nos proteja: de mulher que se pinta, de criado que em frente ao espelho tarda, e de carne de boi sem mostarda” (século XVI) (FLANDRIN e MONTANARIN, 1998).

Concluindo, podemos dizer que cozinhar, àquela época assim como hoje, era dar aos alimentos os sabores mais agradáveis – mas agradáveis no âmbito de uma determinada cultura, para um gosto diferente do nosso porque modelado por outras crenças dietéticas, outros hábitos alimentares. Como cada sabor se revestia de um significado dietético preciso, o trabalho sobre os sabores era também um trabalho sobre a digestibilidade dos alimentos. Cada cozinheiro podia ter seu estilo, assim como um pintor ou um escritor; mas ele o desenvolvia respeitando as regras de complementaridade dos temperamentos e dos sabores que eram ao mesmo tempo gastronômicas e dietéticas. Encontramos essa dualidade fora da Europa em muitas cozinhas fortemente condimentadas, como, por exemplo, a da China e de muitos outros países do Extremo-Oriente, ou ainda nas Antilhas – cuja dietética popular dos dias de hoje é fortemente inspirada na antiga medicina ocidental (FLANDRIN e MONTANARIN, 1998).

Antes da colonização, a América também oferecia aos seus habitantes plantas com potencial para serem utilizadas como tempero em seus alimentos, cujo sabor tivera sua boa qualidade comprovada. Cascudo (2004) registra que o marechal Cândido Mariano Rondon revelou, após suas viagens pelo interior do Brasil, que certas tribos preparavam o peixe para suas refeições de forma incomparável. Esse autor ainda cita que o principal tempero no alimento dos nativos era o *ionquet*, uma mistura de pimenta nativa e sal. Nas palavras de Marcgrafe<sup>47</sup>, apud Cascudo (2004, p. 121) os nativos

comem peixe assado ou cozido com inquiaia (*ionquet*). Quando assam caranguejos ou lagostins não lhes adicionam sal, como os nossos costumam fazer, mas os comem, depois de assados, com [...] inquiaia porque assim lhes parecem mais agradáveis...

A pimenta brasileira (do gênero *Capsicum*), ou quiya, era um condimento largamente utilizado pelos primeiros habitantes das terras americanas. Segundo

---

<sup>47</sup> MARCGRAVE, J. História Natural do Brasil. Tradução, Mons. João P. de Magalhães. São Paulo, 1942

Cascudo (2004), baseado nas notas de Guilherme Piso<sup>48</sup>, praticamente todas as tribos conhecidas no século XVII tinham hortas das quais retiravam a pimenta para condimentar suas refeições. Este gosto se popularizou rapidamente entre os invasores europeus. O mercenário alemão Hans Staden, no século XVI, foi testemunha do contrabando realizado pelos franceses na costa brasileira de onde estes levavam enormes carregamentos de pau-brasil, algodão e pimenta, frutos de negociatas com os tupiniquins (CASCUDO, 2004).



Figura 8 - Obra de Hans Staden contando sua experiência como prisioneiro dos nativos Tupinambás. Editada em Marburg na Alemanha, em 1557. Fonte: Academia Brasil-Europa de Ciência da Cultura e da Ciência (disponível em <http://www.akademie-brasil-europa.org/Materiais-abe-92.htm>)

Curiosamente, os nativos, diferente dos invasores, não temperavam seu alimento antes ou durante seu cozimento. Inclusive, o principal método de conservação da carne, consumida normalmente ainda fresca, era tostando-a ao calor (processo denominado moquém). Nas palavras de Lery<sup>49</sup> apud Cascudo (2004, p. 120), ao preparar seu tempero preferido,

os selvagens o pilam (a pimenta) com sal, que sabem fabricar retendo a água do mar em valos. A essa mistura chamam *lonquet* e a empregam como empregamos o sal; entretanto não salgam os alimentos, carne, peixe etc., antes de pô-lo na boca. Tomam primeiro o bocado e engolem em seguida uma pitada de *lonquet* para dar sabor à comida.

<sup>48</sup> PISO, G. História Natural e Médica da Índia Ocidental. Tradução e notas: Mário L. Leal, Instituto Nacional do Livro, Rio de Janeiro, 1957.

<sup>49</sup> LERY, J. Viagem à Terra do Brasil. Martins Editora, São Paulo, 1941.

Os tapuias obtinham sal queimando terra rica em salitre. Ao material queimado, misturavam água que depois era evaporada, obtendo-se assim, o sal em forma de pão (CASCUDO, 2004). Mas, na verdade, muitos dos habitantes destas terras não gostavam do sal e sequer o usavam de forma isolada. E, mesmo sendo bem reduzida a sua ingestão, estes indivíduos não apresentavam qualquer problema relacionada à sua carência. Para Cascudo (2004) a pele dos nativos americanos era protegida da perda de sais minerais, considerando que sua cobertura com pigmentos naturais retirados do genipapo (*Genipa americana*) e do urucum (*Bixa orellana*), argila e pó de carvão, reduzia a sudorese. Tanto os povos da África como boa parte dos povos americanos preteriam o sal em favor da pimenta:

Ambos, indígena e negro, eram e são fanáticos pela pimenta cujos alcalóides da *Capsicum* encarregar-se-iam de estimular-lhes o apetite pela excitação digestiva. De Lagos, na Nigéria, Antonio Olinto<sup>50</sup> fala-me, em janeiro de 1963, que a pimenta é empregada em nível inimaginável. As pimentas substituíam o sal e, depois reunidas a ele nas inquitaias e ijuquis, foram suficientes para a castidade gustativa dos dois grupos étnicos (CASCUDO, 2004, p. 127).

Como podemos notar, a relevância inegável de diferentes condimentos nas mais variadas culturas está relacionada e dependente da sensação que elas podem proporcionar aos nossos sentidos. Por esse motivo, a elucidação desse aspecto é muito útil para dimensionarmos sua importância. O próximo texto busca descrever e diferenciar os elementos que, juntos, proporcionam o prazer de comer e podem tornar a refeição um evento memorável.

---

<sup>50</sup> Mineiro de Ubá, Antonio Olinto é integrante da Academia Brasileira de Letras e fez estudos a respeito da relação entre as culturas africanas e o Brasil.

## 4 . OS SENTIDOS E AS ESPECIARIAS

As propriedades organolépticas dos alimentos são características que estão diretamente relacionadas com os nossos sentidos, principalmente o paladar, olfato, a visão e o tato. As especiarias se destacam por oferecerem um estímulo acentuado a, pelo menos, um desses sentidos. Enquanto o urucum, o açafrão e a cúrcuma se destacam pelo colorido que proporcionam às iguarias, o cravo-da-índia, a canela, a noz-moscada e o gengibre, por exemplo, são muito valorizados pelo sabor e odor que possuem. No decorrer deste texto, vamos procurar lançar uma luz sobre cada uma destas sensações.

A imagem de uma refeição pode aumentar ou diminuir o apetite, daí o ditado popular: “comer com os olhos”. Essa capacidade de visualizarmos as coisas depende da interação das ondas eletromagnéticas presentes no ambiente com estruturas pertencentes ao sistema visual. O olho é o primeiro componente deste sistema e é no seu interior que está a retina, composta de cones e bastonetes, onde se realizam os primeiros passos do processo perceptivo. Mas antes, é necessário que também haja uma interação propícia entre os materiais em nossa volta e a luz. Tanto no olho como nos constituintes presentes nestes materiais, a energia da luz faz com que elétrons sejam deslocados de orbitais de menor energia para orbitais vazios de maior energia. Nós só poderemos perceber as cores se as ondas resultantes dessa referida interação estiverem dentro de uma zona do espectro eletromagnético conhecida como faixa do visível, cujos comprimentos de onda variam de 400 a 700 nm (FARIA e RETONDO, 2006).

Dessa forma, um determinado objeto cujos constituintes absorvam as ondas eletromagnéticas de comprimento de onda que estejam entre 400 a 500 nm e reflitam aquelas entre 500 e 700 nm serão percebidos por nós a partir de uma cor resultante da interação entre as ondas refletidas. Essa capacidade disponibilizada pelo nosso sistema visual nos permite perceber cerca de milhões de cores e tons distintos!

Quando [a luz do campo do visível] atravessa um objeto, que está no estado sólido ou líquido, na qual ela seja refratada e posteriormente

refletida, sem mudar de direção, esse objeto é então enxergado por nós como transparente. Mas, quando ela é espalhada por uma superfície, em todas as direções, ela é captada por todos os cones e temos a sensação de branco (FARIA e RETONDO, 2006, p. 119).

Por outro lado, os objetos pretos são apenas percebidos por contraste com os objetos coloridos ou brancos.

No que diz respeito ao sentido do paladar, podemos detectar cinco gostos básicos, quatro dos quais são muito familiares – doce, azedo, amargo e salgado. O quinto, embora familiar no lado Leste do mundo, é menos conhecido na cozinha do Oeste. É o chamado umami, o gosto do glutamato monossódico (BARHAM, 2002).

Existem muitas moléculas diferentes que despertam a sensações de gosto. Os bulbos gustativos (terminações nervosas) receptores do gosto salgado reagem a vários compostos além do cloreto de sódio (sal de cozinha). A maioria dos sais de sódio e dos cloretos tem gosto salgado em maior ou menor extensão.

Há milhões de bulbos gustativos na superfície da língua humana. Como eles funcionam exatamente e a que tipo de interação respondem ainda não está completamente esclarecido. Os pesquisadores se perguntam quantos tipos diferentes de sensores existem para cada tipo de gosto. Os receptores gustativos (bulbos) especializados para cada gosto reagem a substâncias químicas existentes nos alimentos e as encaminham, de certo modo, para a superfície ciliar (lembra cabelos microscópicos) que forma a parte central de cada bulbo. Em geral, as moléculas dos alimentos devem estar dissolvidas em água para alcançar a superfície ciliar dos bulbos gustativos (BARHAM, 2002).

Quando colocamos um alimento na boca, na maioria das vezes, algumas das moléculas que conferem sabor já se encontram dissolvidas em água (como molho, etc.); primeiro alcançam os bulbos gustativos e já proporcionam, na boca, uma sensação inicial do gosto. À medida que mastigamos o alimento, libertamos, na saliva, outras moléculas desse mesmo tipo, bem como enzimas que começam a reagir com proteínas, etc. produzindo também, mais moléculas relacionadas ao sabor por reações químicas que ocorrem naturalmente na saliva. Por isso, a sensação do gosto pode mudar ao mastigarmos cada porção do alimento.

Barham (2002) afirma que, apesar de só detectarmos realmente os cinco sabores distintos, resta na boca um grande número de gostos muito tênues. É raro provarmos alimentos puramente salgados, doces, amargos ou azedos. Na verdade,

as diferentes combinações de intensidade destes quatro gostos permitem uma grande variedade deles. Se considerarmos apenas a doçura, os diferentes açúcares têm gosto mais ou menos doce e sua combinação pode parecer mais doce que um açúcar em particular. A maioria das pessoas acha a frutose mais doce que a sacarose enquanto consideram a glicose, menos doce. Logo, um açúcar pode, de fato, afetar a sensação do gosto de cada um de nós (BARHAM, 2002).

Assim, não podemos imaginar os sabores<sup>51</sup> como resultados apenas da interação das substâncias presentes no alimento com os bulbos gustativos da língua. Eles são os resultados da combinação de gosto<sup>52</sup> e odor.

Nosso nariz é capaz de discriminar mais do que a nossa língua. Temos 5 a 10 milhões de células olfativas. Podemos detectar o cheiro de algumas substâncias mesmo quando cerca de 250 moléculas interagem com apenas uma dúzia de células.

A limitação para o cheiro está no fato de que somente podemos detectar moléculas através do ar. Isso nos restringe a sentir o cheiro somente de moléculas de baixa massa molecular. Uma vez que a molécula tenha cem ou mais átomos, ela se torna muito pesada para ser carregada pelo ar em quantidade suficiente para podermos detectá-la pelo cheiro.

Quando comemos, a maior parte do cheiro é sentida pelo nariz. Cada vez que respiramos, parte do ar respirado sobe do fundo da boca para as passagens nasais, onde são sentidas como cheiro. Geralmente, as menores moléculas são as que cheiramos primeiro. Então, conforme mastigamos o alimento, mais moléculas pequenas são liberadas e algumas grandes se evaporam lentamente na cavidade nasal.

Alguns cientistas, especialistas em sabor, investem muito tempo e esforço tentando entender como se formam os diferentes cheiros e odores. Eles trabalham para identificar centenas de diferentes compostos químicos que podemos cheirar. Contudo, essas análises não são, em geral, adequadas para permitir que tais especialistas possam reproduzir artificialmente o sabor real. Na prática, muitos são

---

<sup>51</sup> Aceitaremos que sabor é o termo relacionado à sensação resultante da interação das variadas moléculas dos alimentos com os sistemas gustativo (ligado ao gosto e sensações táteis), olfativo e por que não dizer visual.

<sup>52</sup> Teremos que considerar aqui o significado do termo gosto como a propriedade que têm certas substâncias para impressionar as células especializadas da língua. Assim, como já mencionado, os gostos são: o salgado, o doce, o amargo, o azedo e o “umami”.

os compostos de um cheiro particular presentes em concentração tão baixa que não podem ser identificados. No entanto, nosso nariz tem essa capacidade e, muitas vezes, nos fornece a chave dos ingredientes essenciais para um odor em particular. Esse potencial foi muito bem explorado no romance alemão criado por Patrick Süskind intitulado *Das Parfum, die Geschichte eines Mörders* (O Perfume: história de um assassino) de 1985 que teve uma versão para o cinema em 2006.

O sabor global de um prato vem da combinação de moléculas presentes nos alimentos que interagem com o nosso sistema olfativo e gustativo. Entretanto, a maior complexidade está no nariz, no componente “do cheiro” do sabor. Por isso, podemos dizer que a maior parte do sabor de uma refeição provém das moléculas de menor massa molecular (BARHAM, 2002).

Nesse aspecto, a qualidade de algumas especiarias pode ser muito bem aferida por uma pessoa preparada para a função de identificar sua autenticidade. Essa certamente era uma atividade importante e necessária na época das grandes navegações, levando em conta seu alto preço e sua busca incessante nas diferentes regiões do Novo Mundo.

Assim, é inevitável questionarmos: o quê está presente nas especiarias e que lhes atribui características que as tornam tão importantes e singulares? A Química, com sua linguagem, ferramentas e metodologias pode nos ajudar a encontrar resposta a essa pergunta.

## 5 . A ORIGEM METABÓLICA DAS SUBSTANCIAS QUE DÃO DESTAQUE ÀS ESPECIARIAS

Stout e Schultes<sup>53</sup> (1973) registram que as plantas sempre tiveram uma grande importância na vida do ser humano que, desde os tempos mais remotos, as utilizam como fonte de alimento, de materiais para abrigo e construção, como fibra para tecidos e material combustível. De acordo com os autores, no processo de conhecimento desses vegetais, foram descobertas espécies venenosas bem como outras capazes de proporcionar sensações agradáveis. Certamente, o significado de uma das máximas mais antigas da medicina<sup>54</sup> fora apreendido já no início desse contato, ao ser verificado que mesmo algumas plantas tóxicas poderiam, em pequena quantidade, aliviar a dor, reduzir a fadiga, ou auxiliar na cura de doenças. Por outro lado, algumas plantas, ao exalarem odores agradáveis, mostraram-se adequadas para disfarçar o mau cheiro dos seres humanos, além de mascarar o gosto de comidas que não se encontravam frescas.

A maioria das propriedades que tornam estas plantas tão distintas está relacionada diretamente às substâncias produzidas no metabolismo secundário destes seres vivos. Stout e Schultes (1973) destacam que o homem não demorou em desenvolver práticas primitivas no intuito de isolar estas substâncias. Mais recente na história da humanidade, passou a existir uma verdadeira indústria que lança mão de técnicas desenvolvidas pela Química para obter e até sintetizar muitos destes compostos ou a mistura deles. Os óleos essenciais, por exemplo, sempre foram considerados como excelentes produtos utilizados na melhoria das condições de vida das pessoas. Estes produtos voláteis são responsáveis por parte das características presentes nas especiarias. Embora a quantidade desse material obtido das plantas seja relativamente pequena, o seu valor e procura contribuíram,

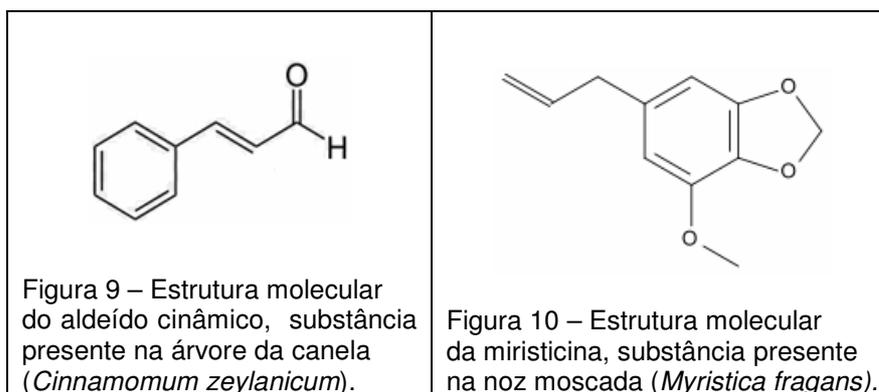
---

<sup>53</sup> In MILLER, L. P. *Phytochemistry: Inorganic Elements and Special Groups of Chemicals*. New York: Litton Educational Publishing, 1973. v. 3, cap. , p. 381-399

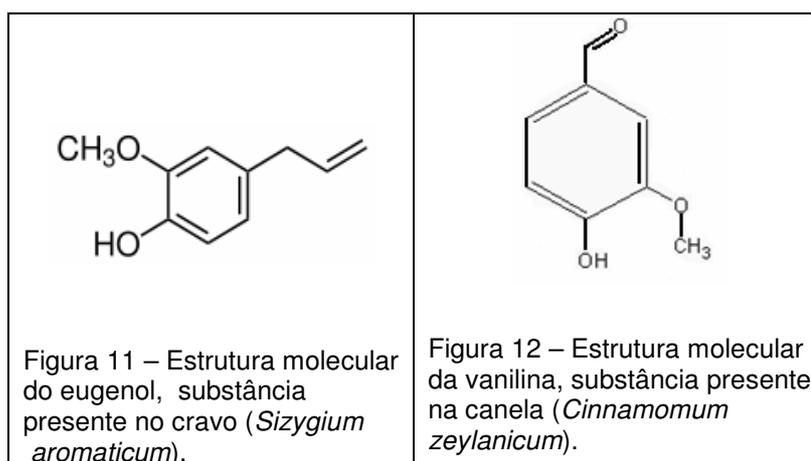
<sup>54</sup> “Todas as substâncias são venenos; não há nenhuma que não seja veneno: a dose correta diferencia um veneno de um remédio” – frase atribuída a Paracelso (Korolkovas e Burckhalter, 1988).

como já fora citado, para eventos cruciais na história mundial (As Grandes Navegações dos séc. XV e XVI).

Dessa forma, as especiarias, ainda muito importantes na alimentação, são produzidas a partir de plantas devidamente preparadas, ora secando, moendo ou extraindo delas os óleos essenciais. Seus odores e sabores devem-se, em parte, à presença de terpenos, aldeídos aromáticos e seus derivados (aldeído cinâmico da canela e miristicina um fenilpropanóide da noz moscada), fenóis (eugenol do cravo-da-índia), compostos aromáticos (anetol da erva-doce e do anis), etc.



Muitas destes compostos foram utilizados como intermediários na síntese em laboratório de outras substâncias presentes nos condimentos. O eugenol, por exemplo, foi muito usado na obtenção da vanilina sintética (presente na baunilha), antes de ser suplantado pelo processo mais barato que utiliza a lignina.



Stout e Schultes (1973) também ressaltam que a maioria das especiarias foi empregada na medicina com efeitos hoje comprovados, como é o caso da ação anti-séptica dos fenóis, da ação analgésica do salicilato de metila, etc. Em muitos outros casos, porém, o uso medicinal era baseado em nada além de impressões que tais

especiarias pudessem servir para a cura de alguns males (o sabor picante da pimenta para aquecer o organismo, por exemplo).

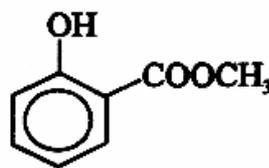


Figura 13 – Estrutura molecular do salicilato de metila, substância presente no chá produzido a partir da *Cammelia sinensis*. Este éster, mesmo em quantidade muito pequena, compõe o aroma do chá (Gulati *et alii* 1999)

De acordo com Di Stasi (1996) a composição química das espécies vegetais ainda está longe de ser descrita em sua totalidade e a maior parte dos compostos naturais sequer foram isolados e estudados do ponto de vista químico. Aqueles que já ultrapassaram essa fase, ainda não tiveram suas atividades biológicas elucidadas, seja no que se refere às suas funções para o próprio vegetal que os produz, seja quanto à possibilidade de servirem para outros fins, como o terapêutico, por exemplo. Di Stasi (1996) reforça ainda que as plantas produzem e degradam os inúmeros constituintes químicos a partir de inúmeras reações anabólicas e catabólicas, que juntas constituem o seu metabolismo. Neste aspecto, compostos tais como: açúcares, ácidos graxos, nucleotídeos e seus polímeros derivados pertencem ao metabolismo primário das plantas. Já os compostos sintetizados por outras vias e que “aparentam, apenas aparentam, não ter grande utilidade na sobrevivência das espécies, fazem parte do metabolismo secundário, e, portanto, denominados compostos secundários” (DI STASI, 1996).

Esse mesmo autor lembra que a classificação das substâncias levando em conta sua origem não se mostra totalmente adequada devido à complexidade inerente à tarefa de separar as duas vias metabólicas. Assim, essa distribuição por classes vai depender muito de cada uma das espécies vegetais bem como do estágio de desenvolvimento em que se encontram. De acordo com Mann<sup>55</sup> (1987) apud Di Stasi (1996), há pelo menos três pontos de origem e produção de compostos secundários, que se diferenciam por meio de precursores específicos:

- a) ácido chiquímico, como precursor de inúmeros compostos aromáticos;
- b) aminoácidos, fonte de alcalóides e peptídeos;

<sup>55</sup> MANN, J. Secondary metabolism. 2.ed. Oxford: Oxford Science Pubs. 1987

c) acetato, que através de duas rotas biossintéticas origina compostos, como poliacetilenos, terpenos, esteróides e outros.

A Figura abaixo apresenta um resumo da síntese de substâncias no metabolismo secundário que ocorre a partir da glicose.

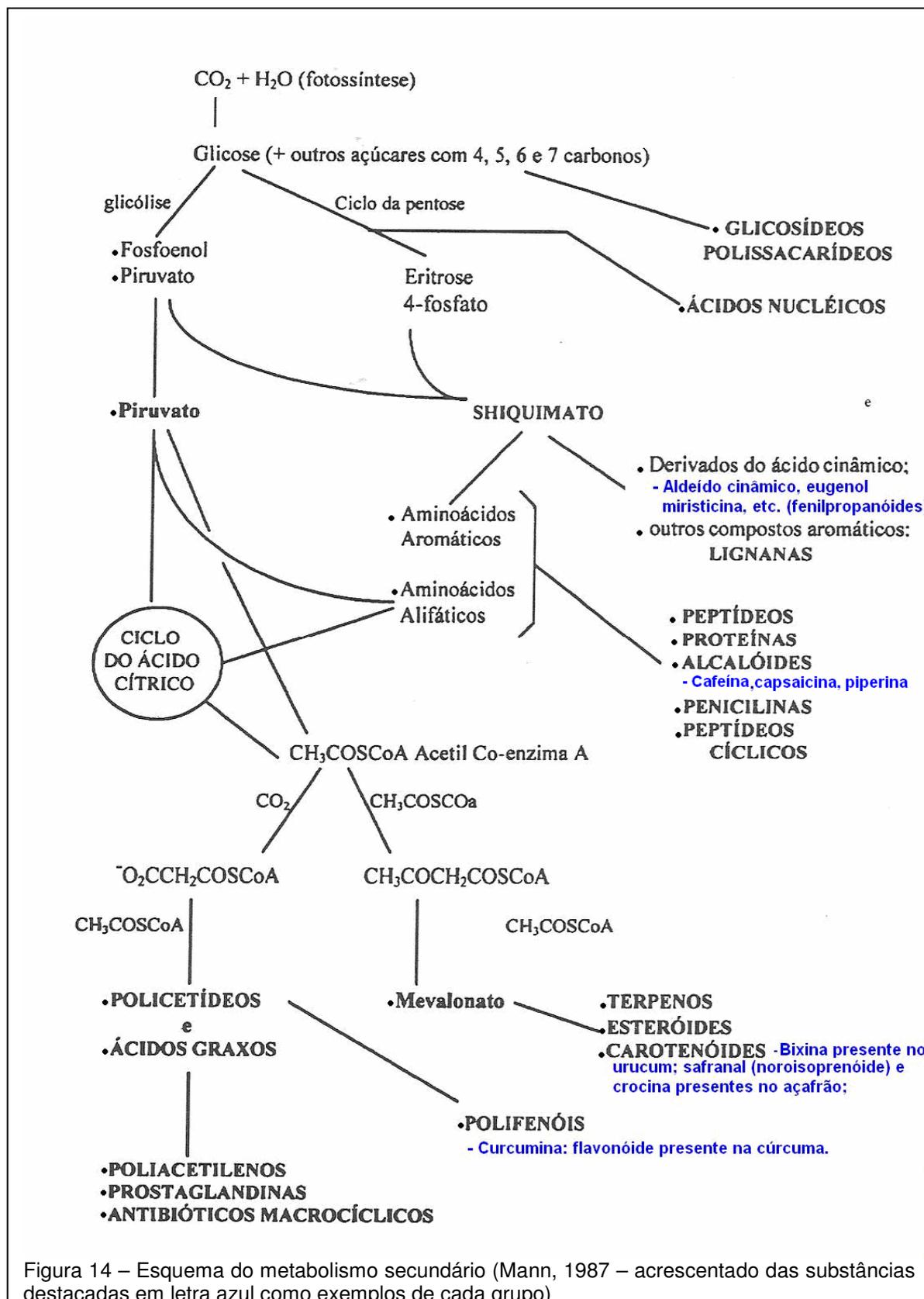


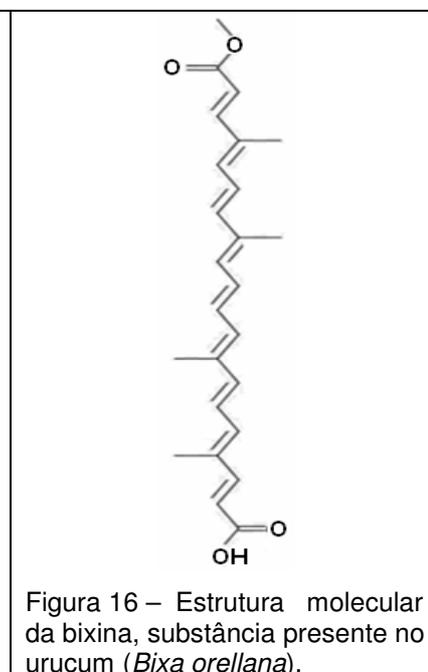
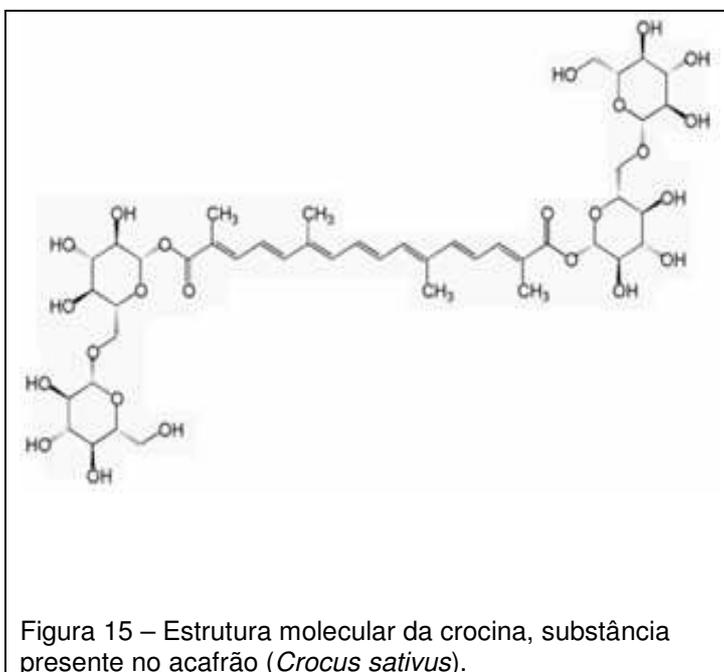
Figura 14 – Esquema do metabolismo secundário (Mann, 1987 – acrescentado das substâncias destacadas em letra azul como exemplos de cada grupo)

Como podemos notar na Figura 14, as substâncias responsáveis pelas propriedades organolépticas de algumas especiarias podem ser classificadas em grupos definidos do metabolismo secundário dos vegetais de origem.

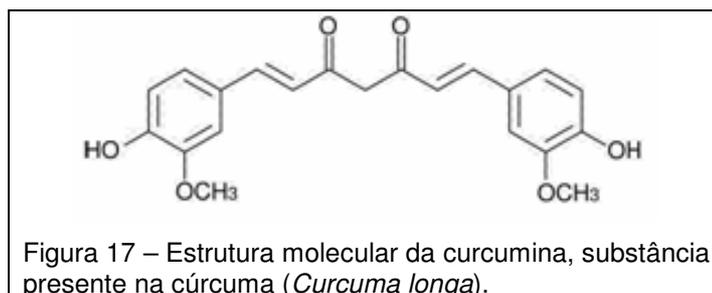
Os carotenóides, produzidos por vários vegetais, podem causar sensações visuais referentes às cores laranja e vermelho como é o caso da crocina e da bixina que estão presentes, respectivamente, no açafrão (*Crocus sativus*) e no urucum (*Bixa orellana*).

A luz absorvida por esses compostos possuem comprimentos de onda na faixa de 480 a 510 nm da região do visível. Dessa forma,

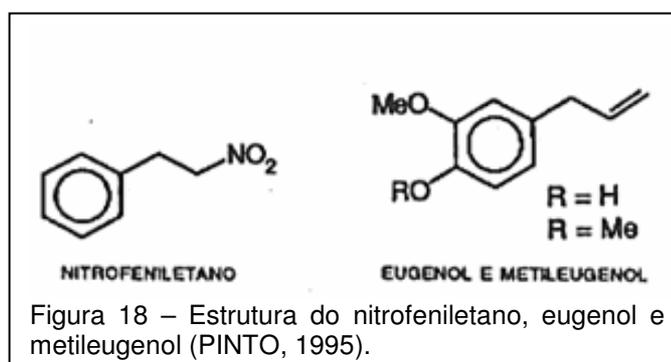
como a energia que não é absorvida é refletida, esses compostos refletem os comprimentos de onda da luz do visível médios e longos, que possuem menor energia. Esse somatório dos comprimentos de onda refletidos entra nos nossos olhos e ativa os cones sensíveis para o verde e para o vermelho, por isso observamos tonalidades de cores que vão do amarelo ao vermelho para esses compostos (FARIA e RETONDO, 2006, p. 96).



Os flavonóides (palavra que deriva do latim "flavus" e significa amarelo) são substâncias que também tem essa capacidade de sensibilizar o sentido da visão. Como essa categoria engloba os polifenóis, podemos destacar como sua representante a curcumina, substância que atribui a cor amarela à cúrcuma também conhecida como açafrão da terra (*Curcuma longa*), uma especiaria muito apreciada na culinária brasileira. Muitos flavonóides mudam de cor ao serem submetidos à diferentes condições de pH. Em meio básico, por exemplo, a curcumina apresenta coloração vermelha.



Apesar de diferentes vegetais poderem produzir a mesma substância em seu metabolismo secundário, não é incomum a ocorrência de espécies distintas que produzam substâncias semelhantes, mas que não servem para a mesma finalidade. Um dos primeiros mitos a fascinar os europeus em terras americanas, por exemplo, fazia referência a uma região no interior do continente, onde a canela crescia em abundância. Isso foi o bastante para fazer com que Gonzalo Pizarro (irmão de Francisco Pizarro) se aventurasse na busca dessas plantas, com o intuito de dar fim ao monopólio dessa especiaria que se encontrava nas mãos dos portugueses (PINTO, 1995). Junto a um exército bem armado, G. Pizarro viajou durante 2 meses passando por vários malogros (sua tropa foi sendo aos poucos destruída) até encontrar algumas árvores que julgou ser de canela. Mas, na realidade, o que encontrou foi a laurácea *Aniba canelilla* (Amapaiama), uma árvore nativa de vários pontos da Amazônia, cujo cheiro de canela é devido não à presença do aldeído cinâmico – um fenilpropanóide derivado do ácido cinâmico presente no cinamomo verdadeiro – mas sim ao nitrofeniletano (PINTO, 1995). Ainda de acordo com Pinto (1995), “Magalhães e Gottlieb<sup>56</sup> identificaram em *Aniba canelilla* eugenol, e metileugenol, além de nitrofeniletano”.



Um parceiro de Francisco Gonzalo Pizarro chamado Francisco Orellana (1511-1546) foi mais feliz em sua empreitada pelo interior do Brasil. Ao seguir o Rio

<sup>56</sup> GOTTLIEB, O. R. ; MAGALHÃES, M. T. J. *Org. Chem* (1959), 24, 2070.

Amazonas até o Atlântico, testemunhou o uso pelos nativos de pequenas sementes vermelhas na pintura de seus corpos. Levou alguns exemplares da planta para a Europa e em sua homenagem os botânicos a nomearam *Bixa orellana*, o nosso famoso urucum.

Os alcalóides (dois exemplos comuns são quininas e cafeína) são, quase sempre, os responsáveis pelo gosto amargo dos condimentos. Muitos alcalóides são venenosos, o que explica nossa natural aversão a sabores amargos. Alguns também são os responsáveis pela pungência de algumas especiarias como é o caso da pimenta-do-reino e das pimentas do gênero *Capsicum*, estas últimas, cultivadas pelos nativos americanos desde os tempos anteriores à colonização. Entre as brasileiras, destacam-se a malagueta (não confundir com a malagueta africana do gênero *Aframomum*), a cambuci, a dedo-de-moça, a cumari e a bode.

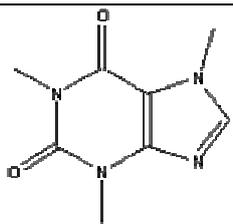


Figura 19 – Estrutura molecular da cafeína, alcalóide presente no chá produzido a partir da *Cammelia sinensis*.

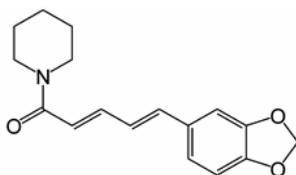


Figura 20 – Estrutura molecular da piperina, alcalóide presente na pimenta-do-reino (*Piper nigrum*).

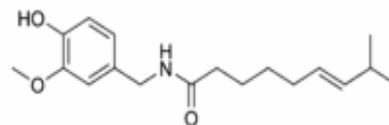


Figura 21 – Estrutura molecular da capsaicina, alcalóide presente nas pimentas do gênero *Capsicum*.

## 6 . SUGESTÕES DE ATIVIDADES

A estratégia de aplicação do material disponível neste módulo pode corresponder aos seguintes passos:

### 1. Aulas expositivas

Esses momentos podem ser utilizados pelo professor para:

- a) Apresentar um seminário explicitando os motivos que levaram os europeus a se lançarem ao mar em busca de novas terras e de rotas para melhor acessarem o comércio das especiarias;
- b) Apresentar aos estudantes o mapa de 1507 do alemão Martin Waldseemüller em que a América é citada e seu autor faz referência, em latim, às especiarias denotando assim sua grande importância naquela época;
- c) Expor os motivos que justificam o fato das especiarias terem sido tão importantes em um dado momento histórico e ainda continuarem sendo;
- d) Citar alguns desses temperos junto com as propriedades que os caracterizam, abrindo a oportunidade para introduzir alguns conceitos químicos, uma vez que tais propriedades resultam da presença de substâncias produzidas pelo metabolismo secundário dos vegetais de onde as especiarias são originárias;
- e) Expor também, o papel do químico e a relação dessa atividade com o estudo das especiarias. Tratar os conceitos de material, substância, constituinte, função orgânica, entre outros, a partir exemplos dados pelo professor (consultar as fichas no Apêndice 2).

### 2. Distribuição de textos complementares e debates a respeito do temas abordados nestes textos

Os textos complementares visam suprir a carência de materiais específicos que versem sobre as especiarias e sejam capazes de associar este tema à Química.

Estes materiais didáticos devem servir então para prover os educandos com informações suficientes para ajudá-los a preparar seus seminários.

### 3. Seminários preparados pelos educandos;

Todas essas informações poderão ser apresentadas na forma de seminários preparados pelos estudantes nos quais, seja priorizado o uso dos conceitos e da linguagem química. Nestes seminários os educandos apresentarão também práticas experimentais que revelem o quanto algumas das técnicas utilizadas pelos químicos, às vezes comuns no dia-a-dia da maioria das pessoas, são importantes na manipulação dos materiais e, principalmente, que as teorias desenvolvidas para explicar a eficácia destas técnicas nos permite pensar melhor sobre os fenômenos que nos rodeiam.

### 4. Experimentos envolvendo as substâncias presentes nas especiarias escolhidas pelo professor e diferentes técnicas de obtenção, a saber:

Os experimentos podem ser apresentados durante os seminários. Neste caso, os estudantes têm como missão descrever o aparato experimental e sua finalidade, bem como os conceitos químicos envolvidos. A seguir, é fornecida uma descrição dessas atividades com a indicação dos tópicos mínimos a serem abordados pelos educandos. Os roteiros experimentais correspondentes podem ser vistos no Apêndice 3.

#### Experimento I

- Especiaria envolvida: cúrcuma (açafraão-da-terra);
- Principal substância envolvida: curcumina ((1*E*,6*E*)-1,7-bis(4-hidroxi-3-metoxifenil)hepta-1,6-dien-3,5-diona);
- Técnica utilizada: variação do pH da solução contendo a curcumina. Em meio básico a cúrcuma apresenta-se com a coloração vermelha e em meio ácido volta a ser amarela;

- Pergunta: Por qual motivo ocorre uma mudança de cor (de amarelo para vermelho) nos utensílios domésticos que tenham entrado em contato com a cúrcuma e em seguida lavados com sabão?
- Aspectos relevantes tratados: constatação da mudança de cor nos utensílios domésticos que tenham entrado em contato com a cúrcuma e em seguida são lavados com sabão; identificação da substância responsável pela coloração da cúrcuma (o principal atrativo que justifica o seu uso na cozinha); descrição da estrutura molecular da curcumina e identificação dos grupos funcionais presentes; utilização de conceitos da Química relacionados a ressonância de elétrons em estruturas moleculares alterando os comprimentos de onda de absorção, como tentativa de justificar a mudança na coloração desse material quando submetido a diferentes valores de pH.

## Experimento II

- Especiaria envolvida: cravo-da-índia;
- Principal substância envolvida: eugenol (2-metoxi-4-(prop-2-enil) fenol);
- Técnica utilizada: extração do eugenol e teste da presença do grupo fenol;
- Pergunta: Como poderíamos extrair do cravo a substância responsável pelo seu odor?
- Aspectos relevantes tratados: investigação a respeito do motivo que leva as pessoas a utilizarem o cravo-da-índia na sua alimentação; identificação da principal substância responsável pelo odor característico do cravo; descrição da estrutura molecular do eugenol e identificação dos grupos funcionais presentes; utilização de conceitos da Química relacionados a interações intermoleculares para explicar o motivo pelo qual o álcool consegue extrair o eugenol do material cravo-da-índia; tratamento dos conceitos de solvente e soluto; identificação, no cotidiano, de atividades que envolvam o processo de extração; relato, a partir da prática desenvolvida, do papel do profissional da Química em nossa sociedade; proposição de solventes adequados para extrair as substâncias mais importantes das outras especiarias tratadas;

### Experimento III

- Especiaria envolvida: chá (*Cammellia sinensis*);
- Principal substância envolvida: salicilato de metila (2-hydroxibenzoato de metila);
- Técnica utilizada: síntese por reação de esterificação;
- Pergunta: É possível sintetizar substâncias encontradas nas especiarias?
- Aspectos relevantes tratados: propriedades curativas que diferentes culturas atribuem ao chá; identificação de uma substância presente no chá que tenha propriedades medicinais; descrição da estrutura molecular do salicilato de metila e identificação dos grupos funcionais presentes; utilização de conceitos da Química relacionados a reação de esterificação para explicar a reação de síntese do salicilato de metila; identificação, no cotidiano, de atividades que envolvam o processo de síntese de substâncias e relato do papel do profissional da Química em nossa sociedade; proposição de reagentes necessários para sintetizar outros ésteres presentes em algumas especiarias (hexanoato de metila no pequi);

### Experimento IV

- Especiaria envolvida: canela-da-china;
- Principal substância envolvida: aldeído cinâmico ((*2E*)-3-fenilprop-2-enal);
- Técnica utilizada: extração com vapor de água;
- Pergunta: Como poderíamos extrair da canela a substância responsável pelo seu sabor e produzirmos alguma iguaria?
- Aspectos relevantes tratados: investigação a respeito do motivo que leva as pessoas, em diferentes culturas, a utilizarem a canela-da-china na sua alimentação; identificação da principal substância responsável pelo sabor característico da canela; descrição da estrutura molecular do aldeído cinâmico e identificação dos grupos funcionais presentes; utilização de conceitos da Química relacionados a interações intermoleculares para explicar o motivo pelo qual a água consegue extrair o aldeído cinâmico do material canela-da-china; tratamento dos conceitos de emulsão,

evaporação, condensação, etc; identificação, no cotidiano, de atividades que envolvam as emulsões no contexto da alimentação; relato, a partir da prática desenvolvida, do papel do profissional da Química em nossa sociedade; preparação de gelatina de canela e sua distribuição na sala de aula;

#### 5. Montagem de um mapa mundial (releitura do Mapa de Waldseemüller)

Por fim, cada turma de estudantes poderá construir um mapa mundial que represente uma releitura da carta geográfica construída pelo monge alemão Martin Waldseemüller no ano de 1507 (ler texto: A História sob o olhar da Química - As especiarias e sua importância na alimentação humana). O que torna esse mapa útil para este trabalho, além do fato de ser o primeiro registro geográfico em que o continente americano aparece, está na forma como seu autor faz referência, em latim, à localização das especiarias, representando assim, um registro histórico de sua relevância à época. Por sua vez, na construção do seu mapa, os educandos se reportarão às propriedades, composição e constituintes, utilizando-se da expressão representacional desenvolvida pela Química (que também é uma linguagem) para indicarem as especiarias de acordo com sua origem geográfica.

Material didático e recursos necessários:

- a) Quadro branco e pincel;
- b) Projetor de imagem;
- c) Cópia de textos preparados pelo professor;
- d) Equipamentos para os experimentos: béquer, tubos de ensaio, pinça de madeira, aparelho de destilação completo, aquecedor elétrico (mergulhão), espátula;
- e) Materiais para os experimentos: etanol, cloreto férrico, água, alvejante de uso doméstico, vinagre, ácido salicílico, metanol, ácido sulfúrico;

## SEÇÃO 7

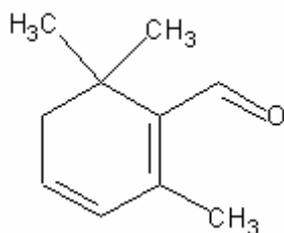
FICHAS DOS SEMINÁRIOS POR ORDEM DE APRESENTAÇÃO

## SEMINÁRIO I

**AÇAFRÃO (*Crocus sativus*)**

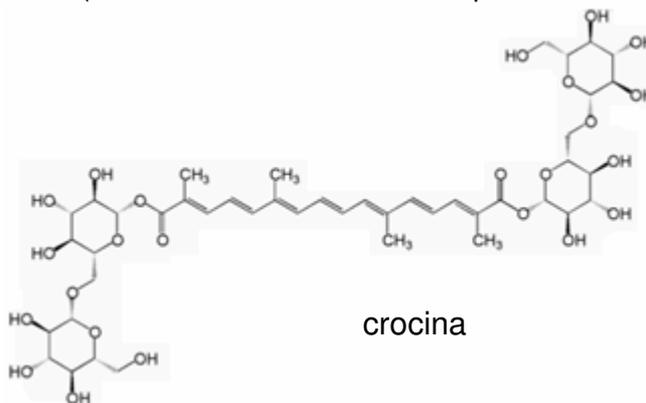
1 – O açafrão-verdadeiro é o pistilo muito fino, vermelho-alaranjado, das flores azuladas de um bulbo da Turquia e do Irã. Alguns fiozinhos são suficientes para tingir as comidas e lhes dar um sabor doce-amargo muito especial. Os nobres o punham até nos vinhos. Milhares de florezinhas são necessárias para se obterem alguns gramas do tempero, por isso sempre foi caro e falsificado. É bom para o coração e o fígado e, atualmente, é indicado na prevenção do câncer. O açafrão tem propriedades inseticidas e pesticidas. Sua cor deve-se à presença da crocina e uma das substâncias responsável pelo seu aroma é o safranal, um noroisoprenóide (derivado de carotenóides).

2 – Substância presente: safranal e crocina (caracterizam aroma e cor respectivamente)



safranal

Grupos funcionais presentes:  
aldeído, alceno, alquila.



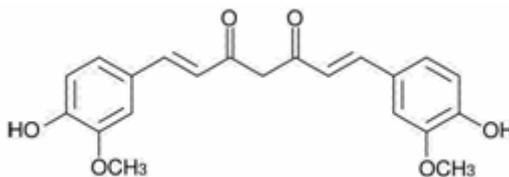
crocina

Grupos funcionais presentes: éster, álcool  
éter, alceno, alquila.

**CÚRCUMA (*Curcuma longa*)\* - experimento**

1 – Ganhou vários nomes no Brasil, onde é cultivada: açafrão-da-terra, açafrão-de-raiz, açafrão-da-índia, etc. é raiz comprida e fina, mas odesta que a do gengibre, e tem miolo amarelo-forte. Nativa das florestas tropicais da Índia e do sudeste asiático, é seca depois de colhida e, em seguida, transformada em pó – nesse pó dourado que dá a cor do curry indiano, seu tempero. Por ser barata, substitui o açafrão verdadeiro. Os árabes a levaram para a Europa como corante e remédio para o fígado e antiinflamatório.

2 – Substância presente: curcumina (responsável pela forte coloração amarela)



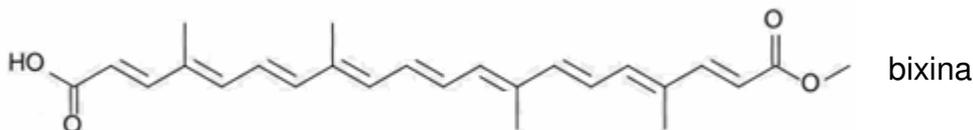
curcumina

Grupos funcionais presentes: fenol, cetona, éter, alceno.

**URUCUM (*Bixa orellana*)\***

1 - Confere cor avermelhada aos pratos. A árvore dá frutos peludinhos, marrom-avermelhados, que guardam as sementinhas corantes. Moídas, elas entraram na culinária popular brasileira como colorau ou colorífero. É nativo de qual região do Brasil?

2 – Substância presente: bixina (responsável pela forte coloração vermelha)



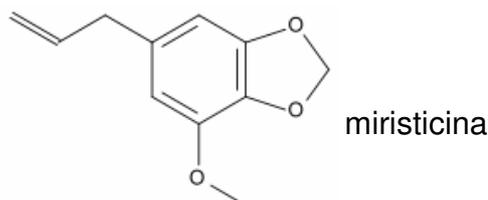
bixina

Grupos funcionais presentes: éster, ácido carboxílico, alceno, alquila.

## SEMINÁRIO II

### NOZ-MOSCADA (*Myristica fragrans*)

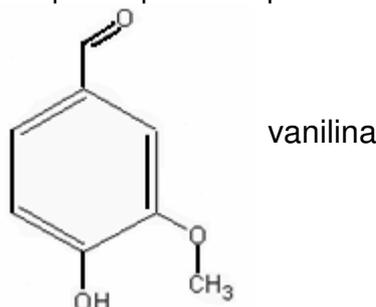
- 1 – É o caroço de um fruto que dá em imensa árvore da ilha de Banda, próxima às Molucas, onde passou também a ser cultivada. Os europeus pagaram altos preços para controlar seu cultivo e comércio. Atualmente, é largamente comercializada uma vez que é utilizada para conferir sabor e odor a alimentos industrializados, principalmente na Europa como condimento, na indústria farmacêutica, e na perfumaria. Na medicina asiática é antiinflamatória e tonifica o coração e cérebro, combate fungos e bactérias.
- 2 – Substância presente: miristicina (compõe o sabor e odor).



Grupos funcionais presentes: éter, alceno, alquila, anel benzênico.

### BAUNILHA (*Vanilla chamissonis*)

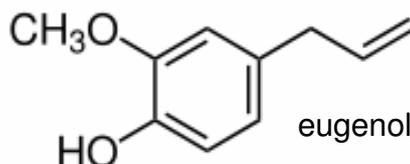
- 1 – São várias as espécies brasileiras, na Amazônia e na Mata Atlântica, tão perfumadas quanto a mexicana: pelo menos 30, num universo de 100 conhecidas em todo o mundo. Em razão da baunilha possuir um alto valor no mercado, a indústria utiliza uma substância sintetizada em laboratório que confere aos alimentos o sabor e odor similar ao da especiaria natural.
- 2 – Substância presente: vanilina (principal responsável pelo sabor e odor)



Grupos funcionais presentes: fenol, éter, aldeído, alquila.

### CRAVO (*Sizygium aromaticum*) – experimento

- 1 – O cravo-da-índia é o cabinho cheiroso que sustenta a flor de uma árvore das Molucas (Indonésia). Quando floridas, as árvores são tratadas, pelos molucos, como mulheres grávidas: sob as copas andam nas pontas dos pés, não fazem barulho, não acendem luzes ou fogo à noite para que as florezinhas não caiam antes do tempo. Na medicina asiática, tonifica os rins, combate bactérias, fungos, parasitas, micoses e entra em preparados para dor de dente, como analgésico.
- 2 – Substância presente: eugenol (uma das substâncias que caracteriza o odor).



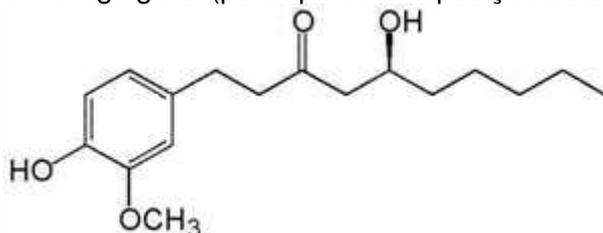
Grupos funcionais presentes: fenol, éter, alceno, alquila.

### SEMINÁRIO III

#### GENGIBRE (*Zingiber officinale*)

1 – É a raiz irregular com miolo amarelo-claro, de uma folhagem da Índia e da China. Como a pimenta e o cravo, era especiaria de rico na Europa. Picante, adocicado e muito aromático, é indispensável nas culinárias e medicinas asiáticas. Foi usado nas antigas civilizações mediterrâneas como energético, expectorante e desintoxicante alimentar, corante e conservante de alimentos.

2 – Substância presente: gingerol (participa da composição do sabor e odor característico).



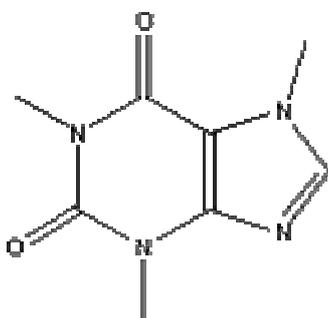
gingerol

Grupos funcionais presentes: fenol, cetona, álcool, éter, alquila.

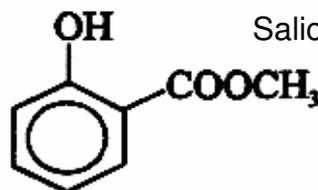
#### CHÁ (*Cammelia sinensis*) - experimento

1 – A partir do século XVIII, foi difundido na Europa, via Inglaterra. Usadas em infusões, tornaram-se especiarias apreciadas. Eram utilizadas na China como bebida há cinco mil anos.

2 – Substâncias presentes; cafeína e salicilato de metila (o primeiro é um estimulante enquanto que o segundo possui odor característico).



Cafeína



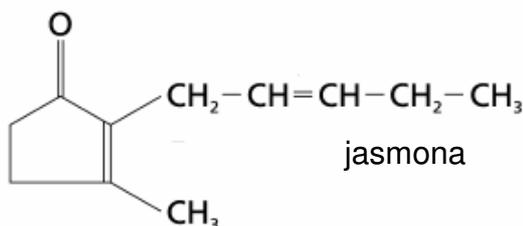
Salicilato de metila

Grupos funcionais presentes: amina, amida, alceno, alquila (cafeína), fenol, éster, alquila (salicilato de metila).

#### JASMIM (*Osmanthus fragans*)

1 – As florzinhas aromáticas do jasmim-do-imperador, arbusto do Himalaia, da China e do Japão utilizadas para perfumar, por exemplo, o chá. Este hábito foi trazido para o Brasil: quando os portugueses importaram a camélia de Macau para cultivo no Brasil, no século XIX, também trouxeram o jasmim.

2 – Substâncias presentes: jasmona (confere o odor característico).



jasmona

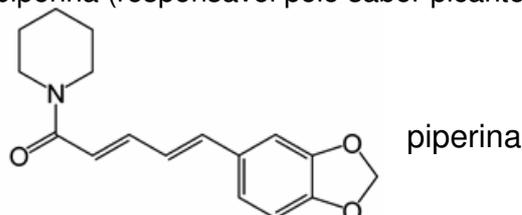
Grupos funcionais presentes: cetona, alceno, alquila.

## SEMINÁRIO IV

### PIMENTA-DO-REINO (*Piper nigrum*)

1 – Pimenta-da-índia, pimenta-negra do Malabar é a grande estrela das especiarias. Um frutinho que dá em cachos em trepadeiras do sudoeste da Índia, região de grandes florestas. Verdes e postas a secar, tornam-se pretas. Têm propriedades digestivas, estimulantes do apetite, da circulação, são boas para resfriados e diarreias. Como todos os picares, contra-indicada nas gastrites.

2 – Substância presente: piperina (responsável pelo sabor picante).

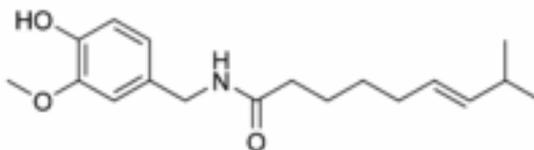


Grupos funcionais presentes: amida, éter, alceno, anel benzênico, alquila.

### PIMENTA-MALAGUETA (*Aframomum melegueta*) e PIMENTA BRASILEIRA (pimentas do gênero *Capsicum*)

1 – Antes das pimentas da América, os portugueses consumiam as da África, negociadas pelos árabes no norte, juntamente com ouro, marfim e escravos. Chegou a Lisboa, pela primeira vez, em 1486, levada da Guiné. Foi chamada grão do paraíso e deu nome à Costa da Malagueta ou Costa da Pimenta – Guiné, Serra Leoa, Libéria, Benin até a Nigéria. Aqui no Brasil foram apreciadas pelos europeus as multicoloridas frutinhas sendo que a mais famosa é conhecida hoje também pelo nome de malagueta. As *Capsicum* são conhecidas e estão presentes na maior parte do continente americano. Em nossa terra, suas várias espécies se espalham de sul a norte (cumari, “de cheiro”, dedo-de-moça, etc).

2 – Substância presente: capsaicina (responsável pela pungência).



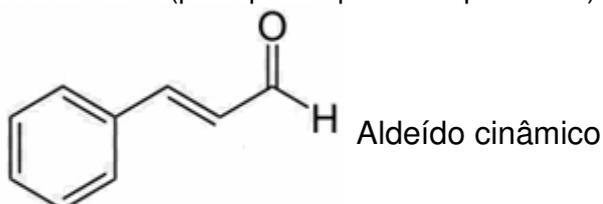
Capsaicina

Grupos funcionais presentes: fenol, amida, éter, alceno, alquila.

### CANELA (*Cinnamomum zeylanicum*) - experimento

1 – Árvore cujos galhos secos produzem os “pauzinhos” marrom-avermelhados, muito perfumados. Nativa do antigo Ceilão, atual Sri Lanka, ao sul da Índia. Tem propriedades analgésicas e digestivas, aquece o corpo nas gripes e resfriados, combate a fraqueza e desânimo.

2 – Substância presente: aldeído cinâmico (principal responsável pelo odor)



Grupos funcionais presentes: aldeído, alceno, anel benzênico.

## SEÇÃO 8

### ROTEIRO DOS EXPERIMENTOS

## Roteiro do Experimento I

**Tema:** Alimentos.

**Objetivos e conceitos a abordar:** observar a mudança da coloração do pó de cúrcuma em soluções de diferentes valores de pH.

**Título do experimento:** Utilização da curcumina como indicador do caráter básico de soluções

### **Materiais:**

- Pó de açafrão-da-terra (cúrcuma)
- solução aquosa de hidróxido de sódio diluído.
- solução aquosa de ácido acético (vinagre)
- tubo de ensaio ou frasco de vidro
- conta-gotas

Obs.: os materiais dos itens sublinhados serão fornecidos pelo professor.

### **Procedimento:**

- a) Colocar uma pequena quantidade de cúrcuma em pó dentro de um tubo de ensaio;
- b) Acrescentar algumas gotas da solução de caráter básico.
- c) Em seguida, acrescentar algumas gotas da solução de caráter ácido.

### **Observação macroscópica:**

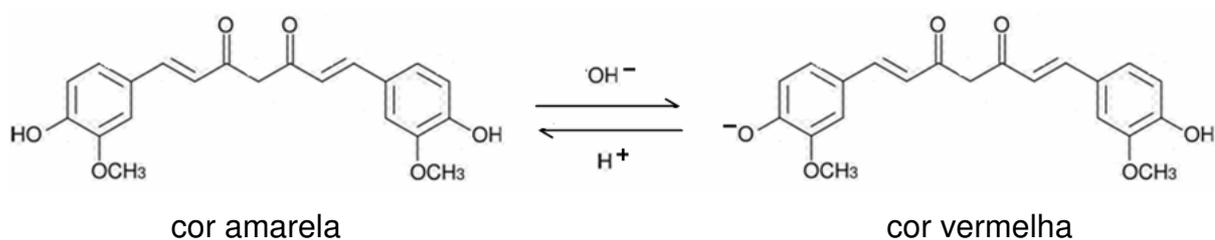
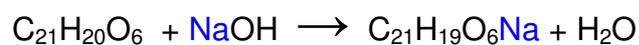
A cúrcuma na forma de pó amarelo torna-se vermelha ao entrar em contato com a solução incolor de hidróxido de sódio. Em seguida, após serem acrescentadas a essa mistura algumas porções de solução incolor de vinagre, a cúrcuma torna a apresentar a cor amarela.

### **Explicação microscópica:**

A curcumina é a substância que confere a coloração amarela à cúrcuma. Essa substância, em meio neutro ou ácido apresenta sua característica cor amarela. No entanto, quando se encontra em meio básico manifesta a coloração

vermelha. Esta mudança de cor é explicada pela sua reação com substâncias de caráter básico produzindo um sal. A formação do sal é responsável pela mudança de cor, indicando que houve uma reação química. Esta reação, no entanto, é uma reação reversível. Com a adição do vinagre, que torna o meio neutro ou ácido, a curcumina é regenerada restabelecendo a cor original.

**Expressão representacional:**



**Bibliografia:**

## Roteiro do Experimento II

**Tema:** Alimentos

**Objetivos e conceitos a abordar:** obter o eugenol, presente no cravo-da-índia, a partir da utilização do etanol como solvente.

**Título do experimento:** Extração, por solvente, do eugenol.

**Materiais:**

- cravo-da-índia (10 unidades)
- 10 mL de etanol comercial (92,8° INPM)
- cloreto férrico ( $\text{FeCl}_3$ ).
- vidro de relógio ou pires
- tubo de ensaio ou frasco de vidro (tipo penicilina).
- secador de cabelos

Obs.: os materiais dos itens sublinhados serão fornecidos pelo professor.

**Procedimento:**

- a) Colocar o cravo-da-índia dentro de um tubo de ensaio (vidro) juntamente com o etanol;
- b) Agitar e deixar em repouso por 20 minutos;
- c) Transcorrido esse tempo, retirar um pouco da solução do frasco e despejar sobre a superfície de um vidro de relógio (ou pires);
- d) Retirar o álcool com o auxílio do ar quente de um secador de cabelo;
- e) Pingar sobre a superfície do vidro de relógio (pires) uma gota de cloreto férrico ( $\text{FeCl}_3$ );
- f) Aproveitar parte do líquido que ficou no tubo de ensaio com o cravo para umedecer a ponta do dedo indicador e colocar sobre a pele;
- g) Soprar a região umedecida para secá-la;
- h) Sentir o odor que fica na pele.

**Observação macroscópica:**

O álcool, um líquido incolor, é colocado dentro de um frasco transparente de vidro junto com 5 unidades de cravo-da-índia de coloração marrom. Após algum tempo, nota-se que o líquido dentro do frasco torna-se castanho.

Uma pequena parte desse líquido castanho, colocada no vidro de relógio, evapora rapidamente por ser exposta ao ar quente do secador de cabelo. A superfície desse objeto, depois desse processo, volta a ficar praticamente transparente.

É lançado então sobre a superfície do vidro de relógio, uma gota de cloreto férrico, um líquido amarelado. Assim que essa gota entra em contato com a referida superfície, passa-se a observar a formação de um material de coloração marrom escuro.

**Explicação microscópica:**

O cravo-da-índia é um material composto de várias substâncias, entre as quais, o eugenol (responsável pelo odor característico). Considerando que toda ligação química covalente formada por dois átomos de diferentes elementos apresenta um momento dipolar ( $\mu$ ) diferente de zero e que a soma do momento dipolar de cada ligação química da molécula do eugenol é diferente de zero, podemos afirmar que essa molécula é polar. A partir da análise de sua estrutura, concluímos que essa molécula poderá estabelecer interações intermoleculares de três tipos:

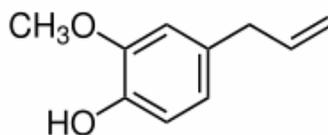
- a) de dispersão – pela presença, em parte da estrutura molecular, de cadeias carbônicas livres de heteroátomos;
- b) dipolo-dipolo – pela presença da função éter na estrutura;
- c) ligação de hidrogênio – em razão de existir um grupo  $\text{-OH}$  ligado ao anel benzênico.

Por esse motivo, as moléculas de eugenol interagem com as moléculas polares do etanol formando entre si ligações de hidrogênio (a mais forte das três interações). Como a interação entre o eugenol e álcool são mais eficientes que as interações do primeiro com as outras substâncias presentes no cravo-da-índia, o etanol consegue extraí-lo dessa especiaria.

Por sua vez, o cloreto férrico é um indicador da presença do grupo fenol. O contato entre o cloreto férrico e o eugenol resulta na manifestação de uma

coloração marrom escura por que ocorre a formação de complexos coloridos quando o íon  $\text{Fe}^{3+}$  entra em contato com o grupo fenol.

**Expressão representacional:**



eugenol



**Bibliografia:**

### Roteiro do Experimento III

**Tema:** Alimentos

**Objetivos e conceitos a abordar:** promover uma reação de esterificação entre o ácido salicílico e o metanol para a obtenção do éster salicilato de metila.

**Título do experimento:** Síntese do salicilato de metila.

**Materiais:**

- 0,5 g de ácido salicílico;
- 1,5 mL de metanol;
- 5 gotas de ácido sulfúrico;
- tubo de ensaio;
- pinça de madeira;
- bicarbonato de sódio;

Obs.: os materiais dos itens sublinhados serão fornecidos pelo professor.

**Procedimento:**

- a) Misture o ácido salicílico e o álcool em um tubo de ensaio;
- b) Adicione 5 gotas de ácido sulfúrico;
- c) Aqueça o tubo em banho-maria durante 5 minutos;
- d) Após resfriar o tubo à temperatura ambiente, adicione 10 gotas de água;
- e) Acrescente pequenas porções de bicarbonato de sódio até cessar o desprendimento de gás;
- f) Tente identificar o odor com algo conhecido.

**Observação macroscópica:**

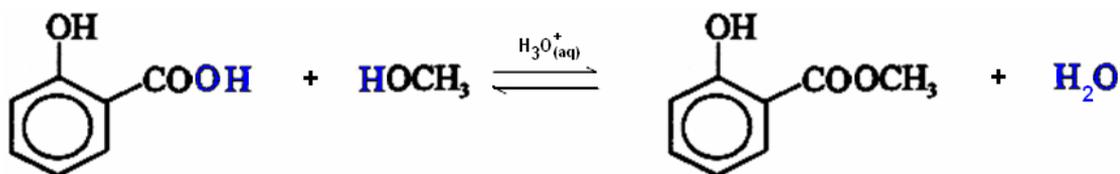
O ácido salicílico, um pó branco, ao ser misturado com o álcool (líquido incolor) no interior de um tubo de ensaio foi totalmente solubilizado. Em seguida colocou-se na mistura 5 gotas de uma solução incolor de ácido sulfúrico. A partir desse momento submeteu-se o tubo de ensaio ao aquecimento. Em menos de 1 minuto, observou-se a formação de um sólido branco na medida em que parte o

volume do líquido diminuía por causa do aquecimento. Após esse momento, percebeu-se o característico cheiro de pomada para contusões musculares.

### Explicação microscópica:

O ácido salicílico, um típico ácido carboxílico, reage com o álcool metanol, na presença de um catalisador (ácido sulfúrico), produzindo éster e água. Nessa reação, denominada reação de esterificação, o grupo  $-OH$  do ácido salicílico é eliminado e o  $-H$  (ligado ao oxigênio) é eliminado do álcool.

### Expressão representacional:



### Bibliografia:

## Roteiro do Experimento IV

**Tema:** Alimentos

**Objetivos e conceitos a abordar:** obter o aldeído cinâmico, presente na canela, junto com água a partir da destilação e preparar, com o destilado, uma porção de gelatina.

**Título do experimento:** Extração do aldeído cinâmico da canela.

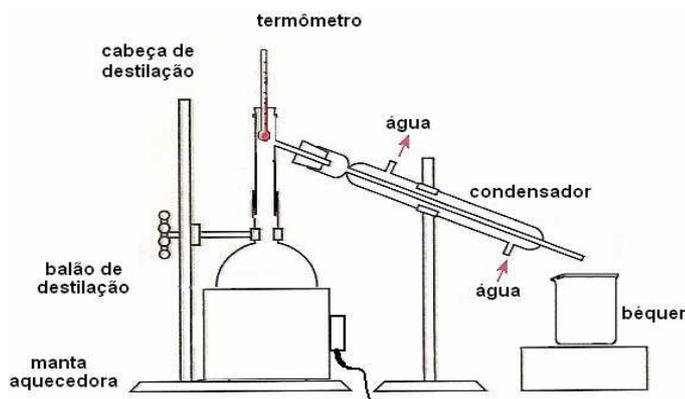
### **Materiais:**

- Pedacos de canela (20g);
- Gelatina sem sabor;
- Água (500 mL);
- Balde;
- Mangueira para aquário (2 m);
- condensador;
- Cabeça de destilação;
- Balão de destilação;
- Béquer;
- Manta aquecedora;
- Termômetro;
- Alonga;

Obs.: os materiais dos itens sublinhados serão fornecidos pelo professor.

### **Procedimento:**

a) Montar o sistema de destilação conforme o esquema a seguir:



- b) Colocar a canela e a água dentro do balão de vidro;
- c) Acionar o aquecedor;
- d) Retirar o aquecimento toda vez que a ebulição da mistura se tornar violenta;
- e) Colher cerca de 40 mL para a fazer metade do conteúdo de um pacote de gelatina sem sabor.

**Observação macroscópica:**

A água, líquido incolor, ao ser colocada dentro do balão de destilação junto com a canela, material marrom, dá origem a um líquido de coloração castanha. Depois de ser aquecida, esta mistura entra em ebulição. Nota-se então, a formação de vapores no interior do balão de destilação e formação de pequenas gotas no interior do condensador. As gotas colhidas no béquer apresentam aspecto esbranquiçado, gerando um líquido de mesma aparência com forte odor de canela.

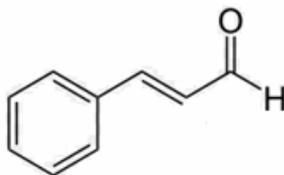
**Explicação microscópica:**

A canela é um material composto de várias substâncias, entre as quais, o aldeído cinâmico (responsável pelo odor característico). Considerando que toda ligação química covalente formada por dois átomos de diferentes elementos apresenta um momento dipolar ( $\mu$ ) diferente de zero e que a soma do momento dipolar de cada ligação química da molécula do aldeído cinâmico é diferente de zero, podemos afirmar que essa molécula é polar. Contudo, em razão de boa parte de sua molécula ser formada apenas por ligações entre átomos de carbono e átomos de hidrogênio e da forma como estes átomos estão dispostos espacialmente, o aldeído cinâmico tende a interagir mais facilmente com substâncias em que é predominante o caráter apolar de suas moléculas. Assim, a partir da análise de sua estrutura, concluímos que essa molécula poderá estabelecer interações intermoleculares de dois tipos: a) de dispersão – pela presença, em parte da estrutura molecular, de cadeias carbônicas livres de heteroátomos e b) dipolo-dipolo – pela presença da função éter na estrutura;

Por esse motivo, as moléculas do aldeído cinâmico interagem muito pouco com as moléculas polares da água. Entretanto, o fornecimento de energia na forma de calor, a partir do aquecimento do sistema, faz com que a água junto com aldeído

cinâmico evaporem, liquefazendo-se no condensador pela brusca diminuição de temperatura. Assim, por serem imiscíveis, ao condensarem formam uma emulsão de coloração branca.

**Expressão representacional:**



**Bibliografia:**

## SEÇÃO 9

### TEXTOS COMPLEMENTARES

## TEXTO 1

### As Especiarias

Em 1453, o império turco-otomano toma Constantinopla e coloca sob seu jugo todo o comércio dos principais produtos utilizados na alimentação européia bem como as rotas para alcançá-los. Naquele período, na Europa, as especiarias eram muito importantes: serviam como conservantes de alimentos, como remédios, afrodisíacos, temperos, perfumes, oferendas religiosas, etc.

O termo “especiaria” era empregado para os produtos orientais caros e difíceis de serem obtidos. Aos poucos, passou a definir tudo o que tempera a comida. Tanto a pimenta-do-reino, como o cravo, a canela e a noz-moscada, tinham as mais altas cotações no mercado. Eram moedas de troca, dotes, heranças, reservas de capital, divisas de um reino.

Podemos assim dizer, que o ouro e a prata, mas também os sabores e odores d’além mar, fizeram parte das motivações que impeliram homens a se lançarem ao oceano desconhecido em busca de fortuna. Mas por qual motiva as especiarias eram tão importantes?

Essa pergunta nunca recebeu uma resposta satisfatória. Das diversas tentativas para justificar o sacrifício humano e o dispêndio econômico para sua busca, podemos destacar as seguintes proposições:

1. As especiarias serviam para conservar as carnes ou para mascarar o gosto infecto das mal conservadas;
2. A cozinha que utilizava a especiaria como uma forma de distinção social;
3. Os ocidentais teriam aprendido a cozinhar com especiarias por influência cultural dos árabes, cuja civilização puderam admirar no curso das cruzadas;
4. Muitos desses produtos importados do Oriente não tinham uma função apenas culinária, mas também terapêutica.

Certamente, todas essas proposições contribuem na busca de uma resposta. Entretanto, para alguns autores, a última parece mais razoável do ponto de vista documental.

Segundo o *Le Thresor de santé* (O tesouro da saúde), publicado em 1607, a pimenta-do-reino “mantém a saúde, conforta o estômago (...), dissipa

os gases (...). Cura os calafrios das febres intermitentes, cura também picada de cobras. Quando bebida, serve para tosse (...) mastigada com uvas passas purga o catarro, abre o apetite”. O cravo-da-índia, por sua vez, “serve para os olhos, para o fígado, para o coração, para o estômago. Seu óleo é excelente contra dor de dentes. Serve (...) para as doenças frias do estômago (...). Ele ajuda muito na digestão, se for cozido num bom vinho com semente de funcho (...)”.

Pensava-se que todas as especiarias tinham virtudes análogas. Essa função medicinal, mais característica das especiarias do que sua utilização como condimento, também vem em primeiro lugar, historicamente: Bruno Laurioux, historiador francês, mostrou que cada uma das especiarias empregadas na cozinha no fim da Idade Média foi, num primeiro momento, importada como medicamento e só depois para temperar alimentos.

Os estudiosos entendiam a digestão como um processo de cozimento. O agente especial era o calor animal, que cozia lentamente o alimento no estômago. Sob essa ótica, as especiarias usadas para temperar os alimentos contrabalançavam a eventual frieza destes, ajudando assim em sua cocção, uma vez que todas eram consideradas “quentes”.

De uma maneira geral todo tempero tinha uma dupla função: tornar os alimentos ao mesmo tempo apetitosos, saborosos e mais fáceis de digerir.

Cozinhar, àquela época assim como hoje, era dar aos alimentos os sabores mais agradáveis – mas agradáveis no âmbito de uma determinada cultura, para um gosto diferente do nosso porque modelado por outras crenças dietéticas, outros hábitos alimentares.

Referência:

FLANDRIN, J. L. ; MONTANARI, M. História da Alimentação. Tradução, Luciano V. Machado e Guilherme J. F. Teixeira. São Paulo: Estação Liberdade, 1998

## TEXTO 2

### SABOR: GOSTO E ODOR

O paladar humano pode detectar cinco gostos básicos, quatro dos quais são muito familiares – doce, azedo, amargo e salgado. O quinto, menos conhecido na cozinha Ocidental, é o chamado Umami.

Existem muitas moléculas diferentes que despertam a sensações de gosto. Os bulbos gustativos (terminações nervosas) receptores do gosto salgado interagem com vários compostos além do cloreto de sódio (sal de cozinha). A maioria dos sais de sódio e dos cloretos tem gosto salgado em maior ou menor extensão.

O gosto amargo deriva, quase sempre, de alcalóides (dois exemplos comuns são quininas e cafeína). Muitos alcalóides são venenosos, o que explica nossa natural aversão a sabores amargos. O gosto azedo vem dos ácidos dos alimentos. Todos os ácidos dão uma sensação de azedo, enquanto a doçura vem de mais fontes além do açúcar.

Assim, não podemos imaginar os sabores são resultados apenas da interação das substâncias presentes no alimento com os bulbos gustativos da língua. Eles são o resultado da combinação de gosto e odor.

Nosso nariz, nesse aspecto, é mais sensível do que a nossa língua. Temos 5 a 10 milhões de células olfativas. Podemos detectar o cheiro de algumas substâncias mesmo quando cerca de 250 moléculas interagem com apenas uma dúzia de células.

A limitação para o cheiro está no fato de que somente podemos detectar moléculas através do ar. Isso nos restringe a sentir o cheiro somente de moléculas de baixa massa molecular. Uma vez que a molécula tenha cem ou mais átomos, ela se torna pouco volátil para ser carregada pelo ar em quantidade suficiente para podermos detectá-la pelo cheiro.

Quando comemos, a maior parte do cheiro é sentida pelo nariz. Cada vez que respiramos, parte do ar respirado sobe do fundo da boca para as passagens nasais, onde são sentidas como cheiro. Geralmente, as menores moléculas são as que cheiramos primeiro. Então, conforme mastigamos o alimento, mais moléculas pequenas são liberadas e algumas grandes se evaporam lentamente na cavidade nasal.

O sabor global de um prato vem da combinação de moléculas. Entretanto, a maior complexidade está no nariz, no componente “do cheiro” do sabor. Por isso podemos dizer que a maior parte do sabor provém das menores moléculas dos alimentos.

Referência:

BARHAM, Peter. A Ciência da Culinária. Tradução, Maria H. Villar. São Paulo: Roca, 2002.

### TEXTO 3

#### ORIGEM DAS SUBSTÂNCIAS QUE CARACTERIZAM AS ESPECIARIAS

Mas, de fato, o quê está presente nas especiarias e que lhes atribui características que as tornam tão importantes? A Química, com sua linguagem, ferramentas e metodologias pode nos ajudar a encontrar resposta a essa pergunta.

A composição química das espécies vegetais, especialmente das plantas encontradas nas florestas tropicais, ainda está longe de ser descrita em sua totalidade. Um enorme arsenal de constituintes naturais ainda não foram isolados e estudados do ponto de vista químico. Por outro lado, uma grande quantidade de compostos, já isolados e com estrutura química determinada, ainda não foram estudados quanto suas atividades biológicas, seja em relação às suas funções para a própria espécie vegetal, seja quanto suas potencialidades de uso para outras finalidades, especialmente de interesse terapêutico.

Apenas um grupo restrito de substâncias possui suas funções e atividades determinadas, e os cientistas estão longe de elucidar o papel desses compostos e muito mais distantes de completar o quadro de substâncias químicas disponíveis nas espécies vegetais.

Os constituintes químicos, encontrados no reino vegetal, são sintetizados e degradados por inúmeras reações anabólicas e catabólicas, que compõem o metabolismo das plantas. A

síntese de compostos essenciais para a sobrevivência das espécies vegetais, tais como: açúcar, ácidos graxos, nucleotídeos e seus polímeros derivados, faz parte do metabolismo primário das plantas. Por outro lado, os compostos sintetizados por outras vias fazem parte do metabolismo secundário, e portanto denominados compostos secundários. Em geral, as substâncias que atribuem às especiarias suas características mais distintas são produto do metabolismo secundário dos vegetais. É comum que estas substâncias estejam associadas à mecanismos de defesa das plantas contra o ataque de animais ou agentes patológicos causadores de doenças.

A separação dessas duas vias metabólicas é muito obscura, e a classificação dos compostos em primários e secundários depende muito da importância de determinado composto para uma determinada espécie, assim como do estágio de desenvolvimento em que se encontra.

Referência:

DI STASI, L. C. Plantas Medicinais: arte e ciência - um guia de estudo interdisciplinar. São Paulo: UNESPE, 1996.

## REFERÊNCIAS

ALVES-FILHO, P. J. Regras da Transposição Didática aplicada ao laboratório Didático. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v.17, n° 2, p. 174-188. Agosto 2000.

ARAÚJO, W. M. C. et al. Alquimia dos alimentos. Brasília: Editora Senac, 2007.

BACHELARD, G. A Formação do Espírito Científico. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996

BARBOSA, A. L. Dicionário de Química. Goiânia: AB Editora, 1999.

BARHAM, Peter. A Ciência da Culinária. Tradução, Maria H. Villar. São Paulo: Roca, 2002.

BENVENUTTI, E. V. Química inorgânica: átomos, moléculas, líquidos e sólidos. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003

BRAGA, M.; GUERRA, A.; REIS, J. C. Breve história da ciência moderna. Volume 2: das máquinas do mundo ao universo-máquina (séc. XV a XVII). Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2004

CABRAL, J. M. P. História breve dos pigmentos: das artes da Idade Média. Sociedade Portuguesa de Química. Química, v. 104, p. 39-50. Janeiro/março 2007. Disponível em: [www.spq.pt/boletim/docs/boletimSPQ\\_104\\_002\\_02.pdf](http://www.spq.pt/boletim/docs/boletimSPQ_104_002_02.pdf)

CANTELE, B. R.; BARBEIRO, H. Os ambiciosos: a época dos grandes descobrimentos. São Paulo: Editora do Brasil, 2003.

CÁRCERES, F. ; ANTÔNIO, P. História Geral. São Paulo: Moderna, 1984.

CASCUDO, L. C. História da Alimentação no Brasil. 3. ed. São Paulo: Global, 2004.

COENDERS, A. Química culinária. Zaragoza: Editorial Acribia, 2004.

CONSTANT, P. B. L.; STRINGHETA, P. C.; SANDI, D. B. CEPPA, Corantes Alimentícios. Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos (CEPPA), Curitiba, v. 20, n. 2, p. 204-220. Jul/dez. 2002.

DI STASI, L. C. Plantas Medicinais: arte e ciência - um guia de estudo interdisciplinar. São Paulo: UNESPE, 1996.

FARIA, P.; RETONDO, C. G. Química das Sensações. São Paulo: Átomo, 2006

FLANDRIN, J. L. ; MONTANARI, M. História da Alimentação. Tradução, Luciano V. Machado e Guilherme J. F. Teixeira. São Paulo: Estação Liberdade, 1998.

FONSECA, M. R. M. Completamente Química: Química Orgânica. São Paulo: FTD, 2001.

GALEANO, E. As Veias abertas da América Latina. Tradução, Galeano de Freitas. 35. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

GOLVEIA-MATOS, J. A. M. Mudança nas cores de indicadores. Química Nova na Escola, n. 10, p. 6-10, 1999.

GUIMARÃES, P. I. C.; OLIVEIRA, R. E. C.; ABREU, R. G. Extraíndo óleos essenciais de plantas. Química Nova na Escola, n. 11, p. 45-46, 2000.

GULATI Ashu ; GULATI Arvind; RAVINDRANATH S. D.; GUPTA A. K. Variation in chemical composition and quality of tea (**Camellia sinensis**) with increasing blister blight (**Exobasidium vexans**) severity. Mycological Research, Cambridge University Press, vol. 103, issue 11, p. 1380-1384, 1999.

HOUAISS, A. ; VILLAR, M. S. Dicionário Houaiss da língua portuguesa – versão eletrônica. Instituto Antônio Houaiss de Lexicografia e Banco de Dados da Língua Portuguesa S/C Ltda. Rio de Janeiro: Editora Objetiva, 2001.

HUBERMAN, L. História da Riqueza do Homem. Tradução, Waltensir Dutra. 21. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1986.

ÍSOLA, L. ; CALDINI, V. Atlas Geográfico Saraiva. São Paulo: Saraiva, 2004.

KOROLKOVAS, A. ; BURCKHALTER, J. H. Química Farmacêutica. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

LARAIA, R. B. Cultura um conceito antropológico. 20 ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006.

LE COUTEUS, P. ; BURRESON, J. Os Botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história. Tradução, Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006.

LOPES, A. R. C. Conhecimento escolar: ciência e cotidiano. Rio de Janeiro: EdUERJ, 1999.

MENEZES, P. M. L. ; SANTOS, C. J. B. Geonímia do Brasil: Pesquisa, Reflexões e Aspectos Relevantes. Revista Brasileira de Cartografia. N° 58/02, Agosto, 2006.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. Química para o Ensino Médio. São Paulo: Scipione, 2003.

NEPUMOCENO, R. O Brasil na rota das especiarias: o leva-e-traz de cheiros, as surpresas da nova terra. Rio de Janeiro: José Olympio, 2005.

NOVA BARSA CD-ROM. São Paulo: Encyclopaedia Britannica do Brasil Publicações, Produzido por Lexicon Informática, 1998.

PINTO, A. C. O Brasil dos Viajantes e dos Exploradores e a Química de Produtos Naturais Brasileira. Química Nova, v. 18, n° 6, p. 608-615. Novembro/Dezembro 1995.

ROCHA, W. R. Interações intermoleculares. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, n. 4, p. 31-36, 2001.

ROQUE, O. R. et al. Plantas e produtos vegetais em cosmética e dermatologia. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2004.

Saga dos Viajantes. Série Cosmos. Direção: Adrian Malone. Produção: Kent Gibson. Roteiro: Carl Sagan e Steven Soter. Los Angeles, Cosmos Studios Inc, 2000. DVD

SILVA, M. P. da; Aspectos clássicos e moleculares no melhoramento de pimentão visando à resistência à mancha bacteriana. 2007. 90 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, Rj, 2007.

SIMAS, N. K.; LIMA, E. C.; CONCEIÇÃO, S. R.; KUSTER, R. M.; OLIVEIRA A. M. Produtos Naturais para o Controle da Transmissão da Dengue – Atividade Larvicida de *Myroxylon Balsamum* e de Terpenóides e Fenilpropanóides. Química Nova, v. 27, n. 1, 2004, p. 46-49.

STOUT, G. H. ; SCHULTES, R. E. The Importance of Plant Chemicals in Human Affairs. In MILLER, L. P. Phytochemistry: The process and products of photosynthesis. New York: Litton Educational Publishing, v. 3, cap. 14, 1973, p. 381-399

The Merck Index, Thirteenth Edition, Merck & Co., Inc., Whitehouse Station, New Jersey, USA, 2001.

UENOJO, M.; MARÓSTICA, M. R. J.; PASTORE G. M. Carotenóides: Propriedades, Aplicações e Biotransformação para Formação de Compostos de Aroma. Química Nova, v. 30, n. 3, 2007, p. 616-622.

VARANDA, L. C.; JAFELICCI, M. J. O mundo dos colóides. Química Nova, n. 9, p. 9-13, 1999.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Monographs on selected medicinal plants. Vol. 1, Geneva, 1999.