



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA

Renata Felix Gaspar

FLUOROSE: UM TEMA SOCIAL PARA O ENSINO DE QUÍMICA

PROJETO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Brasília – DF

1º/2017



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA

Renata Felix Gaspar

FLUOROSE: UM TEMA SOCIAL PARA O ENSINO DE QUÍMICA

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso em Ensino de Química apresentada ao Instituto de Química da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciada(o) em Química.

Orientadora: Patrícia Fernandes Lootens Machado

1º/2017

*Dedico este trabalho aos meus pais que me guiaram e batalharam
para sempre me proporcionar o melhor nos estudos e na vida.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais e a minha irmã por estarem presentes em todos os momentos da minha vida e por terem me apoiado durante a elaboração desta monografia.

Sou especialmente grata à minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Patrícia Lootens por ter acreditado em mim e por sua imensa paciência e ajuda, desde a escolha do tema até a finalização deste trabalho. Sem sua presença e apoio durante esse processo, nada seria possível.

Agradeço ao Renato, amigo e companheiro, que esteve sempre ao meu lado em todos os momentos, difíceis ou não, e que me ajudou ao longo de toda a graduação.

Aos professores do Instituto de Química que tanto contribuíram para a minha formação.

Aos amigos e a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha vida universitária.

Muito obrigada por tudo!

SUMÁRIO

Introdução	7
Revisão Bibliográfica	10
1.1 A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS	10
1.2 O QUE SE ENTENDE POR SAÚDE BUCAL	13
1.3 A FISIOLOGIA DO DENTE.....	14
1.4 A CÁRIE DENTÁRIA.....	16
1.5 FORMAS DE PREVENÇÃO DA CÁRIE	19
1.6 FLUORETOS: MOCINHOS OU BANDIDOS?	23
1.7 A CONTROVÉRSIA DO USO DE PRODUTOS FLUORETADOS NAS ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO	27
Proposta Didática	30
Considerações Finais	31
Referências	32
Apêndice	35

RESUMO

A experimentação é de fundamental importância para o Ensino de Ciências. A ausência de aulas práticas ou a não compreensão de sua função fazem com que os alunos não sejam estimulados a refletir e expor suas ideias acerca de fenômenos observados em uma atividade experimental, quando realizada. Contudo, novas tendências fazem do professor um problematizador que tem por função incentivar a reflexão e a exposição de ideias em sala de aula, sempre levando em consideração o contexto em que o aluno está inserido, além de possibilitar a orientação na formação de conceitos químicos. Diante disso, este trabalho apresenta uma proposta didática que tem por objetivo a discussão de conceitos químicos envolvidos no processo de formação da fluorose dental. Além disso, este tema possibilita a abordagem da cárie dentária e a ética envolvida no emprego de fluoretos na água de abastecimento público bem como os aspectos que envolvem a saúde bucal. Desta forma, a atividade experimental proposta proporciona um ambiente investigativo, no qual o professor, por meio de um processo dialógico, consiga fazer a transição do conhecimento abstrato para o concreto, levando em consideração o contexto do estudante.

Palavras-chaves: Experimentação; Temática Fluorose; Saúde Bucal.

INTRODUÇÃO

As matérias de Ciências na educação básica, sobretudo no ensino médio estão entre aquelas que os estudantes menos apreciam. É muito comum ouvir alunos dizerem que não entendem e não têm curiosidade para aprender Química ou Física. Pressupõe-se que as razões sejam várias, mas dentre elas, percebe-se que a falta de compreensão dos conteúdos e a dificuldade em perceber no dia a dia a necessidade dos conhecimentos das Ciências, tornam os jovens desmotivados para dedicarem-se aos saberes científicos.

Isso tem gerado em professores pesquisadores da área de ensino de Ciências o interesse em compreender as dificuldades dos estudantes para refletir sobre o currículo das escolas. Com isso, nos últimos anos, muito trabalhos são publicados na perspectiva de explicar as dificuldades diagnosticadas, bem como apresentar propostas didáticas para superar a desmotivação e tornar o estudo das Ciências mais interessante.

Dentre os problemas apontados nessas pesquisas, encontram-se o ensino focado em conteúdos teóricos; a falta de atividades experimentais; a não compreensão dos professores sobre o papel da experimentação; a ausência de contextualização, entre outros. Da mesma forma, encontram-se artigos que apresentam sugestões como a inserção da experimentação nas aulas, as abordagens CTSA, o uso de temáticas sociais ou os temas geradores.

Considerando a importância de se contribuir para a melhoria do ensino de Química e percebendo a existência de diversos temas sociais que podem ser explorados na escola para auxiliar no desenvolvimento dos estudantes, as temáticas escolhidas para serem abordadas neste trabalho são as ligadas à saúde e às questões ambientais.

Apesar de termos adentrado o século XXI, nosso país ainda apresenta em certas áreas, como a de saneamento básico, problemas antigos e recorrentes, como doenças relativas à falta ou à negligência no tratamento de água de abastecimento público e esgoto, no manejo de águas pluviais, na gestão de limpeza urbana, no manejo de resíduos sólidos e, conseqüentemente, no controle de agentes patogênicos (Lei nº 11.445/2007). O conjunto

dessas ações deve ter por objetivo proporcionar condições sanitárias satisfatórias para a manutenção da saúde dos habitantes.

Dentre as consequências decorrentes da falta de saneamento podemos listar uma série de doenças que poderiam já ter sido completamente controladas ou até mesmo extintas, tais como: cólera, leptospirose, esquistossomose, febre amarela, amebíase, ascaridíase, cisticercose, cólera, dengue, zika, chikungunya, disenterias, elefantíase, malária, poliomielite, teníase, giardíase, hepatite, infecções na pele e nos olhos, etc. Existem ainda doenças indiretas que surgem quando algumas etapas do saneamento básico não são disponibilizadas para uma comunidade, como, por exemplo, o caso das doenças bucais.

A cárie dentária figura como a “doença” de maior prevalência dentre aquelas que afetam a cavidade bucal (COSTA, 2013). Seus índices tendem a se manter elevados em regiões que não possuem água tratada e serviço básico de saneamento público. O emprego de íons fluoreto nas águas de abastecimento ajuda a manter essa “doença” controlada.

A fluoretação da água de abastecimento público é reconhecida mundialmente por ser um dos métodos preventivos que ajudam no controle e prevenção da cárie dental. Contudo, essa intervenção, quando em conjunto com outros métodos preventivos fluoretados, produz um efeito colateral: a fluorose dentária. Essa condição é provocada pelo alto consumo de fluoretos durante a fase de formação dos dentes. A fluorose altera a estrutura do esmalte dental, fazendo com que ocorra o aparecimento de manchas em sua superfície.

A fluoretação das águas de abastecimento é uma intervenção coletiva resultante de decisões políticas que têm por objetivo responder às necessidades coletivas na área da saúde pública, tais como a cárie dental. Porém, mesmo atendendo a necessidades, o emprego de íons fluoreto na água pública é alvo de questionamentos éticos. A população deve ser obrigada a consumir água fluoretada mesmo que essa ação influencie no surgimento de fluorose dental? A vontade do Estado pode se sobrepor aos direitos e liberdades dos indivíduos?

Tendo esses questionamentos em mente, este trabalho objetiva apresentar um texto que discuta acerca do uso de fluoretos fazendo um contraponto com os riscos envolvidos quando consumidos em excesso. Também é objetivo propor a temática da fluoretação das águas naturais potáveis de mesa para apreensão de diversos conceitos químicos por meio de um experimento conduzido de forma demonstrativa-investigativa de acordo com a metodologia de Silva; Machado e Tunes (2010).

Desta forma, este trabalho foi dividido em dois capítulos. No primeiro capítulo e tópico, apresenta-se uma revisão bibliográfica que aborda a experimentação no Ensino de Ciências com o intuito de evidenciar limitações da visão tradicional de ensino e dar ênfase a uma metodologia mais atual que seja reflexiva e dinâmica. O próximo tópico traz uma breve abordagem sobre saúde bucal, seguido de um tópico sobre a fisiologia dos dentes e outro sobre a cárie dental. Na sequência, comenta-se sobre as formas de prevenção da cárie, seguido de outro que discorre sobre os benefícios e malefícios dos fluoretos. Por fim, encerra-se a revisão bibliográfica com uma discussão ética a respeito da fluoretação da água pública.

No segundo capítulo, uma proposta didática é apresentada formulada com base na discussão realizada na revisão bibliográfica (primeiro capítulo). A atividade consiste em um experimento demonstrativo-investigativo que tem como temática a fluoração das águas naturais potáveis de mesa. Essa atividade experimental, produto deste Trabalho de Conclusão de Curso, encontra-se no Apêndice, na forma de um Plano de Aula Prático.

CAPÍTULO 1

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

De acordo com Silva, Machado e Tunes (2010), a experimentação é uma atividade capaz de fazer uma conexão entre fenômenos e teorias. Sua relevância é reconhecida por filósofos desde o século XVIII, porém ela só foi inserida nos currículos escolares a partir do século XIX e consolidada como estratégia de ensino a partir da segunda metade do século XX. Apesar da constatação de sua importância, percebe-se que, ainda hoje, grande parte dos alunos e professores possuem concepções equivocadas no que tange à finalidade das atividades experimentais.

É notório que em diversas escolas a experimentação sequer acontece. Segundo Silva, Machado e Tunes (2010), os professores mencionam diversos fatores para justificar essa ausência, como: a falta de laboratórios (ou quando existem são deficientes e/ou inadequados), o grande número de alunos por sala e a carga horária reduzida acabam por impossibilitar e desmotivar a realização da experimentação. Já para Júnior (1998), as atividades experimentais são mal exploradas por causa da separação das atividades desenvolvidas em sala de aula (consideradas teóricas) e as realizadas em laboratório (consideradas práticas), fazendo com que a experimentação seja reduzida à aula de laboratório, servindo apenas para confirmar a teoria estudada em sala de aula.

Além disso, outro fator que contribui para a ausência da experimentação no ensino é a formação do professor, que muitas vezes não fornece uma orientação pedagógica capaz de valorizar o desenvolvimento de atividades experimentais que sejam dinâmicas e reflexivas com os alunos. Esses professores acabam muitas vezes tendo uma visão tradicional do ensino, somente focado na transmissão de conteúdo. Desta forma, por mais que atividades experimentais sejam realizadas, essas circunstâncias acabam por não permitir que seus objetivos sejam alcançados e que ela seja explorada em sua total potencialidade (SILVA, MACHADO; TUNES; 2010; JÚNIOR, 1998).

Observa-se que ao longo dos anos, nas poucas ocasiões em que acontecem, as atividades experimentais restringiram-se à demonstração de conteúdos teóricos e a comprovação de teorias trabalhadas em sala de aula. Assim, o papel investigativo do professor nessas atividades deixa de existir e seu foco passa a ser o de somente fornecer respostas prontas e definitivas. Essa relação entre teoria e prática torna o aprendizado tedioso e meramente memorizador, fazendo os alunos perderem o interesse no ensino de Ciências, quando, na verdade, ela deveria desenvolver o pensamento analítico dos estudantes, através da observação de fenômenos e do confronto de ideias (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010; JÚNIOR, 1998).

O contexto de cada aluno possui papel de grande relevância no processo de ensino-aprendizagem. Um determinado conceito só será aprendido se o aluno conseguir estabelecer uma relação entre o que foi observado e interpretado de cada fenômeno com suas expectativas, conhecimentos prévios e vivências. Portanto, Silva, Machado e Tunes (2010) defendem que ao se abordar um novo conceito, o professor sempre leve em consideração as concepções prévias dos alunos.

O professor, portanto, se torna o responsável por fazer a transição entre os conhecimentos prévios dos alunos, o conhecimento adquirido que ocorre por meio da observação fenomenológica (experimento) e o nível teórico. Como o aluno não possui conhecimento de modelos teóricos e da linguagem própria da Ciência, ele depende dessa intervenção articulada pelo professor, que fica responsável por fazer a ligação dos diferentes níveis do conhecimento: o empírico (observação de fenômenos), o teórico e o representacional (de linguagem). Desta forma, com uma abordagem mais dinâmica e dialética, o professor rompe com o modelo tradicional de ensino-aprendizagem ao apresentar uma atividade experimental que sirva de apoio para uma problematização que será capaz de incentivar a reflexão e a exposição de ideias dos alunos (SILVA; ZANON, 2000).

É importante ressaltar que as atividades experimentais não se restringem somente àquelas desenvolvidas em laboratórios. De acordo com Hodson (1998, apud JÚNIOR, 1998), a "aprendizagem assistida por computador (AAC), as demonstrações feitas pelo professor ou filmes/vídeo com apoio de atividades como relatórios e questionários, o estudo de casos, as representações de papéis, as tarefas escritas, a confecção de modelo, pôsteres e livros de recortes, além de várias modalidades de trabalho em biblioteca" (p.73) podem ser classificadas como atividades experimentais, pois exigem uma postura ativa do aluno, em vez

da passividade (JÚNIOR, 1998). Essas atividades, se bem conduzidas, permitem que sejam feitas abordagens interdisciplinares e contextualizadas de maneira muito mais eficaz, facilitando a apreensão de conhecimento pelo aluno (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

Para Silva, Machado e Tunes (2010), um exemplo de atividade experimental que segue as tendências mais atuais, dentre algumas citadas por eles, são as atividades demonstrativas-investigativas. Nessas atividades, o professor apresenta fenômenos simples e a partir deles poderá introduzir conceitos teóricos que estejam relacionados com o que foi observado. Ele deve atuar como um problematizador, proporcionando um ambiente investigativo. Para isso, antes da realização do experimento, o professor deve formular uma pergunta relacionada com a atividade que seja capaz de despertar a curiosidade e o interesse dos alunos, sempre levando em consideração seu contexto.

Ainda segundo os mesmos autores, depois da execução do experimento, os estudantes devem fazer a descrição dos fenômenos que foram observados, ou seja, relatar o que foi observado no seu nível macroscópico. Nesse momento, o professor deve instigá-los a formular possíveis explicações para o que foi visto, ou seja, elaborar hipóteses, atividade própria do mundo das Ciências. Isso faz com que o professor identifique as concepções prévias dos alunos e, desta forma, procure a melhor forma de se introduzir a interpretação submicroscópica dos fenômenos observados, ou seja, utilizar as teorias científicas para explicá-los, auxiliando os alunos, de forma dialógica, a reformularem suas ideias prévias, se necessário.

Depois de esclarecidas todas as dúvidas dos estudantes acerca do fenômeno observado e dos conceitos teóricos que o explicam, o professor poderá sintetizar o que foi observado e explicado com a introdução da expressão representacional, momento em que se utiliza a linguagem científica (equações, modelos representacionais, fórmulas, gráficos etc.) para a representação do fenômeno em questão (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

Por fim, o professor deve responder à pergunta inicialmente apresentada, podendo incluir a interface ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA) como parte da pergunta inicial e abordar possíveis implicações ambientais, econômicas, tecnológicas, éticas, sociais, culturais, políticas etc. (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

Silva, Machado e Tunes (2010) destacam que o mais importante é a discussão dos três níveis do conhecimento com os alunos, sempre os relacionando entre si e incluindo nesta a

abordagem da interface CTSA. Isso, segundo os autores, faz com que o experimento demonstrativo ganhe natureza investigativa.

Desta forma, a proposta deste trabalho é abordar o tema da fluorose dental a partir de uma atividade experimental que abrange diversos conceitos. Apesar de poder não ser conhecida entre os estudantes, a fluorose envolve a fluoretação da água de abastecimento público, procedimento já concebido pela população. Assim, possibilitada pela abordagem da interface CTSA, espera-se que o tema desperte interesse dos alunos para discussão em uma perspectiva de ensinar para promover atitudes visando à saúde.

1.2 O QUE SE ENTENDE POR SAÚDE BUCAL

Antes de começarmos a falar sobre saúde bucal, entendemos ser necessário um esclarecimento sobre o conceito de saúde. É comum as pessoas associarem a noção de saúde com a de bem-estar, isto é, manter o corpo humano em condições de funcionamento, tal qual uma máquina, seria ter saúde (SESC, 2007). Contudo, deve-se considerar a subjetividade do sentir e do pensar do ser humano para a compreensão desta definição.

Nesse sentido, outra definição que podemos lançar mão para compreender os diferentes sentidos da palavra saúde é fornecida pela Organização Mundial da Saúde (OMS), a qual declara que “A saúde é um estado de completo bem-estar físico, mental e social, e não consiste apenas na ausência de doença ou de enfermidade.” (WHO, 1946). Estudos na área da psicossomática revelam ligações existentes entre o físico e o pensamento, em que doenças podem ser desencadeadas por dificuldades no plano afetivo, mental e psíquico. Desta forma, o estado de estresse e ansiedade pode gerar e/ou agravar uma patologia (SESC, 2007).

Ademais, saúde está diretamente relacionada com os nossos desejos, objetivos e esperanças, admitindo a particularidade de cada um e reconhecendo

[...] que existem formas diferentes de lidar com as opções e valores que se referem à saúde e que os cuidados desta, como o restante de nossas decisões pessoais, alteram sua intensidade e frequência na dependência de tantos outros fatores bons e ruins, próprios da dinâmica da vida. (SESC, 2007, p. 13).

A saúde bucal é uma parte integrante e inseparável da saúde geral do indivíduo e deve ser vista como componente essencial para os programas de saúde global, uma vez que

patologias bucais podem originar problemas no restante do corpo. Como exemplo, podemos citar a periodontite (doença crônica gengival) que pode provocar males nos pulmões e no coração. O contrário também acontece. Diversas condições gerais de certas doenças têm manifestações orais, aumentando assim o risco de surgimento de doenças bucais. (ADA, 2008; FOUSP, 2008; WHO, 2003).

Devemos perceber a saúde bucal da mesma maneira que concebemos a saúde global: não somente pelos aspectos biológicos e individuais presentes no processo do desenvolvimento da doença, mas também, e essencialmente, pelas interações que as pessoas estabelecem entre si em sociedade (FOUSP, 2008). Sendo assim, podemos dizer que alimentação, moradia, saneamento básico, meio ambiente, trabalho, renda, educação, transporte, lazer e acesso a bens e serviços essenciais são fatores que têm influência sobre a saúde bucal das pessoas. Por isso que no texto adaptado por Frias e Junqueira (FOUSP, 2009), a saúde bucal pode ser entendida como “[...] conjunto de práticas que objetivam promover, recuperar e manter a higidez dos tecidos e estruturas anatomo-funcionais da cavidade bucal, ou a ela relacionadas.”.

Para uma melhor compreensão sobre saúde bucal passaremos a discorrer sobre os dentes, sua composição, os cuidados necessários para sua manutenção bem como os problemas gerados pela falta deste e que a afetam diretamente.

1.3 A FISILOGIA DO DENTE

O dente humano é formado essencialmente por compostos orgânicos e inorgânicos e possui propriedade de resistência a danos físicos. Ele é constituído por três tecidos principais: o esmalte, camada externa que possui estrutura rígida; a dentina, camada interna de estrutura firme e elástica e a polpa sensitiva, parte central na estrutura do dente que é envolta pela dentina (LIN, 2012; LOW, DURAMAN, MAHMOOD, 2006).

O esmalte é uma camada translúcida, dura e fina que recobre a coroa do dente, parte externa e visível do dente. Possui alto teor mineral, tendo por volta de 96% de apatita mineral nas formas de hidroxiapatita (HAP) ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$) ou fluorapatita ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$), o que faz do dente o material biológico mais resistente e mineralizado dentro do corpo humano. Ele ainda é composto por 1% de proteína e 3% de água e, por causa do alto teor de minerais em sua

composição, propicia uma superfície dura o suficiente para o corte e trituração dos alimentos, funcionando também como um revestimento de proteção para os tecidos da dentina e da polpa (LIN, 2012; LOW, DURAMAN, MAHMOOD, 2006; ROSS, 2008).

A área de conexão entre a dentina e o esmalte é uma região de transição chamada de junção dentina-esmalte (JDE). Este local possui a capacidade de deter a propagação de fissuras quando sujeito a mastigação excessiva, evitando o surgimento de danos estruturais graves que podem acabar causando a perda do dente (LIN, 2012; LOW, DURAMAN, MAHMOOD, 2006).

A dentina fica localizada abaixo do esmalte e o sustenta. Possui 45% de seu volume composto por nano cristais de carbonato de apatita mineral ($\text{Ca}_5(\text{CO}_3)_3(\text{F}, \text{OH}, \text{Cl})$), 30% por fibras de colágeno e 25% por fluido. Estes dois últimos componentes contribuem para que o tecido seja um pouco mais elástico e poroso que o esmalte, mas que ainda apresente dureza considerável. Por ser menos mineralizado, mas não menos firme, a dentina, assim como a JDE, também dificulta a irradiação de fissuras derivadas da mastigação excessiva. (LIN, 2012; LOW, DURAMAN, MAHMOOD, 2006).

A polpa está localizada no interior do dente e é encoberta pela dentina. Seu tecido é altamente vascularizado, sendo composto por vasos sanguíneos e nervos que se estendem até a coroa do dente, a qual pode transmitir estímulos de sua superfície até as terminações nervosas da polpa. Isso faz do dente um órgão sensível (ROSS, 2008) e é pela presença desses que o dente se torna um “[...] elemento vivo, sensível e renovador da dentina.” (SILVA, MAGON, ASSAD, 2005, p. 26).

Apesar de possuir uma estrutura naturalmente reforçada, os dentes estão suscetíveis à deterioração pelo uso e pela falta de cuidados preventivos. Naturalmente, eles passam por desgaste mecânico devido ao processo de mastigação. Porém, não é por meio deste processo que se observa as lesões mais comuns na cavidade bucal dos indivíduos. A higienização inadequada associada à ingestão de alimentos fermentáveis, que ao se decomporem sobre o dente geram resíduos que se adsorvem facilmente ao esmalte, pode causar um desgaste na estrutura dentária denominado cárie.

De acordo com Lima, cárie dentária são lesões no esmalte do dente caracterizadas por sinais e que acarretam em algum prejuízo para o ser humano. Essas lesões são causadas por uma desmineralização irreversível, ocasionada pelo contínuo desequilíbrio do processo de desmineralização-rem mineralização e pela ação de ácidos provenientes do metabolismo de

carboidratos na placa bacteriana dentária (LIMA, 2007). Lima ainda ressalta que essas lesões devem ser compreendidas tanto na perspectiva científica, ou seja, abrangendo seu nível submicroscópico, quanto do ponto de vista do paciente, que entende a cárie somente como lesões que apresentem sinais visíveis.

1.4 A CÁRIE DENTÁRIA

Segundo Fejerskov (1997), a escolha de prevenção e a estratégia de tratamento da cárie dentária dependem do conceito, da etimologia e da patogênese que são considerados. Há a necessidade de reconsideração da definição, do processo e dos agentes causais da cárie uma vez que estes se desenvolveram durante o século passado e ainda predominam sem contemplar o conhecimento desenvolvido nas últimas décadas, além de serem bastante controversos tanto na literatura quanto em reuniões científicas (FEJERSKOV, 1997).

A cárie não pode ser considerada um evento único, uma vez que se dá pela sucessão desequilibrada de eventos envolvendo três fatores principais: a dieta cariogênica, a formação de placa bacteriana no dente e o intervalo entre uma higienização bucal e outra (FERJEKOV, 1997; LIMA, 2007).

A placa bacteriana é um biofilme formado pela interação do dente com os microrganismos existentes na cavidade bucal, e torna-se prejudicial à saúde apenas quando aliada a uma dieta cariogênica. É importante ressaltar que a presença de placa não necessariamente levará ao surgimento de uma lesão, isso porque a formação da placa está diretamente relacionada à dieta de cada indivíduo (LIMA, 2007). Esse autor chama atenção para o fato de se perceber a existência de placas nos homens primitivos, sem que os mesmos apresentassem lesões. Isso por conta do consumo de alimentos naturais que, além de conter elementos que potencializam a remineralização, ajudavam na remoção mecânica das placas.

O principal micro-organismo envolvido na formação da placa é a bactéria *Streptococos mutans*. Este e outros organismos presentes na boca se aderem lentamente à superfície úmida do dente por meio de uma camada de proteína, formando uma película chamada de biofilme (TEIXEIRA *et al.*, 2010). Ao se ingerir carboidratos, principalmente a sacarose, as bactérias que constituem o biofilme metabolizam os açúcares fermentáveis contidos nesses alimentos, transformando-os em ácidos orgânicos como o acético, o fórmico e o lático, sendo este último em maior quantidade (SILVA *et al.*, 2001; LIMA, 2007).

Devido a grande produção de ácidos pelos microrganismos da placa bacteriana, em especial do ácido láctico, a desmineralização acontecerá mais rapidamente que a mineralização provocando, assim, o desequilíbrio do processo de desmineralização-rem mineralização (“des-re”) na cavidade bucal (TEIXEIRA *et al.*, 2010). Vale ressaltar que este processo é normal e a remineralização, processo inverso, também ocorre naturalmente e a “des-re” tende a permanecer em equilíbrio, com os dois procedimentos acontecendo com a mesma rapidez (SILVA *et al.*, 2001).

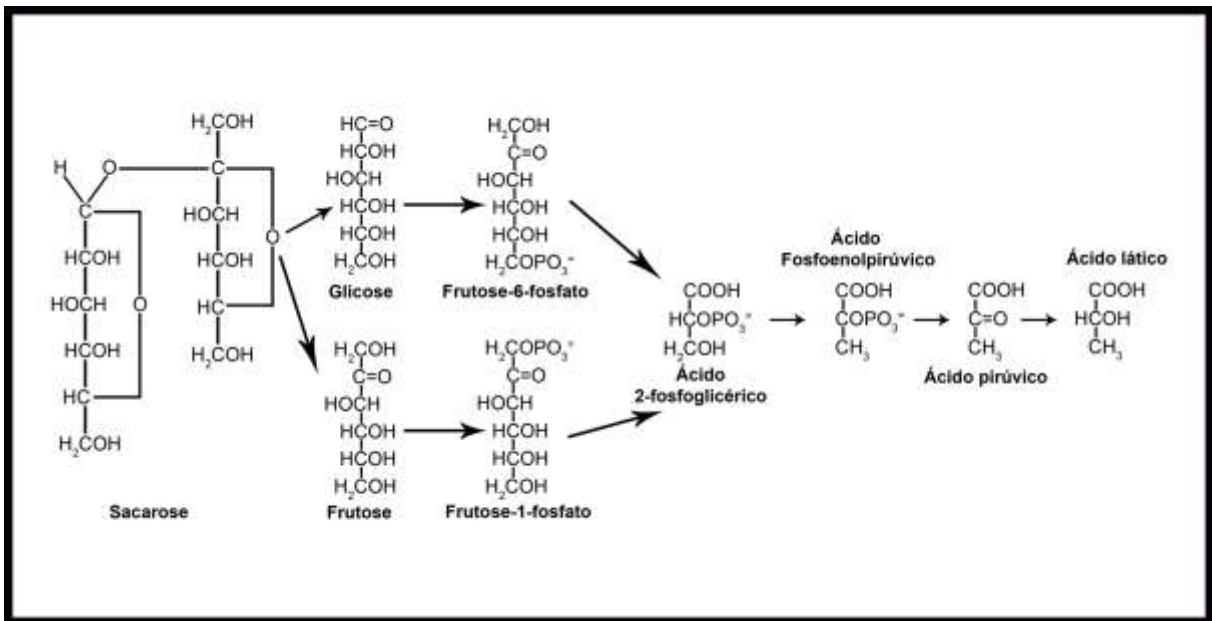
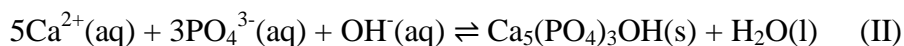
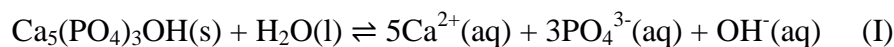


Figura 1.4 – A sacarose é primeiro decomposta em glicose e frutose. Por meio de uma série de reações, esses compostos são convertidos em ácido láctico, que é o ácido mais forte dentre os formados a partir da fermentação de açúcares. (Fonte: SANDERS, 1980)

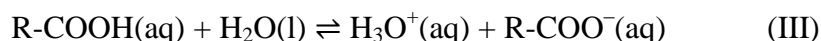
Existem ainda outros fatores que ajudam a manter a “des-re” em equilíbrio. Um deles é a saliva que age como protetor natural do esmalte e da dentina, pois possui em sua composição cálcio e fosfato, principais minerais que compõem a estrutura dos dentes (HAP). Esses componentes ajudam a manter o processo de “des-re” em equilíbrio, mas só até certo ponto. Sua ação protetora está vinculada à concentração de íons H_3O^+ e, conseqüentemente, ao valor de pH no meio bucal. Como essa concentração varia dependendo do tipo de alimento consumido, a capacidade da saliva de preservar os dentes será limitada (CURY, 2015).

Segundo Silva *et al.* (2001), a hidroxiapatita (HAP), que forma o esmalte do dente, é um material pouco solúvel em água, mas que pode ser desmineralizada naturalmente e em pequena quantidade pelas moléculas de água presentes na saliva, de acordo com a equação I

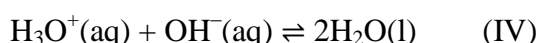
abaixo. É importante lembrar que o processo inverso, de remineralização, também ocorre e a “des-re” permanece em equilíbrio (equação II).



Se a produção de ácidos (R-COOH), pelos microrganismos da placa dental, for muito elevada, a concentração de íons H_3O^+ (aq) aumentará (equação III), podendo o pH da cavidade oral atingir valores abaixo do considerado ideal (SILVA *et al.*, 2001; TEIXEIRA *et al.*, 2010). O ponto crítico do pH em que a saliva deixa de proteger a estrutura mineral do esmalte é de 5,5 e da dentina, por ser mais sensível, é de 6,5, como definido por Cury (2001).



Os íons H_3O^+ formados a partir da ionização dos ácidos (equação III) podem reagir com os íons OH^- (equação I) advindos da desmineralização da HAP, formando água (IV). Os íons OH^- são imprescindíveis no processo de remineralização da hidroxiapatita (II) e a sua neutralização por íons H_3O^+ (IV) faz com que o processo de desmineralização (I) ocorra mais rapidamente que o de remineralização (II), podendo haver perda de material do esmalte do dente de maneira irreversível (SILVA *et al.*, 2001).



A capacidade tampão e a ação remineralizadora da saliva paralisam o processo de desmineralização que ocorre após a ingestão de alimentos cariogênicos, mas somente durante certo tempo, caracterizando uma desmineralização reversível. Contudo, quanto maior for a frequência da dieta cariogênica, maior será o desequilíbrio do processo de desmineralização-remineralização, e menor será o tempo necessário para que a lesão dentária seja observada (LIMA, 2007).

Ainda assim, somente a ingestão frequente de alimentos fermentáveis não é suficiente para que aconteça uma lesão de cárie. Para Lima (2007), há que se falar ainda no controle mecânico periódico da placa bacteriana, isto é, no intervalo de tempo entre uma remoção e outra da placa fixada ao dente por ações de higienização. Este controle permite que a saliva potencialize sua ação remineralizadora, conservando o equilíbrio da “des-re” e tornando indeterminada a quantidade de tempo necessária para que surja uma lesão de cárie. Portanto,

quanto menor o intervalo de tempo entre um processo de higienização bucal e outro, menor será o desequilíbrio da “des-re”, conseqüentemente, torna-se indeterminado o tempo para que ocorra uma lesão (LIMA, 2007).

Nesse sentido, o controle e a prevenção da cárie dentária são fundamentais para que a saúde bucal seja mantida. Para ajudar na manutenção da higienização bucal, o íon fluoreto (F⁻) se torna um importante aliado, pois interfere no desenvolvimento da cárie e reduz sua progressão. Uma das conseqüências de sua aplicação é observada na saliva. O valor de seu pH crítico muda quando exposta aos íons fluoreto, fazendo com que o esmalte e a dentina resistam à desmineralização em meio ainda mais ácido do que o mencionado anteriormente, passando os valores do novo pH crítico a ser de 4,5 para o esmalte e 5,5 para a dentina (CURY, 2001). Portanto, pode-se lançar mão de vários produtos fluorados que atuam na prevenção e controle da cárie, podendo ser eles tópicos, de uso local na própria via oral, ou sistêmicos, havendo a necessidade de ingestão.

1.5 FORMAS DE PREVENÇÃO DA CÁRIE

A prevenção tópica pode ser feita por profissionais ou pelo próprio paciente e os recursos manipulados por cada um variam de acordo com a competência necessária para utilizá-los (CURY, 2015). O paciente pode valer-se de dentifrícios, enxaguatórios bucais e fio dental fluoretados, por exemplo. Já o profissional pode fazer o uso de produtos de aplicação tópica de substâncias contendo íons fluoreto, pensado para pacientes que não fazem uso regular de medidas preventivas e de controle da cárie. Este método consiste na aplicação, pelo profissional, de F⁻ em alta concentração para compensar a falta de manutenção bucal e é aplicado de acordo com a situação clínica do paciente.

A prevenção sistêmica, aquela em que há a necessidade de ingestão de íons fluoreto para a prevenção e combate da cárie, já é feita através da fluoretação da água de abastecimento público, entretanto é uma medida que requer algumas considerações (CURY, 2001).

Cury e Tenuta (2010) salientam que, independente do meio utilizado, o mecanismo de ação do íon fluoreto sempre será o mesmo tanto na aplicação tópica quanto na sistêmica, pois ambos possuem proposta similar, fornecer fluoretos para o meio bucal. É essencial associar os

íons fluoreto a higienização bucal para que a prevenção e controle da cárie dentária atinjam eficácia máxima.

Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos, ABIHPEC (2010), o creme dental (dentifrício) é o produto mais consumido para se fazer a limpeza dos dentes, com 60% do volume de vendas, seguido pela escova de dente (25%), enxaguante bucal (10%) e fio dental (5%).

O dentifrício é um creme dental, que pode ser em pasta ou gel, e com o auxílio da escova de dentes, remove a placa bacteriana e restos de alimentos instalados nas superfícies acessíveis dos dentes. A composição dos dentifrícios pode variar de uma marca para outra, mas, mesmo que pareçam diferentes, todas têm os mesmos ingredientes essenciais para a manutenção da higiene bucal (CORREA, 2013).

Basicamente, um dentifrício é composto por substâncias que exercem função de abrasivo, solvente, umectante, espumante, aglutinante, corante, edulcorante e agente terapêutico. Além dessas, outras substâncias opcionais podem ser adicionadas como os flavorizantes, os aromatizantes, os conservantes e os espessantes (SILVA *et al.*, 2001). Cada substância possui uma função específica para que o dentifrício possa funcionar de forma eficaz na higienização dos dentes. Na tabela 1.5.1, podemos ver a composição básica dos dentifrícios e também sua respectiva porcentagem em massa.

Tabela 1.5.1 - Função e porcentagem em massa dos componentes básicos do dentifrício.

Componente	Função	(%)
Abrasivo	Limpar e polir os dentes	20 ~ 50
Solvente (água)	Dissolver algumas substâncias e promover fluidez	15 ~ 25
Umectante	Fornecer umidade e consistência ao dentifrício	20 ~ 35
Espumante	Formar espuma para permitir fácil acesso a fissuras	1 ~ 2
Aglutinante	Unir as substâncias do dentifrício	1 ~ 3
Corante	Fornecer cor ao dentifrício	1 ~ 2
Edulcorante	Fornecer sabor adocicado ao dentifrício	1 ~ 2
Agente terapêutico	Terapêutica	0 ~ 1

Adaptado de: Silva *et al.* (2001).

Os abrasivos são usados sob a forma de pó insolúvel em água. É o composto mais abundante e importante dos dentífricos, pois é ele que realiza a limpeza adequada dos dentes e o polimento do esmalte, removendo placas e manchas sem desgastar a estrutura dental. Enquanto as cerdas da escova fazem a remoção de materiais maiores, os abrasivos são responsáveis pela remoção de pequenos materiais aderidos na superfície do dente. O poder de ação do abrasivo depende do tamanho de seu grão: quanto mais fino, maior sua ação polidora e quanto mais grosso, maior sua capacidade de remoção de material. Portanto, é fundamento que esse grão possua um tamanho que seja suficiente para limpar e polir os dentes sem que haja o desgaste de sua estrutura (SILVA *et al.*, 2001; PLANINSIC, 2006).

Os abrasivos mais comuns são monoidrogenofosfato de cálcio (CaHPO_4), carbonato de cálcio (CaCO_3), pirofosfato de cálcio ($\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$), dióxido de silício (SiO_2), óxido de magnésio (MgO), metafosfato de sódio (NaPO_3) e óxido de alumínio (Al_2O_3). Cada um desses abrasivos vai proporcionar diferentes graus de polimento do esmalte do dente. Além disso, um único dentífrico pode conter um ou mais tipos de abrasivos (SILVA *et al.*, 2001).

O solvente utilizado é a água. Ela solubiliza algumas substâncias que formam o creme dental como o corante e os fluoretos além de ser responsável por manter o dentífrico fluido, proporcionando a consistência desejada (SILVA *et al.*, 2001).

O umectante impede a secagem do produto, mas somente se este for devidamente lacrado. Caso o usuário deixe o tubo aberto por longos períodos de tempo, o creme dental começará a ficar duro, dificultando seu manuseio. Tal como a água (solvente), o umectante também melhora a consistência do dentífrico, melhorando ainda seu aspecto geral (SILVA *et al.*, 2001).

O espumante é um detergente que atua como um agente tensoativo, isto é, diminui a tensão superficial do creme dental e permite que a espuma formada, devido a presença do espumante, penetre em fissuras e locais de difícil acesso à escova de dente. O espumante mais comum empregado em pastas é o lauril sulfato de sódio (LSS) - $\text{H}_3\text{C}[\text{CH}_2]_{10}\text{CH}_2\text{OSO}_3\text{Na}$. Ademais, a espuma mantém o creme dental na via oral, prevenindo que ele saia enquanto acontece a escovação (SILVA *et al.*, 2001; PLANINSIC, 2006).

O aglutinante tem a função de impedir que os componentes líquidos e sólidos se separem, fazendo com que ele também auxilie na manutenção da consistência do creme dental. Antigamente, eram utilizadas gomas naturais como aglutinante, contudo foram

completamente substituídas por materiais sintéticos, como a carboximetilcelulose (SILVA *et al.*, 2001).

O corante, por sua vez, define a coloração do creme dental. Dentre as diversas substâncias usadas, a clorofila é uma delas, sendo responsável pela coloração verde observada em alguns dentifrícios (TREVISAN, 2012).

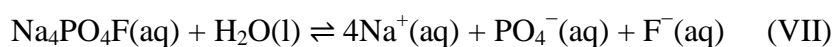
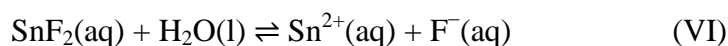
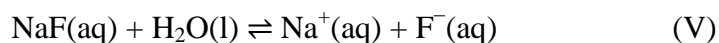
O edulcorante confere aos dentifrícios sabor adocicado. A sacarose, assim como outros carboidratos, não pode ser utilizada, pois influenciam no desenvolvimento da cárie dentária. As substâncias mais comumente usadas como edulcorantes são a sacarina (C₇H₅NO₃S) e o sorbitol (C₆H₈(OH)₆) (SILVA *et al.*, 2001).

Já os flavorizantes, substâncias opcionais, são óleos saborizados que promovem um efeito refrescante no meio bucal. Os sabores mais comuns são o de menta e hortelã, contudo vários outros podem ser encontrados como canela e tutti frutti, para crianças. Apesar de ser menos comum, existem ainda os dentifrícios que não possuem sabor (SILVA *et al.*, 2001).

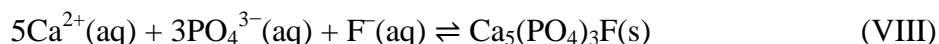
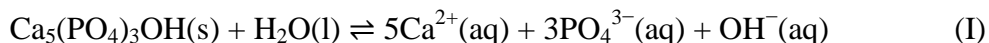
Os agentes terapêuticos possuem funções específicas no creme dental, podendo ser bactericidas, como o formol e o triclosan, e antiácidos como o bicarbonato de sódio (NaHCO₃). Existem ainda substâncias que ajudam na sensibilidade e no clareamento dos dentes, como o nitrato de potássio (KNO₃), o citrato de sódio (C₆H₅O₇Na₃) ou o cloreto de estrôncio (SrCl₂) (SILVA *et al.*, 2001).

O elemento de interesse deste trabalho, o íon fluoreto (F⁻), é considerado o mais importante dentre os agentes terapêuticos. Os compostos fluorados mais usados para essa finalidade são: o fluoreto de sódio (NaF), o fluoreto de estanho II (SnF₂) e o monofluorofosfato de sódio (Na₄PO₄F) ou MFP como representado nas embalagens (SILVA *et al.*, 2001). A concentração de fluoreto dessas substâncias vem especificada nos produtos em ppm (partes por milhão).

Ao entrar em contato com a água presente na saliva, esses compostos fluorados se dissolvem e se dissociam em seus respectivos íons:



Os íons fluoreto presentes na saliva interferem no equilíbrio do processo de desmineralização-rem mineralização (I), e, quando em contato com os íons derivados da hidroxiapatita presentes no meio salivar, formam uma nova substância, a fluorapatita (VIII).



Por ser um mineral menos solúvel que a hidroxiapatita (HAP), a fluorapatita (FA) possui mais facilidade de precipitação no meio bucal. Quando há a presença de fluoretos na saliva, meio que contém os íons minerais cálcio e fosfato, a FA é precipitada no esmalte do dente (VIII). Ela ajuda a reduzir parcialmente a perda mineral que acontece devido ao processo de desmineralização, visto que uma parte dos minerais perdidos é repostada outra vez na estrutura dental por meio de remineralização de FA (CURY, 2001; TENUTA; CURY, 2010).

Em outras palavras, enquanto acontece a perda de minerais de HAP que estão sendo solubilizados por causa do baixo pH causado pela placa dental, os íons fluoreto presentes na saliva são integrados ao esmalte do dente na forma de cristais de FA por meio da ação remineralizadora da saliva. Porém, é importante frisar que isso só irá ocorrer se houver a disponibilidade de fluoretos no meio bucal, do contrário, o dente continuará a ter sua estrutura danificada (TENUTA; CURY, 2010).

1.6 FLUORETOS: MOCINHOS OU BANDIDOS?

Durante muito tempo, acreditou-se que se os dentes fossem enriquecidos com grandes quantidades de FA ficariam mais resistentes a lesões porque seriam menos solúveis no meio bucal, o que acabou justificando o uso sistêmico de soluções fluoretadas no combate à carie. Contudo, ao contrário do que se pensava, não ocorre a completa substituição de HAP por FA no esmalte dental, uma vez que a incorporação de íons fluoreto no dente só representa 10% de sua estrutura mineral. Portanto, é correto afirmar que essa nova estrutura mineral é formada de apatita fluoretada (AF) e não completamente de FA como se presumia antes (CURY, 2001).

Desta forma, a menor solubilidade da FA não irá influenciar substancialmente na solubilidade do dente enriquecido com ela, não sendo mais válida a crença de que incorporar fluoretos no dente em formação (efeito sistêmico) seria suficiente para combater a cárie. O que será realmente eficaz é a disponibilidade de íons fluoreto na cavidade bucal para, se necessário, serem incorporados à estrutura mineral do dente (TENUTA; CURY, 2010).

Além de essa disponibilidade ser obtida por meio da manutenção da higiene bucal periódica, ela também pode ser adquirida pela ingestão de fluoretos. Uma vez consumido, o íon F^- é absorvido pelo estômago e, então, atinge o sangue que o distribui para todo o organismo. O íon fluoreto é incorporado principalmente nos tecidos mineralizados, como os dentes, e também pode atingir as glândulas salivares, retornando para o meio bucal. Os fluoretos ingeridos que não forem absorvidos pelos tecidos mineralizados serão excretados pela urina (CURY, 2001).

A mais comum e difundida aplicação sistêmica de fluoreto é pela fluoretação da água de abastecimento público. Ela permite o consumo periódico de íons fluoreto tanto ao se beber água quanto pela ingestão de alimentos que tiveram em seu preparo a utilização da água fluoretada. Cury (2001) ressalta que se houver a interrupção ou paralisação da incorporação de íons fluoreto no tratamento da água consumida pela população, a concentração de fluoretos na saliva não será mantida constante. Essa afirmação pode ser comprovada quando se observa que a prevalência de cárie é maior em cidades sem fluoretação quando em comparação com aquelas que possuem água fluoretada (CURY; TENUTA, 2015).

Dentre os países que compõem a América Latina, o Brasil foi um dos primeiros a estabelecer a fluoretação da água como medida de saúde pública (RAMIRES; BUZALAF, 2005). Desde 1974, com a publicação da Lei Federal 6.050, é obrigatória a agregação de íons fluoreto na água de cidades que possuem estação de tratamento de água. A partir de então, a fluoretação das águas de abastecimento público se tornou o meio coletivo mais importante de uso de fluoreto no Brasil (TENUTA; CURY, 2010).

A fluoretação atinge toda população que possui acesso à água tratada das estações de tratamento. É um método eficaz, abrangente e econômico, possuindo a melhor relação custo-benefício dentre todos os métodos coletivos de prevenção contra a cárie, o que faz da fluoretação o principal meio coletivo de prevenção de cárie no Brasil (BARROS; TOMITA, 2010; MOURA *et al.*, 2005). Segundo Ripa (1993 apud MOURA *et al.*, 2005), a fluoretação só será eficiente se a concentração de fluoretos na água for mantida constante e sem

interrupções. O monitoramento dessa concentração deve ser feito pelas próprias empresas de saneamento, responsáveis pelo controle operacional. Todavia, esse controle interno não é suficiente e essas empresas devem ser supervisionadas por instituições públicas ou entidades privadas para garantir que estão mantendo a concentração de F^- na faixa ideal de consumo (MOURA *et al.*, 2005).

De acordo com a Fundação Nacional de Saúde (BRASIL, 2012), a concentração limite recomendada de íons fluoreto nas águas de abastecimento público irá variar segundo a média das temperaturas máximas diárias do ar de cada região. Por exemplo, em locais de altas temperaturas, a concentração de fluoretos será menor enquanto que em locais de baixas temperaturas, essa concentração será maior. Isso se deve ao maior consumo de água em regiões mais quentes e a um menor consumo nas regiões mais frias. Levando isso em consideração, locais de baixas temperaturas não poderão ultrapassar o valor máximo permitido de concentração de fluoretos na água que é de 1,5 mg/L, segundo o estabelecido na Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde de 2011 (BRASIL, 2012).

A partir da segunda metade do século XX, a fluoretação, já consolidada, passou por um processo de expansão principalmente nos Estados Unidos e Brasil. Acompanhando este processo, começaram a surgir diversos produtos fluorados, fazendo com que a população tivesse uma exposição ainda maior aos fluoretos. Isso acarretou em uma diminuição da diferença dos índices de cáries de cidades com e sem fluoretação, uma vez que a fluoretação da água teve seu poder preventivo inicial reduzido, pois ela deixou de ser a única medida preventiva contra a cárie dental (KALAMATIANOS, NARVAI, 2006; CURY, 2001).

A alta exposição aos fluoretos causou grande impacto na redução das cáries, porém, paralelamente, ocasionou um aumento na prevalência de fluorose dental. A fluorose é caracterizada por manchas opacas e simétricas dispostas geralmente no formato de linhas horizontais difusas pelo esmalte, sendo brancas em casos mais leves podendo chegar a uma coloração acastanhada escura e, em casos avançados, até aparecer buracos no esmalte (CURY, 2001; KALAMATIANOS; NARVAI, 2006; CORDEIRO *et al.*, 2007; BUZALAF, 2001). Cury (2001) destaca que existem manchas que não são causadas pelo excesso de fluoretos. As manchas não-fluoróticas possuem formas arredondadas e localizadas, podendo aparecer devido a traumas sofridos pelos dentes decíduos (“de leite”) durante o período de formação dos dentes (CURY, 2001).

A fluorose dentária é uma alteração no esmalte do dente causada pela ingestão sucessiva de elevadas concentrações de íons fluoreto durante o período de formação dos dentes, resultando em um esmalte com elevada porosidade e pobre em constituição mineral (ABANTO *et al.*, 2009; BOSQUIROLI *et al.*, 2006). Quando o F^- é ingerido, ele circula pelo sangue e se aloja na matriz do esmalte, fazendo com que a quantidade de proteína disponível na sua constituição seja maior do que o necessário, o que faz aumentar sua porosidade e podendo desenvolver a fluorose (CURY, 2001). Crianças com faixa etária entre 1 e 4 anos de idade compõem o período crítico de risco em termos de ingestão de F^- , pois nesse intervalo de tempo está acontecendo a mineralização do esmalte. A partir dos 8 anos de idade, a criança não possui mais risco de apresentar fluorose, visto que a formação de seu esmalte estará completa (CURY, 2001; ABANTO *et al.*, 2009).

A maior preocupação relacionada com a fluorose está na mudança estética do dente permanente. O nível de severidade dos defeitos de formação do esmalte depende diretamente da quantidade de F^- ingerida pelo indivíduo. Para que o controle da cárie dental seja satisfatório, o limite máximo de ingestão de F^- por crianças é de 0,05 a 0,07 mg F^- /dia/kg de peso corporal. Este valor garante que a fluorose dental não atinja grau que comprometa a estética dental. Porém, se o consumo de fluoretos estiver acima do nível considerado seguro e for contínuo, o risco de desenvolver fluorose será certo (ABANTO *et al.*, 2009; CURY, 2001).

É importante ressaltar que existem fatores que contribuem para o aumento do risco de desenvolvimento da fluorose. Em regiões que possuem climas mais quentes, o consumo de água é maior, o que aumenta a exposição do indivíduo aos fluoretos. Outro fator é a ingestão de F^- em jejum, pois eles são 100% absorvidos pelo estômago, podendo essa porcentagem variar conforme o tipo e a quantidade de alimento consumido. A altitude também influencia na formação da fluorose. Estudos indicam que, nas regiões de maior altitude, crianças apresentam maior prevalência de fluorose quando em comparação com aquelas que consomem a mesma quantidade de F^- pela água, mas que vivem em regiões de menor altitude, porém não se sabe o porquê isso acontece (CURY, 2001). Além disso, o baixo peso corporal (desnutrição) e os distúrbios metabólicos também contribuem para o agravamento da alteração dental (CURY, 2001; BARROS; TOMITA, 2010).

Os produtos fluorados, principalmente das águas de abastecimento público e dentifrícios, são utilizados no mundo todo para controle e prevenção da cárie dentária, porém

observa-se que seu consumo causa um aumento no número de casos de crianças com fluorose dental. Mesmo que a alteração seja leve e não cause insatisfação para o indivíduo, ela tem despertado preocupações entre especialistas e suscitado questionamentos éticos (KALAMATIANOS; NARVAI, 2006).

1.7 A CONTROVÉRSIA DO USO DE PRODUTOS FLUORETADOS NAS ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO

A ética da saúde, fortemente consolidada no âmbito dos direitos humanos, se preocupa com temas relacionados com a qualidade de vida e a manutenção da saúde das pessoas. Isso resulta em deveres e obrigações individuais e institucionais para com a preservação da dignidade humana (FORTES; ZOBOLI, 2008). Com o intuito de proteger a coletividade, as ações de saúde pública muitas vezes restringem direitos individuais e liberdades. Um exemplo dessas ações é a fluoretação das águas de abastecimento público para consumo humano (FERREIRA *et al.*, 2014).

As ações de saúde pública são resultados de decisões políticas e têm por objetivo responder às necessidades sanitárias coletivas. Por visar à proteção da sociedade, essas ações se sobrepõem à autonomia individual e se tornam obrigatórias, justificando o uso do poder de disciplina e de autoridade do Estado na sua execução. Apesar disso, potenciais danos e riscos advindos dessas ações, também devem ser levados em consideração, o que leva os tomadores de decisões políticas frequentemente a se encontrarem em situações dilemáticas e conflituosas (KALAMATIANOS; NARVAI, 2006).

Observa-se que, na área da saúde, as decisões adotadas pelos formuladores de políticas públicas costuma seguir o pensamento de que é preciso “obter o maior bem-estar para o maior número de pessoas possível”. No entanto, esse raciocínio não vem sendo mais sustentado pela população e profissionais de saúde (KALAMATIANOS; NARVAI, 2006).

Ainda que os responsáveis pelas políticas públicas sejam auxiliados por estudos na área da saúde coletiva e que as intervenções sejam amparadas por leis e comprovadamente eficazes, as decisões políticas serão sempre alvo de questionamentos éticos. Isso porque, essas decisões “atendem” as necessidades sanitárias de pelo menos da parte da população (KALAMATIANOS; NARVAI, 2006).

Segundo esses autores, vários pesquisadores defendem ainda que o emprego das tecnologias em saúde deve avaliar as características socioculturais, os fatores econômicos e aspectos biológicos que afetam os grupos sociais assistidos, bem como os possíveis conflitos morais, como injustiças e restrições às liberdades individuais e, os sociais oriundos de sua aplicação. Além disso, outro aspecto que também deve ser considerado nas análises éticas das intervenções sanitárias é a universalidade de acesso a essas tecnologias.

Nos questionamentos envolvendo o uso de fluoretos, o debate é, na maioria das vezes, limitado à fluoretação das águas de abastecimento público. Como concentrações inadequadas de fluoretos nas águas possuem implicações éticas, é essencial conhecer o teor de íons fluoreto presente na água fornecida ou autorizada para o consumo humano, não devendo ser ela deficitária em fluoretos ou contê-los em excesso (FERREIRA *et al.*, 2014). Kalamatianos e Narvai (2006) salientam que os produtos fluorados, tais como os dentifrícios e os enxaguatórios bucais, não são questionados com a mesma frequência que a fluoretação da água de abastecimento, porque eles possuem a alternativa de não serem consumidos.

Pessoas contrárias à adição de fluoretos nas águas públicas se utilizam de variados argumentos, como a associação entre o uso de íons fluoreto e fluorose dentária, o desenvolvimento de câncer, osteoporose e fratura óssea. Figuram também como argumentos a violação do direito à livre escolha e a restrição da liberdade individual (FERREIRA *et al.*, 2014). Além disso, Cross e Carton (2003) consideram que água fluoretada é um meio de medicação em massa e que isso infringe o direito das pessoas de não serem submetidas a intervenções médicas sem prévio consentimento, como estabelecido no Código de Nuremberg.

A respeito da fluoretação das águas de abastecimento, a questão dilemática enfrentada pelos tomadores de decisões é: adicionar fluoretos às águas para auxiliar no controle e prevenção da cárie ou não fazê-lo para auxiliar na prevenção da fluorose? O que fazer diante desse questionamento? Para Jones *et al.* (2005), apesar dos argumentos opositores, vários estudos comprovam a eficácia e segurança da fluoretação da água para a manutenção da saúde dos indivíduos. Já para Cohen e Locker (2001) mesmo que a fluoretação fosse aceita universalmente como benéfica e inquestionável cientificamente, restaria ainda um questionamento moral quanto ao seu emprego.

Kalamatianos e Narvai (2006) concluíram que nunca haverá uma solução para este questionamento no plano ético, cabendo, portanto, à esfera política a tomada de decisões no

que tange a fluoretação das águas de abastecimento público. Assim, esta tecnologia de saúde pública, sempre atenderá a certos interesses e irá contrariar outros. Os formuladores de políticas públicas devem buscar um equilíbrio entre os riscos e benefícios oriundos dessa intervenção sanitária, a fim de se minimizar possíveis efeitos colaterais e maximizar seu efeito protetivo.

Atualmente, o uso de fluoretos nas águas públicas é eticamente aceitável, pois é um procedimento de baixo custo, atinge grupos de diferentes situações socioeconômicas e reduz a prevalência dos casos de cárie dentária, considerada um problema de saúde pública. Kalamatianos e Narvai (2006) ainda recomendam a adoção de medidas de monitoramento de problemas relacionados à saúde dos indivíduos e de ações de proteção e promoção da saúde; a fiscalização e o controle dos produtos fluorados; o desenvolvimento de novas pesquisas; a constante atualização da legislação e a educação da população sobre os benefícios dessa intervenção bem como dos seus possíveis riscos.

Os aspectos levantados nesse item podem ser utilizados em salas de aulas de Ciências na perspectiva de fomentar o pensamento crítico dos alunos com relação à fluoretação das águas de consumo. Essa temática pode suscitar uma análise crítica do professor e seus alunos sobre o uso do conhecimento científico produzido e nos permite contextualizar e também tratar de forma interdisciplinar o conhecimento estabelecido pelas Ciências. Assim, pode ser considerado um assunto significativo para os estudantes, por fazer parte de suas vidas.

CAPÍTULO 2

PROPOSTA DIDÁTICA

Com base nos assuntos abordados no capítulo anterior, uma proposta de aula prática foi elaborada, inserindo como temática a fluoretação das águas naturais potáveis de mesa. O experimento envolve a verificação da reposição da massa perdida das cascas de ovo quando expostas a soluções contendo fluoretos.

Esta proposta serve como base para discussões no âmbito da interface CTSA bem como a abordagem de variados conceitos químicos. Dentre os possíveis temas estão: fluoretação da água de abastecimento público; cárie dentária; formas de prevenção da cárie dentária; fluorose dental; questões éticas envolvendo a fluoretação de água pública; reações químicas; equilíbrio químico; balanceamento de equações químicas.

A proposta desse experimento é que a aula seja iniciada com uma situação-problema prosseguida da observação macroscópica, sua respectiva explicação submicroscópica, representações e temas que podem ser discutidos levando em consideração a interface CTSA, como proposto por Silva, Machado e Tunes (2010),

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O experimento proposto neste trabalho foi desenvolvido com o propósito de ser possível iniciar diversas discussões, tais como: os fenômenos que evidenciam uma reação química, o uso de fluoretos no nosso cotidiano, a fluorose dental como consequência do consumo em excesso de fontes fluoradas, os questionamentos éticos levantados quanto ao emprego de íons fluoreto nas águas de abastecimento público. Se o professor conhecer as vivências e características de seus alunos bem como os conceitos que pretende focar, será mais fácil orientar as discussões em salas de aula e fazer as adaptações necessárias para cada contexto escolar.

REFERÊNCIAS

- ABANTO, J. A. et al. Dental fluorosis: Exposure, prevention and management. **J. Clin. Exp. Dent.**, v. 1 n. 1, p. 14-18, sep. 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE HIGIENE PESSOAL, PERFUMARIA E COSMÉTICOS - ABIHPEC. **I Caderno de tendências 2009/2010**. São Paulo, SP, 2010.
- BARRO, B. S. A.; TOMITA, N. E. Aspectos epidemiológicos da fluorose dentária no Brasil: pesquisas no período 1993-2006. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, RJ, v. 15, n. 1, p. 289-300, jan. 2010.
- BOSQUIROLI, V.; UEDA, J. K.; BASEGGIO, W. Fluorose dentária: tratamento pela técnica da microabrasão associada ao clareamento dental. **UFES Rev. Odontol.**, Vitória, ES, v.8, n.1, p. 60-65, jan./abr. 2006.
- BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de fluoretação da água para consumo humano** - Brasília: Funasa, p. 72, 2012.
- BUZALAF, M. A. R.; CURY, J. A.; WHITFORD, G. M. Fluoride exposures and dental fluorosis: a literature review. **Rev. FOB.**, v. 9, n 1-2, p. 1-10, jan./jun. 2001.
- COHEN, H.; LOCKER, D. The science and ethics of water fluoridation. **J. Can. Dent. Assoc.**, v. 67, n. 10, p. 578-80, 2001.
- CORDEIRO, M. C. R. et al. O creme dental fluorado, a escova dental e a idade da criança como fatores de risco da fluorose dentária. **Revista do Instituto de Ciências da Saúde**, v. 25, n. 1, p. 29-38, 2007.
- CORREA, G. C. **Pasta de dentes e saúde bucal**, Campinas: UNICAMP, 2013.
- COSTA, S. M. et al. Desigualdades na distribuição da cárie dentária no Brasil: uma abordagem bioética. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 18, n. 2, p. 461-470, 2013.
- CROSS, D. W.; CARTON, R. J. Fluoridation: a violation of medical ethics and human rights. **Int. J. Occup. Environment**, v. 9, n. 1, p. 24-29, 2003.
- CURY, J. A. Uso do flúor e controle da cárie como doença. In: Baratieri, L. N. et al. **Odontologia Restauradora: fundamentos e possibilidades**. São Paulo: Ed. Santos, 2001, cap. 2, p.31-68.

CURY, J. A.; TENUTA, L. M. A. Evidências para o uso de fluoretos em Odontologia. **Odontologia Baseada em Evidências**, São Paulo, v. 2, n. 4, p. 1-18, jan. 2010.

FEJERSKOV, O. Concepts of dental caries and their consequences for understanding the disease. **Community Dentistry and Oral Epidemiology**, v. 25, n. 1, p. 5-12, feb. 1997.

FERREIRA, R. G. L. A. et al. Aspectos éticos e o uso de produtos fluorados na visão de lideranças de saúde. **Physis - Revista De Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, RJ, v. 24, n. 2, p. 491-505, 2014.

FOUSP, **Saúde Bucal Coletiva** - adaptado e atualizado por FRIAS, A.C.; JUNQUEIRA, S.R., Faculdade de Odontologia da USP, São Paulo, 2008.

JONES, S.; BURT, B. A.; PETERSEN, P. E. The effective use of fluorides in public health. **Bull World Health Organ**, Geneva, v. 83, n. 9, p. 670-676, 2005.

JUNIOR, R. P. As atividades PRÁTICO-EXPERIMENTAIS em CIÊNCIAS. **Rev. Presença Pedagógica**, v. 4, n. 24, nov./dez. 1998.

KALAMATIANNOS, P. A.; NARVAI, P. C. Aspectos éticos do uso de produtos fluorados no Brasil: uma visão dos formuladores de políticas públicas de saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, RJ, v. 11, n. 1, p. 63-69, 2006.

LIMA, J. O. Cárie dentária: um novo conceito. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**. Maringá, PR, v. 12, n. 6, p. 119-130, nov./dez. 2007.

LIN, Y. S. **Bio-inspired Tailored Hydroxyapatite-based Powder Composites for Dental Applications**, San Diego: University of California, San Diego & San Diego State of University, 2012.

LOW, I. M.; DURAMAN, N.; MAHMOOD, U. Mapping the structure, composition and mechanical properties of human teeth. **Materials Science and Engineering: C**, v. 28, n. 2, p. 243-247, mar. 2008.

MOURA, M. S. et al. Avaliação longitudinal da fluoretação da água de abastecimento público de teresina-piauí. **Revista Odonto Ciência - Fac. Odonto/PUCRS**, v. 20, n. 48, abr./jun. 2005.

PLANINSIC, G. Explore your toothpaste. **Physics Education**, v. 41, n. 4, p. 311-316, 2006.

RAMIRES, I.; BUZALAF, M. A. R. **Manual: Flúor e Fluoretação da Água de Abastecimento Público**. Bauru, SP, 2005.

ROSS, M. H.; PAWLINA, W. **Histologia**: texto e atlas: em correlação com biologia celular e molecular. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

SANDERS, H. J. Tooth decay. **Chemical & Engineering**, v. 58, n. 8, p. 30-42, 1980.

SESC. DN. DPD. **Manual técnico de educação em saúde bucal** / Claudia Márcia Santos Barros, coordenador. - Rio de Janeiro: SESC, Departamento Nacional, 2007.

SILVA, A. O.; MAGON, J. V. T.; ASSAD, R. A. **Fundamentos anatômicos para escultura dental**. 1.ed. Ponta Grossa: Cescage, 2005.

SILVA, L. H. A.; ZANON, L. B. A experimentação no ensino de Ciências. In: SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**. Piracicaba: Capes/ UNIMEP, cap. 6, p.120-153, 2000.

SILVA, R. R. et al. A química e a conservação dos dentes. **Química Nova na Escola**, n. 13, p. 3-8, 2001.

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

TREVISAN, M. C. **Saúde bucal como temática para um ensino de química contextualizado**. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2012.

WHO, **Constituição da Organização Mundial da Saúde**, Nova Iorque, 1946.

WHO, **The World Oral Health Report 2003**, Geneva: World Health Organization, 2003.

APÊNDICE

PROPOSTA DE PLANO DE AULA PRÁTICA

PLANO DE AULA PRÁTICA COM A TEMÁTICA DA FLUORAÇÃO DAS ÁGUAS NATURAIS POTÁVEIS DE MESA

1. Tema

Águas de abastecimento

2. Sub tema

Fluoração das águas naturais potáveis de mesa

3. Conceitos que o professor por focar

Reação química; equilíbrio químico; balanceamento de equações químicas; fluoretação da água; fluorose dental; cárie dentária.

4. Título

Qual a função dos íons fluoreto na prevenção de cáries dentárias?

5. Materiais

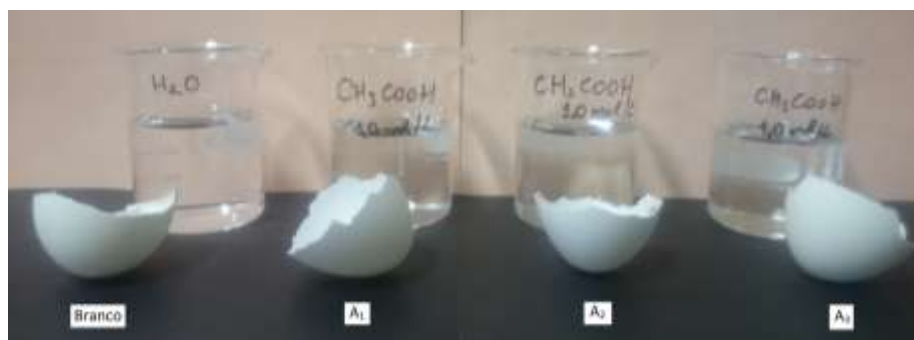
- 100 mL de solução 0.25 mol/L de fluoreto de sódio (0.25 M NaF)
- 100 mL de solução 0.5 mol/L de fluoreto de sódio (0.5 M NaF)
- 100 mL de solução 1.0 mol/L de fluoreto de sódio (1.0 M NaF)
- 200 mL de solução 1.0 mol/L de ácido acético (1.0 M CH₃COOH)
- Cascas de ovo
- Balança
- Pratos de pesagem
- Recipientes de vidro (béqueres ou copos)
- Pinças
- Toalhas de papel
- Secador de cabelo

6. Procedimentos

Antes de começar, é importante ressaltar que as cascas de ovo devem ter tamanho semelhante, em função da área superficial disponível. Ademais, as soluções utilizadas devem ser preparadas com antecedência.

As cascas de ovo podem conter impurezas. Para que elas não interfiram no resultado do experimento, os materiais devem ser lavados cuidadosamente com água destilada. Ao finalizar, as cascas devem ser enxugadas com o papel toalha. Para ajudar na secagem, utilizou-se um secador de cabelo. Após totalmente secas, devem ser pesadas até que cada casca apresente massa constante. Esse cuidado garantirá que os materiais não estarão úmidos e resquícios de água influenciem na pesagem.

Depois desse procedimento as cascas foram identificadas (A_1 , A_2 , A_3 e Branco) e pesadas com o auxílio da balança. A massa de cada amostra deve ser anotada (m_1). Após a pesagem, as cascas A_1 , A_2 e A_3 foram mergulhadas por completo em solução de ácido acético de concentração 1 mol/L. A quarta casca, que é o Branco, foi mergulhada em água destilada.



Após 30 minutos, as cascas foram retiradas da solução com o auxílio de uma pinça, lavadas com água destilada e secas com papel toalha. Em seguida, utilizou-se um secador de cabelo para as cascas secarem por completo. As amostras foram pesadas individualmente até que cada massa (m_1) ficasse constante.

Em seguida, a amostra A_1 foi mergulhada em solução de fluoreto de sódio (NaF) de concentração 0,25 mol/L, a amostra A_2 foi mergulhada em solução de NaF de concentração 0,5 mol/L e a amostra A_3 foi mergulhada em solução de NaF de concentração 1,0 mol/L. Essas amostras ficaram em solução por 30 minutos.



As cascas, então, foram retiradas das soluções com o auxílio de uma pinça, lavadas com água destilada e enxugadas com papel toalha. Em seguida, utilizou-se um secador de cabelo para deixar as cascas completamente secas. As amostras foram pesadas até que cada massa (m_2) ficasse constante.

7. Observação macroscópica

As massas obtidas em cada pesagem podem ser conferidas nas tabelas a seguir.

Tabela 1: Massa inicial das amostras.

-	Branco	A ₁	A ₂	A ₃
m_1	2,49 g	2,45 g	2,44 g	2,48 g

Tabela 2: Massa das amostras após mergulho em solução de ácido acético.

-	Branco	A ₁	A ₂	A ₃
m_2	2,48 g	2,15 g	2,16 g	2,10 g

Tabela 3: Massa das amostras após mergulho em solução de NaF.

-	A ₁	A ₂	A ₃
m_3	2,05 g	2,21 g	2,24 g

As amostras que foram embebidas na solução de ácido acético apresentaram formação de bolhas (imagem abaixo) e tiveram perda de massa (m_2) em relação ao seu valor inicial (m_1).



As amostras A_2 e A_3 mergulhadas nas soluções de diferentes concentrações de fluoreto de sódio ganharam massa (m_3) quando comparadas com as amostras que foram mergulhadas na solução de ácido acético (m_2). Entretanto, observou-se que a amostra A_1 obteve perda de massa invés de ganho. Isso pode ter acontecido porque sua casca ficou muito quebradiça depois de ser mergulhada na solução de ácido acético e após ser seca com o secador. É possível que a amostra tenha perdido partes de sua estrutura no processo de secagem.

8. Interpretação submicroscópica

Esse experimento tem como objetivo verificar o que acontece com o dente humano quando exposto a fluoretos. Portanto, foram escolhidos materiais que tivessem substâncias semelhantes às aquelas encontradas no esmalte do dente.

A casca de ovo tem como principal componente carbonato de cálcio (CaCO_3), tendo como cátion o cálcio que também faz parte da composição dos dentes. O esmalte do dente é formado em sua maioria por hidroxiapatita (HAP), $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, um complexo mineral de íons cálcio e fosfato, e por pequenas quantidades de outros compostos (3% do total). Já as cascas/pedras utilizadas nesse experimento são materiais formados predominantemente por carbonato de cálcio.

Ao entrar em contato com o meio ácido, o carbonato de cálcio é dissociado em íons Ca^{2+} e CO_3^{2-} pelas moléculas de água presentes na solução. Posteriormente, os íons CO_3^{2-} reagem com os íons H^+ da molécula de água, produzindo ácido carbônico (H_2CO_3) como produto intermediário para depois formar gás carbônico (CO_2) e água. Neste momento, a amostra passa por um processo de desmineralização de seu complexo mineral.

Sabe-se que esta última reação realmente ocorreu, pois é possível observar a formação de bolhas de gás carbônico na superfície da casca do ovo o que evidencia a decomposição de sua estrutura. Essa decomposição é verificada quando a amostra é pesada e constata-se que realmente houve a perda de massa após mergulho em solução de ácido acético.

Este processo é análogo ao que acontece com o dente no meio bucal. Quando ingerimos alimentos fermentáveis, as bactérias presentes na boca metabolizam os açúcares desses alimentos, transformando-os em ácidos orgânicos. Os metabólitos bacterianos reduzem a concentração de pH do meio bucal, deixando-o mais ácido. Isso fará com que ocorra a desmineralização do esmalte do dente, ou seja, a estrutura dental sofrerá perda estrutural. A lesão formada no esmalte decorrente deste processo é chamada de cárie dental.

O ácido acético utilizado no experimento funciona como os ácidos orgânicos excretados pelas bactérias da flora bucal, desmineralizando a superfície da amostra.

Ao se colocar as amostras nas diferentes soluções de fluoreto de sódio, constatou-se ganhos de massas diferentes em cada uma delas. A solução de NaF se dissocia quando na presença de água, dando origem aos íons Na^+ e F^- .

É importante salientar que o processo que acontece quando a amostra desmineralizada entra em contato com a solução de fluoreto de sódio não é conhecido. Uma possibilidade é que ocorra a troca de íons na superfície da amostra de forma análoga ao que acontece na superfície do esmalte dental. Nesse sentido, supõe-se que os fluoretos disponíveis na solução de NaF reagem com os íons Ca^{2+} derivados da reação de dissociação (2), formando fluoretos de cálcio (CaF_2).

No meio bucal, a troca de íons também acontecerá quando fluoretos se fizerem presentes, formando fluorapatita ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$), mineral menos solúvel e mais resistente à corrosão ácida do que a hidroxiapatita.

9. Expressão representacional

Número da Equação	Equação
1	$\text{CH}_3\text{COOH (l)} + \text{H}_2\text{O (l)} \rightleftharpoons \text{H}^+ \text{ (aq)} + \text{CH}_3\text{COO}^- \text{ (aq)}$
2	$\text{CaCO}_3 \text{ (s)} + \text{H}_2\text{O (l)} \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} \text{ (aq)} + \text{CO}_3^{2-} \text{ (aq)}$
3	$\text{CO}_3^{2-} \text{ (aq)} + 2\text{H}^+ \text{ (aq)} \rightarrow [\text{H}_2\text{CO}_3 \text{ (aq)}] \rightarrow \text{CO}_2 \text{ (g)} + \text{H}_2\text{O (l)}$
4	$\text{NaF (aq)} + \text{H}_2\text{O (l)} \rightleftharpoons \text{Na}^+ \text{ (aq)} + \text{F}^- \text{ (aq)}$
5	$\text{Ca}^{2+} \text{ (aq)} + \text{F}^- \text{ (aq)} \rightleftharpoons \text{CaF}_2 \text{ (s)}$
6	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH (s)} + \text{H}_2\text{O (l)} \rightleftharpoons 5\text{Ca}^{2+} \text{ (aq)} + 3\text{PO}_4^{3-} \text{ (aq)} + \text{OH}^- \text{ (aq)}$
7	$5\text{Ca}^{2+} \text{ (aq)} + 3\text{PO}_4^{3-} \text{ (aq)} + \text{F}^- \text{ (aq)} \rightleftharpoons \text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F (s)}$

10. Fechamento da aula – resposta ao questionamento inicial

Os íons fluoreto têm a função de repor a estrutura mineral do esmalte do dente que foi perdida devido a um processo de desmineralização. Este processo, quando não revertido, é responsável por provocar lesões que chamamos de cáries dentárias. Os fluoretos agem diretamente na área atingida, restituindo o complexo mineral do esmalte e fortificando-o contra novas desmineralizações.

11. Interface Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente:

Os altos índices de cárie verificados na população, principalmente em crianças, fizeram com que as autoridades públicas tomassem providências na área da saúde pública.

A fluoretação das águas de abastecimento público é uma medida de política pública que visa à redução dos casos de cárie dentária. É uma tecnologia eficaz, de baixo custo e atinge grupos de diferentes situações socioeconômicas. Por outro lado, essa intervenção é um dos fatores associados ao surgimento da fluorose dental em crianças.

O excesso de íons fluoreto ingeridos por crianças no período de formação dos dentes causa a fluorose. Isso se deve a maior exposição a produtos fluorados, como dentifrícios e enxaguatórios bucais, e ao consumo de água fluoretada.

Questionamentos éticos são levantados em relação a essa intervenção. É aceitável que a população seja obrigada a consumir água fluoretada mesmo que

ela influencie na formação da fluorose dental? É certo que a supremacia do interesse público governamental se sobreponha aos direitos e liberdades individuais para justificar o benefício?

Ao se entrevistar profissionais, pesquisadores e autoridades ligados a área da saúde pública quanto às questões éticas referentes ao emprego de fluoretos nas águas de abastecimento, Kalamantianos e Narvai (2006) relatam que os entrevistados não mencionaram que essa intervenção cause restrições à autonomia individual. Para os autores, a perda dessa autonomia pode ser justificada pelo benefício sanitário que atinge a um espectro mais amplo da sociedade.

Segundos Jones *et al.* (2005), a eficácia e a segurança dessa intervenção para a saúde humana foram comprovadas por diversos estudos científicos. Kalamatianos e Narvai (2006) reforçam esse pensamento ao dizer que o uso de produtos fluorados e o consumo de água fluoretada ultrapassam em grande margem os riscos, tais como a fluorose dental.

12. Referências

JONES, S. et al. The effective use of fluorides in public health. **Bull World Health Organ**, Geneva, v. 83, n. 9, p. 670-676, 2005.

KALAMATIANOS, P. A.; NARVAI, P. C. Aspectos éticos do uso de produtos fluorados no Brasil: uma visão dos formuladores de políticas públicas de saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, RJ, v. 11, n. 1, p. 63-69, 2006.