



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
Centro de Ciências Exatas e da Natureza
Curso de Licenciatura em Química

Fábio Correia Sampaio

**Da harmonia do sorriso ao equilíbrio químico:
Proposta de situação de ensino e aprendizagem em química**

João Pessoa

2014

Fábio Correia Sampaio

Da harmonia do sorriso ao equilíbrio químico: Proposta de situação de ensino e aprendizagem em química

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito para
obtenção do grau de Licenciado em
Química pela Universidade Federal da
Paraíba.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Gardênnia da Fonseca

João Pessoa

2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA
CENTRO DE CIENCIAS EXATAS E DA NATUREZA
DEPARTAMENTO DE QUIMICA
COORDENACAO DOS CURSOS DE GRADUACAO EM QUIMICA

Fábio Correia Sampaio

**Da harmonia do sorriso ao equilíbrio químico: Proposta de
situação de ensino e aprendizagem em química**

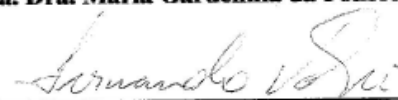
Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Graduação em Química
como requisito à obtenção do grau de licenciado em Química.

Data da defesa: 25/07/2014

BANCA EXAMINADORA:



Profa. Dra. Maria Gardênia da Fonseca – UFPB (Orientadora)



Prof. Dr. Fernando José Volpi Eusébio de Oliveira – UFPB (Examinador)



Profa. Dra. Lilians de Fátima Bezerra Lira de Pontes – UFPB (Examinadora)

Catálogo na publicação
Universidade Federal da Paraíba
Biblioteca Setorial do CCEN

S192d Sampaio, Fábio Correia.

Da harmonia do sorriso ao equilíbrio químico: proposta de situação de ensino e aprendizagem em Química / Fábio Correia Sampaio. – João Pessoa, 2014.

53p. : il. -

Monografia (Licenciatura em Química) - Universidade Federal da Paraíba.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria Gardênnia da Fonseca.

1. Química – Ensino e aprendizagem. 2. Equilíbrio químico. 3. Cárie dentária. 4. Saúde bucal. I. Título.

UFPB/BS-CCEN

CDU 54(043.2)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha esposa Tanguineth Melo Sampaio pela compreensão e apoio na minha decisão em cursar Química. Eu estou consciente que este trabalho não vai recuperar os momentos ausentes do aconchego do lar nem os momentos de ausência forçada quando eu estava em casa, mas “de corpo presente” focado no projeto de TCC. Entretanto, eu espero que aceite este trabalho como uma compensação pela sua dedicação, amor, compreensão e amizade. Obrigado.

AGRADECIMENTOS

Aos meus colegas que dividiram comigo momentos felizes e de preocupação com provas, seminários e atividades acadêmicas no curso de Licenciatura em Química da UFPB. Eu não gostaria de nominar colegas para não cometer nenhuma injustiça, mas seria injusto não agradecer ao Adalberto por abrir as portas do Colégio IE para que eu pudesse colocar em prática a proposta desse trabalho.

Aos alunos do colégio do Colégio IE por me proporcionar momentos de grande aprendizagem. Sim, quando vocês achavam que eu era quem ensinava, na verdade eu estava aprendendo.

Aos meus colegas de Departamento de Clínica e Odontologia Social (DCOS) da UFPB, em especial aos professores Franklin, Cláudia, Talitha e Tiago. Muito obrigado por me apoiar mesmo sem compreender essa minha “loucura” nessa minha jornada na Química.

Aos meus orientados do RENORBIO, Odontologia, DITM, IC por compreenderem a importância do curso de química como um suporte indireto para a formação de vocês.

Aos meus colegas da GEP/HULW (Ângelo, Solange, Rilva e Cici) pelo apoio de sempre. Um dia eu acho que consigo explicar para vocês como conciliar a agenda de trabalho no Hospital Universitário, no Departamento de Odontologia e ainda seguir vivo na graduação em Química. A teoria de colisão de átomos serve de modelo porque as reações ou moléculas formadas nesse caso são geralmente favorecidas! Obrigado.

Aos professores do Departamento de Química da UFPB, e em especial à minha orientadora **Profa. Gardennia** pelo constante apoio, incentivo e orientação. Sou eternamente grato pelo suporte como orientadora e colega.

Aos membros da banca, professores Fernando e Teresa pelo aceite do convite e pelas sugestões.

Ao ex-professor Dirceu, que passou por aqui como um cometa, mas teve tempo suficiente para me introduzir nas situações de ensino e aprendizagem.

“And last but not least”, **às minhas irmãs** Carmeli e Fábila que sempre reclamam da minha ausência, mas vão compreender que o esforço se dá pela importância desse trabalho.

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi de desenvolver e avaliar uma proposta pedagógica do tipo situação de ensino e aprendizagem (SEA) que permita a inter-relação de conceitos sobre “equilíbrio químico”, cárie dentária e orientação em saúde bucal com enfoque em escovação dentária e uso racional do flúor. Objetivou-se ainda mensurar o grau de interesse de estudantes do ensino médio no estudo de Química e identificar assuntos em Química que sejam considerados de difícil compreensão por parte dos alunos. Para tanto, três SEA foram programadas logo após o estabelecimento do perfil dos alunos: SEA-1 – Sensibilização, realizada com projeção de fotografias de pessoas famosas com problemas dentários antes da fama; SEA-2- Experimentação e Problematização – um experimento do ovo no vinagre foi montado a fim de permitir a reflexão sobre as reações químicas envolvidas na produção de gás carbônico durante a ação do ácido acético no carbonato de cálcio. Uma das partes da casca foi exposta ao flúor gel como indicativo de importante remineralizante para controle da cárie; SEA-3- Avaliação – um instrumento de avaliação de desempenho e da própria SEA foi aplicado. A amostra foi composta pelos alunos do terceiro ano do ensino médio de uma escola particular da cidade de João Pessoa. De um modo em geral, os alunos apresentaram baixo grau de interesse na Química. Esses alunos identificaram a Química como sendo uma ciência mais próxima da Biologia e da Física do que da Matemática. Equilíbrio químico foi um dos temas mais problemáticos de aprendizagem. O item de melhor evolução entre o antes e o depois do experimento foi o reconhecimento da Química como importante para a vida pessoal. Metade dos alunos não conseguiu expressar as reações químicas em termos de constante de equilíbrio. Finalmente as SEA desenvolvidas tiveram o mérito de ensinar conceitos de química associados com recomendações sobre a necessidade diária de medidas de autocuidado e manutenção da saúde bucal de uma maneira que permitiu ao aluno fazer interpretações e articular conhecimentos de química com o seu cotidiano.

Palavras- chave: equilíbrio químico, constante de equilíbrio, cárie dentária, flúor, ensino de Química.

ABSTRACT

The aim of this work was to develop and evaluate a pedagogic moment based on teaching and learning situation (TLS) that could allow the interplay of concepts of chemical equilibrium and dental caries, as well as oral health education based on oral hygiene and the rationale use of fluoride. As secondary aims, it was surveyed the level of interest of high school students in Chemistry and also which topics were the most difficult for them to learn. Three TLS were planned just after it has been established the students' profile: TLS-1 - sensitization carried out with pictures of famous people before fame (with dental problems) and after fame; TLS-2 – Experimentation and problematizing that was performed putting egg shell into vinegar to produce carbonic gas and allow discussion on chemical reactions. Part of the egg shell was exposed to fluoride to show its remineralizing effect in controlling dental caries; TLS-3 – Evaluation was carried out using a questionnaire. Ninety students from a high school of João Pessoa were enrolled. Most students showed low level of interest in studying Chemistry. They identified that Chemistry is more related to Biology and Physics than to Mathematics. Chemical equilibrium was regarded as a difficult topic to learn. After performing the TLS the students recognized that Chemistry can be important for their personal life. Finally, the TLS that were performed could present chemical concepts on chemical equilibrium linked to oral hygiene recommendations. The message of maintenance of oral health allowed the student to think and interpret chemical equilibrium and they could recognize that chemistry is present in their daily life.

Keywords: chemical equilibrium, equilibrium constant, dental caries, fluoride, teaching chemistry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Exemplo de imagem utilizada na etapa de SEA-1.....	27
Figura 2. Foto dos alunos na etapa de SEA-2.....	32
Figura 3. Ilustrações do experimento da casca do ovo no vinagre.....	33
Figura 4. Respostas satisfatórias ao roteiro de observação do experimento.....	34
Figura 5. Respostas não satisfatórias ao roteiro de observação do experimento.....	35
Figura 6. Gráfico com notas dos alunos antes e depois do experimento.....	37

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Características gerais dos modelos de ensino e aprendizagem.....	18
Quadro 2. Temas de Química que os alunos consideram difícil de aprender.....	31
Quadro 3. Respostas sobre interface da Química com outras disciplinas.....	32
Quadro 4. Respostas dos alunos relacionadas com equilíbrio químico.....	36

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DA LITERATURA	12
2.1 Padrão epidemiológico da cárie dentária na Paraíba.....	12
2.2 Cárie dentária: um desequilíbrio químico.....	13
2.3 A complexidade no ensino de equilíbrio químico.....	15
2.4 Abordagens no processo de ensino e aprendizagem.....	17
2.5 Da estética do sorriso ao estudo de equilíbrio químico.....	21
3 OBJETIVOS	24
3.1 Objetivo geral.....	24
3.1 Objetivos específicos.....	24
4 METODOLOGIA	25
4.1 Local do estudo e público-alvo.....	25
4.2 Delineamento do estudo.....	25
4.2.1 Situação ensino aprendizagem SEA-1: Sensibilização.....	26
4.2.2 Situação ensino aprendizagem SEA-2: Experimentação com Problematização.	27
4.2.2.1 Experimentação.....	27
4.2.2.2 Problematização.....	29
4.2.3- Situação ensino aprendizagem SEA-3.....	30
5 RESULTADOS	31
6 DISCUSSÃO	38
7 CONCLUSÕES	43
REFERÊNCIAS	44
APÊNDICES	50

INTRODUÇÃO

A sociedade atual tem se caracterizado pelos rápidos processos de comunicação. Por conseguinte, um dos fenômenos sociais mais importantes tem sido a ampliação do conceito de educação que vem constantemente diversificando as atividades educativas e ampliando a ação pedagógica da sociedade (LIBÂNEO, 2001; GIANI, 2010). Um dos exemplos mais notórios está na forte influência das mídias e redes sociais influenciando comportamentos, valores e opiniões dentro e fora da sala de aula.

Segundo Libâneo (2001), a mídia vem hoje se especializando em fazer cabeças no campo econômico, político e moral disseminando saberes e modos de agir através de programas, vinhetas e chamadas nas mais variadas temáticas, a exemplo da educação ambiental, AIDS, drogas e saúde. As transformações tecnológicas e científicas ampliaram as exigências de qualificação dos trabalhadores, o que acaba afetando o sistema de ensino. Diante desse contexto, os professores necessitam constantemente contribuir para que o ambiente escolar seja um cenário de prática pedagógica interessante e integrada com os interesses dos alunos, que são sistematicamente expostos às mais variadas informações que vem de fora da sala de aula (MALDANER, 2003).

As questões relacionadas à saúde e mais especificadamente à saúde bucal estão cada vez mais difundidas e se tornaram um campo aberto para exploração no ensino de ciências (TREVISAN, 2012). Apesar de a Biologia ser a ciência que naturalmente explora aspectos relativos à saúde, existem diversas temáticas que podem sensibilizar os alunos e facilitar o entendimento dos fenômenos químicos à luz dos efeitos benéficos e deletérios à saúde. E, embora esse entendimento seja facilmente aceito pela maioria dos professores, na prática ainda existem poucas experiências exitosas e sistemáticas de ensino de Química dentro do contexto econômico, político e cultural das diferentes regiões do país. Vale salientar que a saúde bucal é fundamental para diversas funções biológicas nos seres humanos, a exemplo de falar, mastigar, deglutir. Em adição, a saúde bucal tem um papel fundamental na manutenção da autoestima sendo um dos pilares fundamentais para a harmonia da face como estrutura orgânica bem como do equilíbrio mental do indivíduo (LARSSON, 2010). Portanto, a saúde bucal tem uma forte ligação com a Biologia e a Química bem como com questões relacionadas à autoestima e afirmação pessoal.

A cavidade bucal está constantemente sendo exposta a alimentos ácidos e ricos em carboidratos que promovem o aparecimento de cárie, lesões erosivas, manchamentos e outras condições que afetam significativamente a saúde bucal e a estética do sorriso (FEJERSKOV; KIDD, 2008). Os ácidos orgânicos produzidos por bactérias interferem nas reações de desmineralização e remineralização dos tecidos dentais ricos em hidroxiapatita (esmalte e dentina) e levam ao surgimento da cárie dentária. Esse é um processo explicado pelo equilíbrio de reações do tipo ácido-base que ocorre na interface dente-meio bucal, sendo o meio bucal representado pelo biofilme bacteriano dental e a saliva (McCANN, 1968). Vale ressaltar ainda que nos processos de perda mineral do dente, um fator importante é a presença do elemento químico flúor como agente remineralizante (ten CATE; DUIJSTERS, 1983).

Além do modelo da cárie no ensino de equilíbrio químico, diversos procedimentos estéticos da odontologia restritos aos profissionais dessa área, atualmente podem ser explorados como tema no ambiente escolar uma vez que esses procedimentos possuem versões para uso caseiro. Assim, como exemplo para ensino de reações de oxidação-redução existe o clareamento dental por agente clareador caseiro que usa peróxido de hidrogênio como agente oxidante (TREVISAN, 2012; DUQUE et al., 2013).

O presente trabalho se caracteriza por ser uma proposta de situação de ensino e aprendizagem que possibilite ao aluno de Química do ensino médio uma melhor compreensão dos conceitos de equilíbrio químico utilizando a cavidade bucal como ambiente onde reações do tipo ácido-base ocorrem constantemente. Trata-se de uma proposta flexível que busca levantar uma reflexão sobre a importância de contextualizar a química com situações cotidianas reais, que neste caso, estão relacionadas com a saúde bucal, e mais especificamente com a importância de medidas de controle da cárie dentária.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Padrão epidemiológico da cárie dentária na Paraíba

O estado da Paraíba, e em particular a capital João Pessoa, apresenta um dos mais elevados índices de cárie dentária do país. De acordo com o mais recente levantamento epidemiológico de cárie na idade referência de 12 anos, a capital paraibana possui o mais elevado índice de cárie da região Nordeste e o segundo maior do país (BRASIL, 2012). O índice de cárie (CPOD) que é medido pelo somatório de dentes cariados (C), perdidos (P) e obturados (O) foi de 2,78 em João Pessoa enquanto que esse mesmo índice para a cidade de Florianópolis foi de 0,77. Isso significa que em média, as crianças de João Pessoa têm quase três dentes cariados ao passo que na capital de Santa Catarina a maioria das crianças sequer chega a ter um dente cariado na boca. De fato, o percentual de crianças sem cárie em Florianópolis é de 68,4 % contrastando com os valores da capital paraibana que só atinge 29,6 %. O índice CPOD nacional é de 2,07 e o percentual de crianças livres de cárie atinge 43,5%. Os valores nacionais refletem uma média de números mais favoráveis nas regiões Sul e Sudeste em contraste com os valores das regiões Norte e Nordeste do país (BRASIL, 2012).

Os motivos para os elevados índices de cárie na região Nordeste vão além das questões econômicas das regiões menos favorecidas. Uma das explicações está fundamentada na desinformação generalizada sobre os autocuidados em saúde bucal: técnicas em escovação dental, uso do fio dental e uso racional do flúor. Esses são temas que raramente são explorados pela comunidade em geral, e muitas vezes são negligenciados no ambiente escolar. A saúde bucal é também pouco explorada por pedagogos e profissionais da área da educação que são na maioria das vezes desinformados sobre como orientar seus alunos perdendo a oportunidade de serem formadores de opinião nessa questão (FERREIRA et al., 2005).

Uma segunda explicação reside na falta de políticas públicas de promoção de saúde bucal, a exemplo da fluoretação de águas. Isso é claramente evidenciado pelo levantamento epidemiológico nacional que mostrou 40% menos lesões de cárie nas cidades que possuem sistema de fluoretação de águas. No Nordeste essa observação é evidenciada comparando os índices de cárie de Aracaju (Sergipe) e João Pessoa (Paraíba), cidades de porte populacional semelhante e com padrões similares de acesso

aos serviços de saúde. Há trinta anos as cidades de João Pessoa e Aracaju tiveram projetos de fluoretação de águas - introdução de fluorsilicato de sódio (Na_2SiF_6) em concentração ideal para prevenção de cárie (ARNEBERG; SAMPAIO, 2000). Na época os índices de cárie eram elevados em ambas as cidades com valores de CPOD aos 12 anos de 4,5 a 5,0. A cidade de Aracaju continuou o programa de fluoretação de águas enquanto que a cidade de João Pessoa interrompeu com apenas dois anos de funcionamento. O resultado é que atualmente Aracaju é uma das cidades do Nordeste com menor prevalência de cárie cujo valor é de 1,13, bem abaixo de João Pessoa com 2,78. Os dados de Aracaju são comparáveis à cidade de Salvador que também tem água fluoretada e tem um índice CPOD de 1,07.

Apesar dos benefícios da fluoretação de águas, uma preocupação decorre do fato que os efeitos preventivos e terapêuticos do flúor, que atua nas reações de equilíbrio químico dos tecidos duros do dente e que são ricos em hidroxiapatita, não são reconhecidos pelos usuários e não se torna temática em salas de aula no ensino médio. Por esse motivo a fluoretação de águas e o uso racional do flúor se tornam questões restritas à Odontologia sem ganhar respaldo da população beneficiada.

A escovação dental é geralmente interpretada como sendo um momento de remoção de restos de alimentos e não um importante momento de exposição ao flúor, seja da água de abastecimento, seja do creme dental com flúor (SAMPALIO; LEVY, 2011). Enfim, no ambiente escolar, perde-se a oportunidade de se contextualizar um tema importante na química (equilíbrio químico) com questões que possuem implicações políticas (fluoretação de águas), sociais (qualidade de vida) e de saúde (hábito saudável de escovar os dentes com água fluoretada e creme dental com flúor).

2.2 Cárie dentária: um desequilíbrio químico

A cárie dentária é um processo patológico, de caráter progressivo e etiologia multifatorial (DUQUE et al, 2013; FEJERSKOV; KIDD, 2008). Essa patologia afeta entre 60% a 90% das crianças em idade escolar e a maioria dos adultos, produzindo dor, sofrimento, deficiência funcional, isolamento social e diminuição da qualidade de vida.

A região Nordeste acompanhou o padrão nacional de redução do CPOD-12 anos (dentes cariados perdidos e obturados) saindo em 2003 de uma média de 3,19 para 2,63

em 2010, excetuando-se a região Norte, onde houve ligeiro aumento (BRASIL, 2004, 2012). Na cidade de João Pessoa, essa média deve ser observada com atenção, uma vez que a cidade ainda apresenta valores de CPOD-12 anos acima da média regional e nacional, com 2,78 (BRASIL, 2012).

O uso de agentes remineralizantes dos dentes como o flúor é uma das medidas mais importantes para o controle da cárie. Infelizmente, esta simples medida tem sido ignorada seja por razões econômicas, políticas e até educacionais.

A primeira teoria formulada para explicar o mecanismo de ação do flúor sobre os tecidos dentais estava baseada na substituição da hidroxila da hidroxiapatita $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$ por fluoreto (F) transformando os cristais em fluorapatita $[Ca_{10}(PO_4)_6(F)_2]$. Entretanto, pesquisas com um modelo de ciclagem de pH comprovou que estruturas intermediárias seriam formadas (flúor-hidroxiapatitas) (TEN CATE; DUIJSTERS; 1983). Em adição, o flúor incorporado durante a fase de formação do dente ou mesmo na redeposição durante a perda mineral, não seria tão importante quanto o flúor interferindo no equilíbrio das reações de desmineralização versus remineralização. Essa observação foi comprovada ainda por estudos epidemiológicos que verificaram que os indivíduos que recebiam suprimento sistêmico de flúor durante a fase de formação e mineralização dos dentes passavam a desenvolver cárie dentária quando deixavam de receber esse flúor tópico (FEJERSKOV; KIDD, 2008).

Atualmente, a teoria mais aceita é a chamada teoria dinâmica, segundo a qual o flúor deve ser administrado de maneira sistêmica ou tópica, diariamente e durante toda a vida do indivíduo. Desse modo, os íons flúor deverão ficar disponíveis no meio bucal, através da saliva e de reservatórios de fluoreto de cálcio presentes no dente e no biofilme bacteriano remanescente. Os íons fluoreto atuam exercendo um efeito potencializador da capacidade tamponante da saliva (rica em cálcio e fosfato) durante o processo de desmineralização e remineralização, controlando assim a dissolução do esmalte por ácidos de origem bacteriana (ARNEBERG; SAMPAIO, 2000; FEJERSKOV; KIDD, 2008; SAMPAIO; LEVY, 2011). Portanto, a presença constante de íons fluoreto na cavidade bucal influencia diretamente nesse processo, pois quando ocorre a queda do pH intrabucal, inicia-se a liberação de íons fluoreto provenientes da saliva e dos reservatórios de fluoretos do biofilme, além da dissolução da hidroxiapatita (SOUZA et al., 2011).

Existem diversos métodos utilizados para o controle da cárie dentária e dentre eles estão a fluoretação da água de abastecimento público, os dentifrícios e géis fluoretados, os enxaguatórios bucais e o flúor tópico de elevada concentração que é aplicado pelo odontólogo. O consumo de água de abastecimento com flúor e o uso do dentifrício fluoretado possibilitam o contato diário com o íon fluoreto. Por esse motivo, esses métodos garantem com segurança a presença constante de íons fluoreto na cavidade bucal sendo considerados métodos eficazes e eficientes. No entanto, o dentifrício fluoretado depende de motivação pessoal, ou seja, se faz necessário a presença diária de flúor na cavidade oral através do uso de dentifrício na escovação dos dentes todos os dias (DUQUE et al, 2013).

A motivação nem sempre é reforçada na escola e geralmente é esquecida pelos pais e responsáveis que não consideram uma medida de saúde individual importante. As consequências estéticas e problemas bucais relacionados com a cárie dentária são vários: má oclusão (dentes tortos), perda da dimensão vertical (encurtamento da face), processos inflamatórios locais, além de problemas sistêmicos severos que podem levar um indivíduo a óbito a exemplo de endocardite bacteriana.

2.3 A complexidade no ensino de equilíbrio químico

Muitos autores identificam o conceito de equilíbrio químico como um dos temas mais problemáticos para o ensino e a aprendizagem de Química (JONHSTONE, 1977; MASKILL; CACHAPUZ, 1989; MACHADO; ARAGÃO, 1996; TYSON; TREAGUST; BUCAT, 1999). De um modo geral, ao final das atividades os alunos não são capazes de calcular constantes de equilíbrio nem de interpretar e compreender a reversibilidade das reações (MACHADO; ARAGÃO, 1996; UEHARA, 2005).

Segundo Tyson e colaboradores (1999), o conteúdo referente ao equilíbrio químico é abstrato, tem um elevado grau de interface com outras áreas da Química e é muito sofisticado em termos de interpretação necessitando de terminologias e conceitos específicos. Na maioria das vezes, professores e alunos ignoram a natureza específica do tema e por esse motivo se observa uma simplificação exagerada na interpretação de certos problemas de equilíbrio químico.

Em um trabalho de acompanhamento numa escola da rede municipal de Belo Horizonte, Machado e Aragão (1996), observaram que um dos problemas está no fato

dos alunos associarem o termo equilíbrio à concepção que se trata de fenômenos estáticos (muitas vezes advindos da Física) onde o símbolo de igualdade poderia indicar que nada mais acontece. Para agravar a situação, na escola, o ensino do conceito de equilíbrio químico fica restrito apenas à Química não sendo trabalhado em nenhum outro momento. Em adição, foi observado que para vários alunos, não existem mais espécies reagentes quando se atinge o estado de equilíbrio químico.

Em uma pesquisa realizada em escolas no Rio Grande do Norte, observou-se que o tema equilíbrio químico foi responsável por muitos erros conceituais e erros de interpretação. Verificou-se de forma generalizada muita insegurança e até mesmo falta de conhecimento sobre equilíbrio químico porque frequentemente se observou questões em branco indicando que os alunos não sabiam como responder (UEHARA, 2005).

Uma observação importante é evidenciada nos próprios livros didáticos que geralmente abordam o conceito de equilíbrio químico de forma superficial. Assim, o tema “equilíbrio químico” é apresentado aos alunos apenas sob o ponto de vista da cinética química e deixam de apresentar aos estudantes o fato de que as reações químicas são regidas pelas leis universais que descrevem as transformações da natureza (SABADINI; de AZAMBUJA BIANCHI, 2007). Em outras palavras, o ensino de equilíbrio químico se resume na ênfase no direcionamento das setas de uma reação sem levar em consideração a termodinâmica dos processos.

Segundo Jonhstone (1977), os alunos trazem consigo um referencial teórico derivado de experiências mecânicas e físicas que reportam o conceito de equilíbrio nas quais os sistemas, em geral, constituem-se de dois compartimentos separados como numa balança. Por conseguinte, o que se observa é que muitas vezes os alunos não entendem que reagentes e produtos estão em um mesmo recipiente.

Segundo Machado e Aragão (1996) e reforçado pelas observações de Uehara (2005), quando se apresenta o Princípio de Le Chatelier se aplica a expressão “o equilíbrio se desloca para a direita (ou para a esquerda)”. Esta frase que é comum em livros didáticos reforça a ideia que reagentes e produtos estão em recipientes separados. Como consequência, para muitos alunos, os conceitos de equilíbrio químico estão dissociados das reações químicas.

Em resumo, o ensino de equilíbrio químico se constitui um desafio para os professores do ensino médio. Os pontos mais evidenciados na literatura como sendo problemáticos para o ensino de equilíbrio químico são: a) definição do estado de

equilíbrio de uma reação química, ou seja, o aspecto dinâmico do equilíbrio químico, b) o significado da constante de equilíbrio, c) significado da dupla seta, d) confusão entre massa e concentração, e) diferença entre fenômenos e suas representações (MACHADO; ARAGÃO, 1996; TYSON; TREAGUST; BUCAT, 1999; UEHARA, 2005).

2.4 Abordagens no processo de ensino e aprendizagem

Nos dias atuais em que a informação digital está ao alcance da maioria, as dificuldades e desafios de se ensinar se tornaram ainda mais complexas. Segundo Santos e Mortimer (2009), o domínio de conteúdo por parte do professor, por si só não garante um ensino interessante. Isso porque o discurso docente já não é mais inédito aos alunos e muitas vezes dispensável. Portanto, existe a necessidade da renovação das práticas pedagógicas, onde as aulas tradicionais de recepção-transmissão são majoritárias.

O processo de ensino aprendizagem tem sido objeto de estudo por diferentes correntes teóricas. Segundo Santos (2005), o processo de ensino e aprendizagem está composto de duas partes: o ensinar (que exprime uma atividade) e o aprender (que reflete a realização da atividade de ensino de forma exitosa).

Diversos pesquisadores estudam e exploram diferentes abordagens do processo de ensino e aprendizagem (BORDENAVE, 1984; LIBÂNEO, 1982; MIZUKAMI, 1986; SAVIANI, 1984). Mais recentemente, os modelos de ensino e aprendizagem convergiram para assumir certa hegemonia entre os pensadores educacionais em todo o mundo (SANMARTÍ; ALIMENTI, 2004). De forma resumida, é possível identificar três modelos: modelo por transmissão/assimilação, modelo por descoberta e modelo construtivista (TACOSHI; FERNANDES, 2009). Esses modelos não são estruturas fechadas e o professor pode se valer de qualquer um deles ou da associação de modelos ao desenvolver suas atividades educacionais dependendo do contexto da atividade desenvolvida.

O quadro 1 apresenta um panorama descritivo e resumido dos modelos de ensino e aprendizagem.

Quadro 1. Características gerais dos modelos de ensino e aprendizagem.

Modelo	Período de influencia	Descrição/características
Transmissão/ Assimilação	1950	O conhecimento produzido está pronto e neutro e isento de qualquer interferência humana. A escola tem apenas o papel de transmitir o conhecimento através do professor e cabe ao aluno apenas assimilá-lo.
Descoberta	1960/ 1970	Nesse modelo, as concepções de ensino por transmissão/assimilação não são abandonadas. Baseado em concepções da psicologia comportamentalista, se valoriza a experiência ou a experimentação. Entretanto, os experimentos têm a finalidade de constatar o conhecimento de ciência que já está pronto e acabado, reforçando a assimilação como no modelo anterior.
Construtivista	Após 1970	O conhecimento é resultado da interação entre o homem e o meio, através da passagem de um estado de desenvolvimento para o seguinte, sendo sua construção contínua. Esta passagem é sempre caracterizada por formação de novas estruturas que não existiam. Busca-se um tipo de ensino baseado em situações problemas com valorização do trabalho em equipe, da contextualização do ensino e valoriza-se especialmente a articulação do conhecimento e a interdisciplinaridade.

Fontes: MALDANER, 2003; MIZUKAMI, 1986; CACHAPUZ et al., 2005; TACOSHI; FERNANDES, 2009

Diante dos desafios da educação no atual mundo midiático e fortemente influenciado pelas redes sociais, se verifica que o modelo construtivista de ensino e aprendizagem apresenta-se como a de melhor sintonia com as demandas dos estudantes conectados com a realidade digital. Deste modo, a seleção dos temas a serem abordados e avaliados deve ser criteriosa a fim de garantir representatividade e significado. Segundo Zoller (2001) a elevação gradativa dos níveis de cognição exigida é de fundamental importância. Por esse motivo, os exames devem fazer parte do processo de aprendizagem de maneira integradora, como também devem contribuir significativamente para o cumprimento dos objetivos estabelecidos.

Diversos pesquisadores em educação reforçam direta ou indiretamente a concepção construtivista apresentada e reafirmam que as questões sociocientíficas devem ser introduzidas no currículo de forma a criar um ambiente de debate (NEWTON; DRIVER; OSBORNE, 1999; RATCLIFFE; GRACE, 2003; ZEIDLER et al., 2005). Nesta perspectiva, as questões devem ser introduzidas relacionando-as a

cinco categorias: relevância, motivação, comunicação/argumentação, análise e compreensão (ZEIDLER et al., 2005). Para outros autores, essas questões devem ser feitas de forma temática em tópicos ou de forma ampla; ou ainda de forma pontual com exemplos (SANTOS, 2002; SANTOS; MORTIMER, 2009).

Quando a escola assume um papel social, se ultrapassa a visão de uma escola apenas como local de sala de aula, mas sim como um local onde se educa e se busca a felicidade. Esta concepção transformadora já era enfatizada por concepções educacionais antes de se elaborar modelos construtivistas de ensino e aprendizagem. Por este motivo, as palavras do educador Paulo Freire são ainda válidas para os dias atuais:

“Escola é o lugar onde se faz amigos, não se trata só de prédios, salas, quadros, programas, horários, conceitos. Escola é, sobretudo, gente, gente que trabalha, que estuda, que se alegra, se conhece, se estima. O diretor é gente, o aluno é gente, o professor é gente, o aluno é gente, cada funcionário é gente. E a escola será cada vez melhor na medida em que cada um se comporte como colega, amigo, irmão. Nada de ‘ilha cercada de gente por todos os lados’. Nada de conviver com as pessoas e depois descobrir que não tem amizade a ninguém, nada de ser como o tijolo que forma a parede, indiferente, frio, só. Importante que, na escola não é só estudar, não é só trabalhar, é também criar laços de amizade, é criar ambiente de camaradagem, é conviver, é se ‘amarrar nela’! Ora, é lógico...nessa escola assim vai ser fácil estudar, trabalhar, crescer, fazer amigos, educar-se, ser feliz. “ (FREIRE, 1987)

Para Freire (1987), a educação deve se constituir num instrumento de libertação, e ninguém educa ninguém, mas os homens se educam entre si mediatizados pelo mundo. Desta forma, a educação deve iniciar por uma reflexão das contradições básicas da situação existencial. Dessa forma, sem ignorar o papel do aluno, o ponto de partida é o professor informado e atualizado que incentivará a busca constante do saber para que a escola assuma, de fato e de direito, o seu papel social (FREIRE, 2000; TREVISAN; MARTINS, 2008).

Diante do exposto, fica evidente que os professores necessitam assumir o papel de agentes de transformação social. Esse posicionamento é muito importante para que possibilite a vivência da relação teoria-prática por parte do aluno. Ainda nesse contexto, o professor deve ter em mente que a transmissão dos conhecimentos inerentes à Química deve ser inserida na realidade, ou seja, ensinar a Química dentro de uma

concepção que destaque o papel social da mesma e sem reducionismos (CHASSOT, 2003; CACHAPÚZ et al., 2005; MALDANER, 2003).

Portanto, a contextualização deve ser motivada pelos questionamentos que os alunos possuem em Química numa relação onde a temática tenha um significado humano e social (MARCONDES, 2008; GUIMARÃES, 2009).

Segundo Giordan (1999), tomar a experimentação como parte de um processo pleno de investigação é uma necessidade já reconhecida entre aqueles que pensam e fazem o ensino de ciências. Entretanto, o processo pleno de aprendizagem assim como qualquer atividade de experimentação corre o risco de cair num reducionismo se não considerarmos a estrutura cognitiva do aluno (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980). Neste sentido, a sensibilização do aluno se torna etapa importante no processo de ensino e aprendizagem.

A contextualização, problematizações e a experimentação não ferem nenhuma norma instituída sobre o ensino. Esses momentos pedagógicos podem ser inseridos em atividades que quando organizados conferem uma oportunidade de ensino e aprendizagem de conceitos químicos estabelecidos no currículo e em livros didáticos.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira – LDB (BRASIL, 1996) é considerada como um dos primeiros documentos norteadores oficiais que respondeu de forma clara e objetiva (embora com superficialidade em alguns pontos), sobre a necessidade de se reestruturar diversas áreas do conhecimento e assim favorecer a aplicação de novas tendências pedagógicas. Em sequência, surgiram as PCNs e as Orientações Curriculares Nacionais (2006), mostrando uma intenção de avançar no debate das concepções de ensino de Química (BRASIL, 2002; NUNES; NUNES, 2007).

Atualmente compreende-se que a contextualização no ensino de Química deva ser motivada por temas que tenham um significado para os alunos e que tenham simultaneamente um significado humano e social permitindo uma reflexão crítica sobre o mundo e situações do cotidiano (MARCONDES; PEIXOTO, 2007; SANTOS; SCHNETZLER, 2003; SANTOS, 2005; SANTOS; MORTIMER, 2009). Poucos trabalhos sobre contextualização ou situações de ensino e aprendizagem investigaram o potencial que a estética dental e problemas bucais têm de motivar estudantes do ensino médio (TREVISAN, 2012). Essa é uma estratégia particularmente importante na cidade

de João Pessoa onde os índices de cárie são desfavoráveis, e boa parte dos alunos do ensino médio necessita de motivação para os autocuidados em saúde bucal.

2.5 Da estética do sorriso ao estudo de equilíbrio químico

É certo que a saúde bucal pode servir de temática para a formação cidadã de alunos de Química. A questão da estética dental pode ser explorada de forma contraditória e polêmica uma vez que a busca desenfreada pelo padrão de beleza idealizado por muitos jovens é muitas vezes uma busca de autoafirmação refletindo ainda insegurança, medo, vergonha ou problemas psicológicos. Neste contexto, já existem relatos de casos de *bullying* na escola envolvendo a temática de má oclusão (dentes tortos) (DIBIASE; SANDLER, 2001; SEEHRA; FLEMING; NEWTON, 2011). Portanto, uma atividade integradora e construtivista com outros professores da escola pode ser estimulada para ampliar a temática (TREVISAN, 2012).

Cardoso e Colinvaux (2000) reforçam a ideia que o contexto escolar não permite uma maior discussão sobre os conhecimentos adquiridos devido à inadequação dos currículos e práticas pedagógicas ou simplesmente pela limitação do tempo para desenvolver essas práticas. As observações nesse trabalho realizado com mais de 100 alunos do ensino médio, indicaram que os fatores que motivaram alguns alunos ao estudo da Química surgiram das relações sociais dos alunos e não dos conhecimentos formais adquiridos na escola.

Solomon (1987) indica a existência de dois domínios do conhecimento: um pelo corpo social e outro relacionado aos conhecimentos formais da escola. E, nem sempre estes conhecimentos estão integrados. As estratégias de explorar a experimentação e a contextualização refletem a necessidade que a escola tem de retirar os alunos da condição de simples expectadores. Para tanto, livros didáticos e professores devem estar atualizados buscando novas relações entre as ciências e o cotidiano.

Dentro dos valores que a mídia e a sociedade promovem com mais frequência, e com grande influência no cotidiano dos alunos, destaca-se os padrões de estética em um modelo idealizado de beleza facial e corporal. Embora a beleza seja uma variável influenciada pela geografia e cultura de diferentes épocas, a apreciação do belo é orientada por elementos subjetivos raciais e pessoais (MASSAHUD; TOTTI, 2004; BOTA, 2007). A face de Apolo de Belvedere, descrita na Grécia Antiga, já punha em

discussão a determinação do padrão de beleza e vem ainda hoje sendo um modelo de estética explorado pela mídia e com forte influência entre adolescentes.

Os atuais estereótipos de beleza impostos socialmente para homens e mulheres são os de corpos magros e com boa definição muscular. Sem contar as características étnicas lembrando uma aparência européia: pele clara; nariz pequeno e simétrico; cabelos lisos, preferencialmente loiros (AMARANTE, 2005). E, para os atuais padrões de beleza, acrescenta-se a necessidade de elementos dentais bem posicionados e brancos a fim de garantir um sorriso de “ator de cinema” (LI, 2011). A preocupação exagerada pela estética dental tem sido motivo de preocupação por parte da classe odontológica que verifica que cada vez mais adolescentes fazem uso de produtos odontológicos de forma descontrolada e põem em risco a saúde bucal (KELLEHER; DJEMAL; LEWIS, 2012). Este tema é frequente entre pais e alunos, mas pouco explorado na escola.

As estratégias de explorar a experimentação e a contextualização com os mais variados temas refletem a necessidade que a escola tem de retirar os alunos da condição de simples espectadores. Para tanto, livros didáticos e professores devem estar atualizados buscando novas relações entre as ciências e o cotidiano e explorando momentos pedagógicos desafiadores.

Segundo Marcondes (2008) a escolha do tema de trabalho é fundamental para o desenvolvimento de uma oficina porque vários aspectos do conhecimento podem ser explorados durante uma atividade educativa. Desta forma, uma oficina temática deve explorar e aprofundar os conhecimentos buscando a inter-relação e contextualização e a fim de envolver os alunos em um processo ativo de construção de seu próprio conhecimento e de reflexões que possam contribuir para análises críticas e tomadas de decisões.

Quando as decisões e conhecimentos estão relacionados com o próprio corpo é possível que o interesse seja maior na medida em que a responsabilidade não é apenas social, é também de interesse individual. O risco de se usar temas que tenham um julgamento subjetivo de valor é que o professor deve se manter neutro no sentido de não induzir comportamentos preconceituosos. Para Zabala (1998) existem diversos tipos de conteúdos, a saber: a) conceituais (o aluno precisa “saber”); b) procedimentais (o aluno precisa “saber fazer”) e, c) atitudinais (conteúdos que admitem “ser”).

Os padrões de beleza são basicamente conteúdos atitudinais que podem ser utilizados para oficinas em disciplinas de artes, biologia, e até em matemática no caso de explorar, por exemplo, as dimensões do corpo humano (ângulos e simetrias) como eram estudos de Leonardo da Vinci.

Para utilizar a saúde bucal como tema em aulas do ensino médio, compete ao professor fundamentar-se teoricamente e comunicar-se em linguagem acessível para os alunos. A cavidade bucal, mais especificamente, os dentes são exemplos que podem ser utilizados para a fixação do aprendizado, porque permitem exemplos concretos que podem ser visualizados no próprio aluno ou nos indivíduos que estão na sua comunidade (MESQUINI; MOLINARI; PRADO, 2006).

A inter-relação que existe entre saúde bucal e padrões de beleza faz com que esses temas tenham uma significação individual importante com forte possibilidade de ser motivacional. Afinal, a busca pela beleza é um fenômeno econômico e social muito importante que gera riquezas, padrões de comportamento e uma busca considerável por uma felicidade interna. Segundo o cirurgião plástico Ivo Pitangui:

“...a busca pela beleza é semelhante: o ser humano deseja o bem-estar na sua intimidade e não apenas como consequência de saúde orgânica. É também o sentido de conviver em paz e tranquilidade com sua auto-imagem.”

Sabe-se que a integração entre química e a saúde bucal não é um fato novo (WALLACE; HANSEN, 1940). Entretanto, poucas experiências educacionais se valeram de problemas bucais para explicar fenômenos químicos (MESQUINI; MOLINARI; PRADO, 2006; TREVISAN, 2012). Geralmente, é a química que fundamenta e explica alguns dos eventos da cavidade bucal.

É no resgate da autoimagem que se baseia o uso do sorriso como tema de partida para o estudo de questões de equilíbrio químico. O tema é provavelmente de interesse para muitos alunos porque o sorriso determina valores que podem ser explorados como conteúdo atitudinal. A cárie dentária pode ser compreendida por um modelo de experimentação-problematização que remete aos conteúdos procedimentais (técnicas). Por fim, o equilíbrio químico se mostra como item básico (conceitos) que é fundamental para o entendimento dos conteúdos conceituais explicitados por Zabala (1998).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Desenvolver e avaliar uma proposta pedagógica de situação de ensino e aprendizagem que permita a inter-relação de conceitos sobre “equilíbrio químico”, cárie dentária e orientação em saúde bucal com enfoque em escovação dentária e uso racional do flúor.

3.2 Objetivos específicos

- Mensurar o grau de interesse no estudo de Química por parte de alunos do terceiro ano do ensino médio a fim de se estabelecer o perfil desses estudantes quanto ao comprometimento na aprendizagem de química e vivência escolar.
- Identificar assuntos em Química que sejam considerados de difícil compreensão por parte dos alunos do terceiro ano do ensino médio.
- Elaborar e avaliar uma situação de ensino aprendizagem do tipo sensibilizadora explorando a estética do sorriso para reforçar as medidas diárias de autocuidado (escovação e uso de fio dental) e manutenção da saúde bucal.
- Realizar atividade experimental de baixo custo operacional que possibilite a associação dos temas: cárie dentária, uso do creme dental fluoretado e equilíbrio químico em reações ácido-base.
- Avaliar as atividades desenvolvidas buscando contribuir para uma proposta de ensino contextualizada de conceitos de equilíbrio químico voltada para o ensino médio.

4 METODOLOGIA

4.1 Local do estudo e público-alvo

Este trabalho foi desenvolvido no Colégio e Curso IE localizado na Avenida Maximiano Figueiredo, número 200, Centro, João Pessoa, Paraíba. Os estudantes das três turmas do terceiro ano do ensino médio foram convidados a participar de três situações de ensino e aprendizagem. A amostra final de participantes foi de 90 alunos, sendo distribuídos em 38, 29 e 23 alunos do 3º ano A, B e C, respectivamente. O planejamento *in loco*, a execução e a coleta de dados transcorreram em todo o mês de junho de 2014. O assunto “equilíbrio químico” foi desenvolvido na escola no segundo ano e teve como base o livro didático da coleção textos pertencente ao Sistema de Ensino Dom Bosco (FARIA; MORAES, 2009).

4.2 Delineamento do estudo

Trata-se de um estudo de intervenção com avaliação contínua tendo como base a metodologia de Delizoicov (2002) com modificações. Estas atividades foram ministradas e vivenciadas somente após a confirmação que o ensino formal dos alunos sobre equilíbrio químico já teria de fato ocorrido no semestre anterior. Basicamente, três momentos chave de Situação Ensino e Aprendizagem (SEA) foram realizados:

- 1) *SEA-1: Sensibilização;*
- 2) *SEA-2: Experimentação com problematização;*
- 3) *SEA-3: Reflexão contextualizada e avaliação.*

Antes de se iniciar as atividades da SEA, foi realizada a determinação do perfil da amostra. Os alunos foram primeiramente convidados a responder um questionário a fim de se obter informações que contribuíssem para construção do perfil dos estudantes sobre a afinidade com a química, opinião sobre a influência da química na vida pessoal e futura profissão. Em adição, foram coletados dados identificados pelos próprios alunos como sendo de difícil compreensão, bem como observações sobre a visão do aluno no que tange à inter-relação da Química com outras disciplinas. Algumas questões foram respondidas tendo como plano de resposta uma escala visual analógica (EVA) (ALTMAN, 1991) (APÊNDICE I). As notas atribuídas na linha de 10 cm foram mensuradas em centímetros com uma régua de forma a converter a opinião do aluno em uma variável numérica. Os dados foram digitalizados em programa SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*, versão 17.0, SPSS Inc., Chicago, IL,

USA). Médias dos momentos (antes versus depois) foram comparadas por teste T de Student emparelhado com $p < 0,05$.

Uma semana após aplicação do questionário e compilação dos dados obtidos se determinou o perfil da amostra. Somente após esse “diagnóstico” as SEA foram realizadas. Esses momentos pedagógicos foram programados a fim de serem interligados. O requisito principal em termos de infraestrutura foi apenas a existência de uma sala com iluminação reduzida (sala de informática, vídeo) para fins de apresentação de material em data show. O restante do material pode ser adquirido com relativa facilidade.

De forma mais detalhada segue a lista de materiais e a descrição das atividades realizadas que tiveram uma duração aproximada de 2 horas.

4.2.1 Situação ensino aprendizagem SEA-1: Sensibilização (duração de 15 minutos)

- Material

Apresentação de slides em Powerpoint (ilustrações)

Data show

Ponteira Laser (opcional)

- Métodos

Os alunos foram convidados a observar e opinar sobre a aparência facial de indivíduos famosos de influência e atuação em eventos, filmes, novelas nacionais e internacionais. Na apresentação em software Power Point (Microsoft), duas fotos foram apresentadas por slide, sendo uma antes de serem famosos e depois da fama (Figura 1). Todas as fotos utilizadas são de domínio público, retiradas de sites que já trabalham a questão de imagem de pessoas públicas (atores e atletas famosos). Propositamente, as imagens selecionadas refletem alterações na estética do sorriso como fonte principal de melhoria de imagem facial.

As imagens utilizadas no SEA-1 foram obtidas dos sites:

- a) Glamour Magazine, coluna: “*Celebrity Teeth: Before and After*”

<http://www.glamourmagazine.co.uk/beauty/celebrity/2009/05/21/celebrity-teeth-pictures-before-and-after>

- b) Revista CARAS online: “*Transformação! Veja como eram os dentes dos famosos!*”

<http://caras.uol.com.br/bem-estar/antes-e-depois-como-eram-os-dentes-dos-famosos-ronaldinho-gaucho-grazi-massafera-tom-cruise#.Uw-CrPldVcg>

Figura 1. Exemplo de imagem utilizada na etapa de SEA-1. (Fonte: Glamour Magazine)



Uma discussão sobre padrão de beleza e saúde dental foi norteada a partir da opinião sobre os padrões de estética apresentados. Nesse ponto, a discussão inevitavelmente abordou temas como a escovação dentária e experiências boas e ruins vivenciadas pelos alunos no que tange a saúde bucal dos mesmos.

Para finalizar a SEA-1, os alunos foram estimulados a responder sobre qual seria a ligação entre cárie dentária e química. Em outras palavras: Como a química pode explicar a cárie dentária?

4.2.2 Situação ensino aprendizagem SEA-2: Experimentação com Problematização (duração de 60 minutos)

Ainda sob o efeito das informações e questionamentos que finalizaram a etapa anterior, os alunos foram convidados a formar grupos de quatro ou cinco participantes e realizar um experimento que simulasse o processo de cárie. Trata-se do experimento da casca do ovo em vinagre com adaptações (FEASEY et al., 2003). Os alunos receberam o roteiro do experimento e o material sem maiores explicações sobre os fenômenos a serem observados.

4.2.2.1 Experimentação:

- Materiais e Reagentes
- ½ cascas de ovo

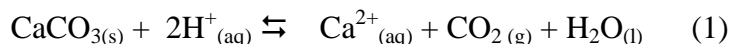
- caneta marcadora permanente
- tesoura
- 2 béqueres ou copos de vidro ou plástico de 100 a 250 mL
- vinagre (cerca de 200 mL)
- flúor gel tópico (1,23% NaF) ou gel dental (1100 ppm NaF)
- pincel ou escova de dente macia
- papel toalha
- saco de lixo
- roteiro de observação (APÊNDICE II)

-Procedimentos

Cascas de ovo foram coletadas de forma a deixá-las com duas partes iguais. Um pequeno orifício foi feito com cuidado pressionando um instrumento pontiagudo (tesoura ou compasso) na parte interna e côncava e mais profunda da $\frac{1}{2}$ casca de ovo. Usando uma caneta marcadora, a face externa da $\frac{1}{2}$ casca de ovo foi dividida por uma linha reta em duas superfícies convexas, sendo uma delas marcada com um ponto. Com o auxílio de um pincel, se espalhou uma camada de flúor gel em apenas um dos lados externos da casca de ovo (lado marcado com um ponto). Depois, se removeu o excesso de flúor com um guardanapo com o cuidado para não quebrar a casa do ovo e nem expor flúor no lado não marcado da casca de ovo. Em seguida, a casca do ovo foi posicionada no recipiente de plástico ou vidro transparente de forma a cobrir por completo a casca do ovo com o vinagre. O pequeno orifício feito na casca de ovo serviu para promover a saída de ar e garantir que a mesma se estabilizasse no fundo do recipiente. Solicitou-se para os alunos observarem as alterações na superfície da casca do ovo e escreverem as observações no roteiro.

- Interpretações esperadas da experiência:

- Interpretação esperada do ponto de vista da química: Os alunos foram solicitados a refletir sobre os eventos visualizados e a responder o roteiro (APÊNDICE III). Nesse ponto, informou-se aos grupos de alunos que a casca do ovo é formada, em grande parte, de carbonato de cálcio (CaCO_3). Quando se coloca o ovo em contato com o vinagre (ácido acético), observa-se a formação de gás carbônico devido à seguinte reação (na forma simplificada):



Essa reação não foi fornecida aos alunos. Esperou-se que os mesmos pudessem construí-la como foi solicitado no roteiro. Assim como também não foi fornecida a reação química solicitada quando da presença de carbonato de cálcio e fluoreto de sódio (lado marcado pelo flúor):



Somente depois do entendimento das reações (1) e (2) por parte dos grupos foi de que se buscou a similaridade entre elas. Os alunos foram levados a refletir que a reação 1 representa o processo de formação da cárie, e a reação 2 simula o efeito protetor do fluoreto sobre o esmalte dentário. Em seguida, os alunos refletiram que as bolhas “saindo” da casca do ovo são um indicativo de que a reação de fato ocorreu; no caso da dissolução do esmalte dentário (que é bem mais lenta e cumulativa), a visualização seria uma cavidade.

- Interpretação esperada do ponto de vista odontológico: devemos escovar os dentes para remover as bactérias da boca, mas também para expor os dentes ao flúor e assim estimular a formação de glóbulos de fluoreto de cálcio para nos proteger dos ataques ácidos. Como a dissolução destes glóbulos de cálcio ocorre com certa velocidade (6 horas), daí temos a necessidade de escovar os dentes três vezes ao dia. Reflexão final: A escovação não deve ser feita para dar um gosto melhor à boca, mas para disponibilizar flúor para a cavidade bucal.

Em resumo, a discussão é concluída quando os alunos entendem que ao escovarmos os dentes não estamos apenas limpando as superfícies dentárias, estamos nos expondo aos compostos de flúor (fluoreto de sódio, monoflúor fosfato de sódio-MFP) que formam glóbulos de fluoreto de cálcio na superfície dentária (esmalte) e que nos protege das lesões de cárie (FEJERSKOV, KIDD, 2008).

4.2.2.2 *Problematização:*

Os alunos foram solicitados a apresentarem as observações encontradas e a partir de um paralelo entre dente (representado pela casca de ovo) e ácido bacteriano (representado pelo vinagre) e tentaram justificar os fenômenos observados através do

levantamento de hipóteses. Nesse contexto, para reforçar os conceitos adquiridos, após a apresentação dos alunos, mostrou-se um vídeo de 8 minutos de duração sobre cárie dentária e uso do flúor (NÅR et al., 1998). Após o vídeo, questões específicas de cuidados com a saúde bucal foram reforçadas e houve uma etapa de explicação sobre o processo cariioso como sendo um problema de equilíbrio heterogêneo, constituindo-se em um momento de associação entre os temas da odontologia (cárie dentária) e química (equilíbrio químico).

Após essa atividade, procurou-se trabalhar na forma de aula expositiva de 12 slides com alguns conceitos básicos de equilíbrio químico, já identificados na literatura como problemáticos (MACHADO; ARAGÃO, 1996; TYSON; TREAGUST; BUCAT, 1999; UEHARA, 2005): a) definição do estado de equilíbrio de uma reação química, ou seja, o aspecto dinâmico do equilíbrio químico, b) significado da dupla seta (reversibilidade das reações), c) o significado da constante de equilíbrio, d) confusão entre massa e concentração, e) diferença entre fenômenos e suas representações.

Por fim, 3 exercícios e 3 exemplos baseados no livro didático da escola (FARIA, MOARES, 2009) foram apresentados buscando uma ligação com o experimento e com o processo de desmineralização do esmalte dentário como modelo da cárie. Os temas discutidos nos exemplos e usados como reforço no ensino de equilíbrio químico foram: a) reversibilidade das reações; b) constante de equilíbrio em função de concentrações molares (K_c); c) fatores que deslocam o equilíbrio químico (princípio de Le Chatelier, efeito do íon comum, temperatura); d) equilíbrio iônico da água, e) fatores que não influenciam K_c (sólidos, água) e produto de solubilidade (K_{ps}).

4.2.3- Situação ensino aprendizagem SEA-3: Reflexão contextualizada e avaliação (15 min)

- Descrição: Nesta etapa um instrumento de avaliação mais simplificado do que o modelo aplicado por (UEHARA, 2005) e em parte com as mesmas perguntas aplicadas na determinação do perfil do aluno foi utilizado (APÊNDICE III). As questões mais específicas foram incluídas para avaliar a capacidade dos alunos na resolução de questões de equilíbrio químico relativas ao experimento realizado, bem como avaliar a atividade pedagógica realizada (APÊNDICE III).

5 RESULTADOS

Os resultados são apresentados na forma de quadros e figuras. O quadro 2 apresenta os resultados sobre os assuntos em química que foram identificados pelos alunos como sendo os mais problemáticos para o aprendizado. Em resumo, os temas mais difíceis para os estudantes do IE Colégio e Curso foram para o primeiro, segundo e terceiro ano (ainda em curso), cálculos químicos e estequiométricos, equilíbrio químico e isomeria, respectivamente:

Quadro 2. Frequencia de respostas relativas aos temas de Química que os estudantes (n=90) do Colégio IE relataram apresentar dificuldades de aprendizagem. A lista de temas é apresentada por série do período no ensino médio. João Pessoa, 2014.

Primeiro ano do ensino médio			
Temática	Dificuldade de aprendizagem		% de alunos com resposta SIM
	SIM	NÃO	
Cálculos químicos e estequiométricos	77	13	85,6
Ligações químicas	30	60	33,3
Tabela periódica	26	64	28,9
Funções inorgânicas	14	76	15,6
Transformações	6	84	6,7
Segundo ano do ensino médio			
Temática	Dificuldade de aprendizagem		% de alunos com resposta SIM
	SIM	NÃO	
Equilíbrio químico	54	36	60,0
Gases	35	55	38,9
Eletroquímica	26	64	28,9
Cinética química	21	69	23,3
Termoquímica	20	70	22,2
Terceiro ano do ensino médio			
Temática	Dificuldade de aprendizagem		% de alunos com resposta SIM
	SIM	NÃO	
Isomeria	44	46	48,9
Compostos Orgânicos I e II	41	49	45,6
Nomenclatura	36	54	40,0

O quadro 3 apresenta as disciplinas citadas livremente pelos alunos como sendo aquelas que mais se relacionam com a Química

Quadro 3. Frequência de respostas dos estudantes (n=90) do Colégio IE relativas à interface da Química com outras disciplinas do ensino médio. João Pessoa, 2014.

Disciplina	Interface com a Química?		% de alunos
	SIM	NÃO	
Biologia	77	13	85,6
Física	65	25	72,2
Matemática	40	50	44,4
Geografia	15	75	16,7
História	02	88	2,2

Observa-se que a maioria dos alunos listou a Biologia como sendo a disciplina que se relaciona com a Química. Esse valor de frequência da Biologia foi superior ao da escolha de Física e duas vezes maior que o valor percentual para Matemática.

A figura 2 apresenta o ambiente escolar (sala de vídeo da escola) onde foi realizada a situação de ensino aprendizagem 2 (.SEA-2)

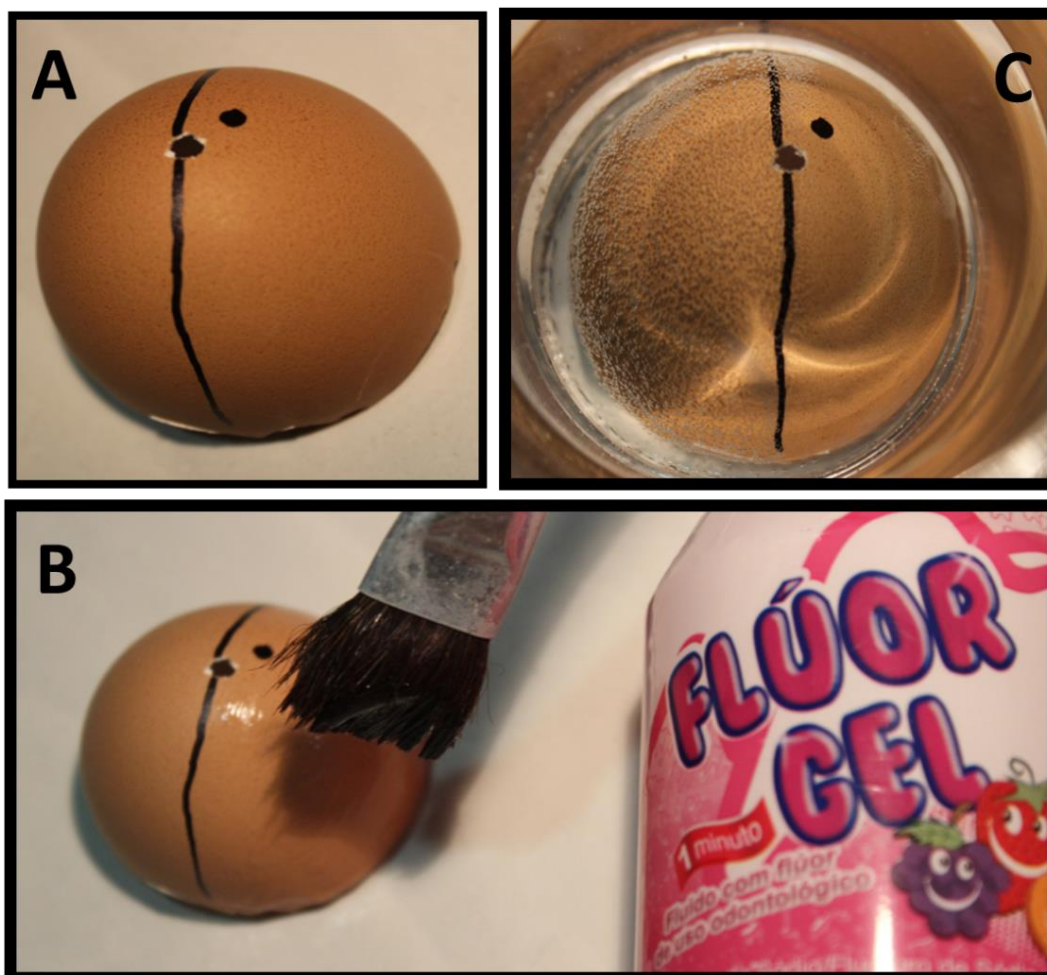
Figura 2. Alunos do Colégio IE participam em grupos da etapa de problematização com atividade de experimentação (SEA-2).



A figura 3 ilustra o procedimento experimental e a visualização na formação de bolhas de CO_2 no lado da casca de ovo não exposta ao flúor. As figuras 4 e 5 são ilustrações que apresentam as atividades desenvolvidas na SEA-2.

Observam-se os diferentes padrões de respostas para o experimento da casca do ovo no vinagre.

Figura 3. Fotografia do experimento em que a casca de ovo é degradada pelo vinagre e observa-se a formação de gás (CO_2). (A) Casca do ovo com marcação (linha e ponto) e ofício para servir de escape e eliminação do ar preso na parte côncava. (B) Pincel é utilizado para expor a casca o ovo ao flúor gel de flúor fosfato ácido a 1,23%. (C) Observação das bolhas de ar (gás carbônico) sendo formadas apenas no lado não exposto ao flúor.



Evidencia-se a diferença de respostas entre os grupos de alunos no que diz respeito à compreensão das reações químicas, aos cuidados quanto ao cálculo


estequiométrico, bem como na associação entre observação macroscópica do experimento e a explicação do ponto de vista da química.

Figura 4. Respostas de um dos grupos de alunos que participaram da atividade de ensino e aprendizagem proposto. Observar que o grupo de alunos foi capaz de responder as perguntas de forma coerente, de construir a equação química e de efetuar o balanceamento das equações de forma satisfatória.

1) Descreva o que se observa em cada lado da casca do ovo quando em contato com o vinagre e faça um desenho da sua observação.

Do lado marcado com o flúor gel, a corrosão demorou mais a se proliferar, já no lado oposto, foi imediato, instantâneo.

Lado Marcado Lado não Marcado



2) Como você explica as observações no lado marcado (exposto com flúor) e lado não marcado (sem flúor) na casca do ovo?

Lado Marcado Lado não marcado

Protegido pelo flúor. Não era protegido pelo flúor.

3) Sabendo-se que a casca de ovo é basicamente carbonato de cálcio (CaCO_3) e o vinagre é ácido acético ($\text{H}_3\text{C-COOH}$), você poderia expressar essa reação química do lado não marcado do ovo?

$$\text{CaCO}_3 (s) + 2\text{CH}_3\text{COOH} (aq) \rightarrow \text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$$

4) Sabendo-se que o lado marcado do ovo foi exposto ao gel de fluoreto de sódio (NaF), como você expressaria a reação química anterior com a presença do flúor?

$$\text{CaCO}_3 + 2\text{NaF} \rightarrow \text{CaF}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3$$


Uma observação importante para a maioria dos grupos foi o entendimento que a reação do carbonato de cálcio com o vinagre apenas simula a reação de desmineralização do esmalte. Ou seja, na cavidade bucal, a reação de dissolução do esmalte não implica na formação de gás carbônico. Observou-se que para a maioria

dos alunos houve a compreensão sobre o papel do flúor no creme dental como agente protetor dos elementos dentais.

Figura 5. Respostas de um dos grupos de alunos que não foi capaz de responder a todas as perguntas de forma satisfatória. Observa-se a dificuldade de compreensão sobre a equação química de dupla troca no item 4, e dificuldades em responder os itens 2 e 3.

1) Descreva o que se observa em cada lado da casca do ovo quando em contato com o vinagre e faça um desenho da sua observação.

Com passar do tempo o lado sem flúor sofreu a reação mais rápida do que a com flúor.



2) Como você explica as observações no lado marcado (exposto com flúor) e lado não marcado (sem flúor) na casca do ovo?

No lado com flúor houve ~~uma~~ retardo da reação.

3) Sabendo-se que a casca de ovo é basicamente carbonato de cálcio (CaCO_3) e o vinagre é ácido acético ($\text{H}_3\text{C-COOH}$), você poderia expressar essa reação química do lado não marcado do ovo?

0

$$\text{CaCO}_3 + \text{H}_3\text{C-COOH} \rightarrow \text{CaO} + \text{H}_3\text{COOH} + \text{CO}_2$$

4) Sabendo-se que o lado marcado do ovo foi exposto ao gel de fluoreto de sódio (NaF), como você expressaria a reação química anterior com a presença do flúor?

$$\text{CaCO}_3 + \text{NaF} \rightarrow \text{CaCO}_3\text{NaF}$$

O quadro 4 mostra o padrão de acerto para algumas questões apresentadas no SEA-3. Observa-se que uma das dificuldades ainda frequente entre os alunos está na capacidade de expressar a constante de equilíbrio a partir de uma reação química. E um dos erros mais frequentemente observados foi a inversão entre numerador (produtos) e denominador (reagentes) no cálculo de Kc.

Quadro 4. Frequência de respostas que permitiram avaliar a habilidade dos estudantes (n=90) do Colégio IE em alguns temas relacionados com equilíbrio químico. As perguntas foram baseadas nas reações químicas do experimento da casca de ovo com vinagre simulando um processo cariioso, ou seja, de desmineralização dentária. João Pessoa, 2014

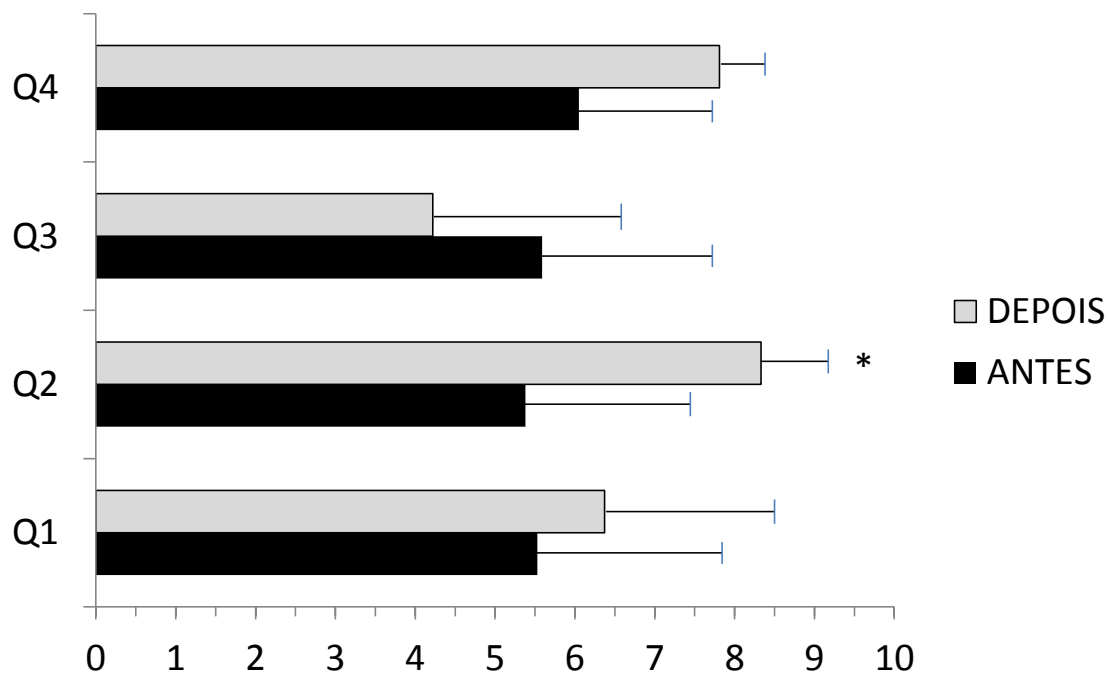
Habilidade	Resposta correta		% de alunos com acerto na resposta
	SIM	NÃO	
5.1 Classificar equilíbrio químico quanto ao tipo de sistema (homogêneo ou heterogêneo)	85	5	94,4
5.2 Classificar equilíbrio químico quanto ao tipo de partícula (iônico ou molecular)	76	14	84,4
6. Capacidade de expressar a constante de equilíbrio a partir de uma reação química	44	46	48,9
7.1 Compreender a influencia de um sólido na constante de equilíbrio em um equilíbrio heterogêneo.	81	9	90,0
7.2 Entender sobre a influência da concentração de um reagente na constante de equilíbrio.	81	9	90,0
8 Compreender sobre a influencia de um ácido (pH <7) na desmineralização do esmalte dentário.	54	36	60,0

Os valores médios (desvios-padrões) das notas para as perguntas com escala visual analógica (EVA) apresentaram de um modo geral, padrões iniciais (antes da SEA) em torno de 5,0 e 6,0. Mais precisamente, para as questões 1 (Q1) , 2 (Q2), 3 (Q3) e 4 (Q4), esses valores foram de 5,5(2,9), 5,3(2,9), 5,6(2,3), 6,0(3,3), respectivamente.

Os valores médios (desvios-padrão) das notas das respostas após a realização da SEA para Q1, Q2, Q3, e Q4 foram de 6,3(2,7), 8,3(1,7), 4,2(2,7), 7,8 (2,3), respectivamente.

As comparações entre os valores médios do antes e depois da SEA , não mostraram significância estatística (Teste T pareado, $p < 0,05$), exceto pela questão 2 que lida com o tópico da química ser uma disciplina importante para a vida pessoal do aluno.

Figura 6. Valores médios e desvio padrão das notas atribuídas por 90 estudantes do terceiro ano do ensino médio de uma escola particular da cidade de João Pessoa (PB) a quatro perguntas: Q1 = você gosta de química?; Q2= Você acha que adquirir conhecimentos em química é importante para a sua vida pessoal? ; Q3= Você tem dificuldades em entender o assunto nas aulas de química?; Q4 = Você acha que química vai contribuir para o seu futuro profissional? As médias das notas foram atribuídas de zero a dez aplicando-se uma escala visual analógica (EVA) em dois momentos (antes e depois das situações de ensino e aprendizagem). * Indica significância estatística (antes versus depois) pelo teste T de Student Pareado, com $p < 0,05$.



6 DISCUSSÃO

Esse trabalho representa uma estratégia de explorar o ensino de equilíbrio químico numa perspectiva contextualizada e integrada com uma ação de saúde do cotidiano do estudante que é a escovação dentária. Um aspecto interessante nessa abordagem é o benefício da motivação para os autocuidados em saúde bucal que são necessários aos adolescentes e que muitas vezes são esquecidos nessa fase da vida. Em adição, ao se abordar aspectos estéticos de pessoas famosas podemos evidenciar que personalidades famosas muitas vezes idolatradas, são em realidade pessoas como qualquer cidadão e com problemas bucais passíveis de ocorrer em qualquer indivíduo. Em outras palavras, desconstruindo a beleza dos famosos podemos atrair a atenção dos estudantes para a importância nos cuidados em higiene bucal e melhoramento estético do sorriso. Nesse contexto, a etapa de sensibilização (SEA-1) buscou um fator motivador relacionado à autoestima e aos padrões de beleza da sociedade sem estimular a beleza de forma isolada, mas em uma perspectiva de saúde.

As diferentes vertentes sobre a questão dos padrões de beleza estabelecidos numa sociedade podem ser discutidas por diferentes grupos sociais onde se inclui o contexto do ambiente escolar. Nessa perspectiva, uma proposta pode ser um trabalho com textos sobre os padrões de beleza na evolução da humanidade juntamente com professores de História. A título de exemplo, fragmentos do texto sobre a beleza de autoria de Umberto Eco pode ser o ponto de partida para uma discussão sobre o feio e o belo, e os desequilíbrios inerentes às essas condições (ECO, 2010). Dentre os desequilíbrios e contradições, o professor pode explorar questões de como o feio pode gerar *bullying* e comportamentos anti-sociais como racismo. Esse tema é importante ainda por explorar o problema da busca doentia pelo padrão de beleza da nossa cultura que tem visto meninos em academias de musculação e meninas com anorexia. É importante o alerta de como esse comportamento pode gerar problemas de saúde (DIBIASE; SANDLER, 2001).

Em nenhum instante se buscou estimular o melhoramento estético com algo restrito a poucos privilegiados, ou desvinculado das questões de saúde. Pelo contrário, o acesso a tratamentos ortodônticos, odontológicos estéticos vem aumentando consideravelmente no país, assim como no estado da Paraíba. Portanto, inovações em saúde estão se tornando acessíveis e podem reduzir em parte a demanda de necessidades odontológicas das recentes décadas (BRASIL, 2012; CASTRO et al.,

2014). Esta é uma situação vivenciada pela cidade de João Pessoa que tem em tramitação um projeto de fluoretação de águas a fim de reduzir os elevados índices de cárie dentária da população pessoense (BRASIL, 2012). Desta forma, o tema saúde bucal no contexto das escolas da cidade de João Pessoa é um assunto importante e vinculado com a realidade epidemiológica atual. Vale ressaltar que a fluoretação de águas como medida de controle de cárie é uma medida de saúde pública segura e regulamentada por lei desde meados dos anos 70 (DUQUE et al., 2013; SAMPAIO; LEVY, 2011). E, embora a fluoretação de águas seja uma medida já implantada há diversos anos nas regiões Sul e Sudeste, nas regiões Norte e Nordeste essa medida somente recentemente vem sendo implantada.

A evidência que as situações de ensino e aprendizagem (SEA) realizadas foram de certa forma uma experiência transformadora, está no resultado favorável da questão sobre adquirir conhecimentos em Química ser importante para a vida pessoal. De início, uma boa parcela de alunos não reconheceu a Química como sendo uma ciência presente na vida pessoal. Entretanto, após os momentos pedagógicos realizados, observou-se uma significativa melhora na opinião sobre essa questão (figura 6). Certamente o vínculo do tema equilíbrio químico com escovação dentária seja um exemplo importante do cotidiano para se evidenciar o papel da Química nas nossas vidas. Todas as outras questões que permitiram uma comparação entre o antes e o depois do momento pedagógico demonstraram uma melhora nos escores. Isso foi evidente inclusive na única questão onde seria aguardado um decréscimo na nota como reflexo de evolução que é a questão três. Essa pergunta abordou sobre o grau de dificuldade no entendimento das questões de química. Observou-se um decréscimo na nota atribuída pelos alunos indicando uma pequena melhora no entendimento sobre um dos temas na Química que, no caso foi sobre equilíbrio químico.

A avaliação do perfil de alunos mostrou que os mesmos conseguiram associar a Química com a Biologia e com a Física. Curiosamente, a Matemática não foi a mais citada, embora uma significativa parcela dos alunos tenha expressado dificuldades em compreender cálculos químicos e cálculos estequiométricos no primeiro ano (Quadro 2). Aparentemente, essa fraca vinculação da Química com a Matemática mostra uma deficiência real dos alunos em questões de Matemática e, por conseguinte em compreender alguns tópicos em Química. A dificuldade em aprender Química em

função das dificuldades no raciocínio matemático já foi evidenciada por outros pesquisadores (TYSON; TREAGUST; BUCAT, 1999; UEHARA, 2005).

A presente proposta de SEA foi realizada em uma escola particular e certamente seria interessante uma comparação com uma escola pública da cidade. Entretanto, diversos fatores contribuíram para que esta experiência pedagógica não fosse realizada em escolas públicas. Dentre esses fatores podemos identificar pelo menos dois motivos: a) muitas escolas públicas têm dificuldade em ministrar o tema “equilíbrio químico” no segundo ano em função do fraco desempenho em temas como soluções, reações químicas e cinética. Em consequência, o tema equilíbrio químico fica para o terceiro ano e geralmente é ministrado de forma superficial e no final do curso (dados de observação não mostrados e coletados em seis escolas públicas da cidade de João Pessoa); b) o professor não se sente capaz de ministrar o tema e tem dificuldades em associá-lo as questões do cotidiano. É interessante notar que outros pesquisadores no Brasil e no exterior também identificaram problemas similares (MACHADO; ARAGÃO, 1996; TYSON; TREAGUST; BUCAT, 1999).

A escolha da experiência do ovo com as modificações propostas se mostrou factível para aplicação na escola. Originalmente, a experiência de se colocar um ovo exposto ao vinagre é da Biologia. Nesse caso, o experimento tem por objetivo demonstrar o fenômeno de osmose fazendo uso de vinagre e corantes (COCANOUR; BRUCE, 1985). Em uma das versões adaptada para demonstrar o efeito protetor do flúor sobre os dentes, o roteiro recomenda a exposição de um ovo de galinha ao creme dental fluoretado por um período de 24 horas. Depois em recipientes separados são colocados um ovo não exposto ao creme dental e no outro o ovo exposto ao flúor do creme dental (FEASEY et al., 2003).

A adaptação da experiência do ovo no vinagre para o ensino de equilíbrio químico como proposta no nosso trabalho se mostrou necessária porque ao se utilizar dois recipientes separados poderíamos reforçar a errônea concepção de que o equilíbrio químico ocorre em dois recipientes separados (MACHADO; ARAGÃO, 1996). Por esse motivo, se buscou um experimento que permitisse a observação de um fenômeno (formação de CO_2) vinculado à reação química (1) e ausência e retardo do mesmo fenômeno explicado pela reação química (2) ocorrendo no mesmo recipiente (Figura 3). Desta forma, acreditamos que a errônea interpretação sobre reações de equilíbrio químico ocorrer em recipientes diferentes pode ser superada. Explicações vinculadas às

questões de cinética puderam ser observadas pelos alunos quando do retardo na formação de CO_2 no lado do ovo exposto ao fluoreto de sódio (Figuras 4 e 5).

O flúor gel a 1,23% (12.300 ppm) foi utilizado para garantir a rápida formação de fluoreto de cálcio. Uma alternativa a essa proposta é o uso de gel dental a 1100 ppm. E, para facilitar a formação de fluoreto de cálcio com essa exposição menos concentrada de flúor recomenda-se expor a casca de ovo ao gel dental por um período de 24 horas antes do experimento seguindo as instruções já publicadas (FEASEY et al., 2003). De outro modo, pode-se optar por diluir o vinagre. Em todo o caso, recomenda-se verificar as velocidades de reações visualmente para garantir que o aluno observe a diferença nos tempos de degradação da casca de ovo entre a parte exposta e a não exposta ao flúor (Figura 3).

Vale ressaltar que essa proposta de trabalho teve por objetivo reforçar os conceitos de equilíbrio químico ministrados anteriormente. Dessa forma, a proposta não teve o intuito de substituir a aula tradicional, mas de complementá-la. O instrumento de avaliação aplicado na SEA-3 não levou em consideração questões do livro didático com uso de K_p ou mesmo questões já exploradas por outros pesquisadores dessa temática (MACHADO; ARAGÃO, 1996; TYSON; TREAGUST; BUCAT, 1999; UEHARA, 2005). O nosso intuito foi de avaliar a capacidade do aluno vincular seus conhecimentos com as atividades desenvolvidas na etapa de experimentação-problematização (SAE-2).

Vários alunos foram capazes de responder corretamente sobre a pouca influência que teria um composto sólido em K_c , como visto no resultado das perguntas 7.1 e 7.2 (Quadro 4). Por outro lado, uma parcela desses alunos provavelmente não seria capaz de explicar esse fenômeno de forma satisfatória uma vez que praticamente metade dos alunos não conseguiram expressar a constante de equilíbrio a partir de uma reação química, questão 6 (Quadro 4). A interpretação desses resultados indica que os alunos possuem habilidade de observação macroscópica dos fenômenos, mas os mesmos têm dificuldades em explicar o fenômeno do ponto de vista microscópico a partir das teorias científicas (química) e, nem fazer a sua expressão representacional por uso de equações químicas indicando pouco domínio da linguagem da química (Figuras 4 e 5). Do mesmo modo, há dificuldades no uso de expressões matemáticas como o K_c (Quadro 4). Essa observação é também relatada em estudos internacionais no ensino de equilíbrio químico (JONHSTONE, 1977; TYSON; TREAGUST; BUCAT, 1999).

Um relevante aspecto do experimento é a apresentação do material sem fornecer detalhes sobre o fenômeno a ser observado. Procurou-se de certa forma a realização de experimento assumindo uma perspectiva construtivista (HODSON,1985; TACOSHI; FERNANDES, 2009).

Segundo Prado (2003), uma situação de ensino e aprendizagem deve propiciar ao aluno a possibilidade de vivenciar ações reflexivas de forma ao aluno “aprender-fazendo”. De um lado, procurou-se enfatizar ao aluno que ao escovar os dentes ele está interferindo em um desequilíbrio químico heterogêneo (desmineralização do esmalte dentário) que pode resultar em uma cavidade (cárie dentária). Certamente os princípios matemáticos que explicam esse fenômeno talvez não sejam compreendidos por todos os alunos. Por outro lado, a vinculação do assunto equilíbrio químico com uma atividade do cotidiano com orientação em saúde é um oportunidade ímpar de reconhecimento e significação. Para o professor, esses momentos pedagógicos representam uma oportunidade de demonstrar que o mesmo se encontra em sintonia com os problemas da cidade e ciente das demandas epidemiológicas locais. Por fim, o professor não precisa ser um odontólogo para associar os temas equilíbrio químico e saúde bucal, resta apenas que ele dê o exemplo e se apresente como um indivíduo consciente da importância sobre os autocuidados em saúde e promoção de saúde.

7 CONCLUSÕES

- Observou-se um baixo grau de interesse no estudo de Química por parte dos alunos da escola onde se desenvolveu o estudo. E, os alunos ainda expressaram que a Química teria pouca importância para a vida pessoal e profissional dos mesmos.
- Os alunos do terceiro ano do ensino médio da escola vincularam a Química com a Biologia e a Física e em menor magnitude houve a vinculação da Química com a Matemática. Dentre os temas considerados de difícil compreensão identificou-se: cálculos estequiométricos, equilíbrio químico e isomeria.
- As SEA (situações de ensino e aprendizagem) desenvolvidas foram consideradas efetivas por parte dos alunos e possibilitaram o reforço de conhecimento em alguns conceitos explorados no assunto equilíbrio químico.
- As SEA desenvolvidas tiveram o mérito de ensinar conceitos de química associados com recomendações sobre a necessidade diária de medidas de autocuidado e manutenção da saúde bucal de uma maneira que permitiu ao aluno fazer interpretações e articular conhecimentos com o seu cotidiano.

REFERÊNCIAS

AMARANTE, B. **A influência da mídia no modelo de beleza: um estudo dos padrões estéticos para adolescentes.** 2005. 170 p. (Monografia de Curso de Especialização). Especialização no Curso de Pós-Graduação em Educação Sexual da Universidade do Estado de Santa Catarina. 2005.

ALTMAN, D. G. **Practical Statistics for Medical Research.** London, UK: Chapman and Hall; 1991. p 456.

ARNEBERG, P.; SAMPAIO, F. C. **Fluoretos.** In: Buischi, I. P. **Promoção de saúde bucal na clínica odontológica.** São Paulo: Artes Médicas, 2000. p. 215-42.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional.** Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. 650 p.

BORDENAVE, J. E. D. A opção pedagógica pode ter consequências individuais e sociais importantes. **Revista de Educação - AEC.** n 54, p. 41-5, 1984.

BOTA, F. B. **Atributos da Qualidade: Um Estudo Exploratório em Serviços de Estética e Beleza.** 2007. 83 p. (Dissertação de Mestrado). Mestrado em Gestão Empresarial. Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas, Centro de Formação Acadêmica e Pesquisa. 2007.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.** Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, v. 134, n. 248, 23 dez. 1996. Seção I, p. 27834-27841.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Pcn+ Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.** Brasília: 2002.

BRASIL, Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. **Projeto SB Brasil 2003: condições de saúde bucal da população brasileira 2002-2003: resultados principais.** Brasília: Ministério da Saúde; 2004. 68 p. Série C. Projetos, Programas e Relatórios.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **SB Brasil 2010: Pesquisa Nacional de Saúde Bucal: resultados principais** / Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2012.

CACHAPÚZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A.M.P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. (Org.). **A necessária renovação do ensino das ciências.** São Paulo: Cortez, 2005, p.37-105.

CARDOSO, S. P.; COLINVAUX D. Explorando a Motivação para Estudar Química, **Química Nova.** Ijuí: Unijuí, v.23, n.3, 2000.

ten CATE, J M.; DUIJSTERS, P. P. Influence of fluoride in solution on tooth demineralization. I. Chemical data. **Caries Research**. v. 17, p. 193-9, 1983.

CASTRO, K. S.; FERREIRA, A. C. A.; DUARTE, R. M.; SAMPAIO, F. C.; MEIRELES, S. S. Acceptability, Efficacy and Safety of Two Treatment Protocols for Dental Fluorosis: A Randomized Clinical Trial. **Journal of Dentistry**, v. 14, p. S0300-5712, 2014.

CHASSOT, A. **Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação**. 3.ed. Ijuí: Unijuí, 2003. 438 p.

COCANOUR, B.; BRUCE, A. Osmosis and the Marvelous Membrane. **Journal of College Science Teaching** , v.15, n. 2, p127-30, 1985.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: Fundamentos e Métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

DIBIASE, A. T.; SANDLER, P. J. Malocclusion, orthodontics and bullying. **Dental Update**, v. 28, n. 9, p. 464-467, 2001.

DUQUE, C.; ARTHUR, R. A.; RIBEIRO, A. A.; SAMPAIO, F.C.; FORTE, F. D. S. **Uso do flúor na prevenção e no tratamento da cárie dentária**. In: DUQUE, C.; CALDO-TEIXEIRA, A. S.; RIBEIRO, A. A.; AMMARI, M. M.; de ABREU, F. V.; ANTUNES, L. A. A. (Org.). *Odontopediatria: Uma visão contemporânea*. 1ª ed. Santos: Livraria Santos Editora Ltda, 2013, v. 1, p. 250-276.

ECO, U. (org.). **História da Beleza**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Record, 2010. p.418.

FARIA, D.; MORAES, E. **Físico-química: Cinética e equilíbrio químico**. Curitiba: Dom Bosco, 2009. 40 p.

FEASEY, R.; GOLDSWORTHY, A.; PHIPPS, R.; STRINGER, J. Why clean your teeth? **New Star Science Six Minute Science Year 3**. 1a ed. Harlow: Pearson Education Limited, 2003. p. 9-10

FEJERSKOV, O.; KIDD, E. (eds.) **Dental Caries the Disease and Its Clinical Management**. 2a ed. Oxford: Blackwell Munksgaard. 2008. 640 p.

FERREIRA, J. M. S.; MASSONI, A. C. L. T.; FORTE, F. D. S.; SAMPAIO, F. C. Conhecimento de alunos concluintes de Pedagogia sobre saúde bucal. **Interface Comunicação Saúde Educação**, v. 9, n. 17, p. 381-388, 2005.

FREIRE, P. **Medo e Ousadia: o Cotidiano do Professor**. 2.ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. 16. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2000.

GIANI, K. **A experimentação no ensino de ciências: possibilidades e limites na busca de uma aprendizagem significativa**. 2010. 33 p. Proposta de ação profissional resultante da Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, Brasília. 2010.

GIORDAN, M. Experimentação e Ensino de Ciências. **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 43-49, 1999.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. **Química Nova na Escola**. v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

HODSON, D. Philosophy of science, science and science education. **Studies in Science Education**, New York, n.12, p.25-57, 1985.

JONHSTONE, A.H. Chemical equilibrium and its conceptual difficulties. **Education in Chemistry**, n.14, p. 169-171, 1977.

KELLEHER, M. G.; DJEMAL, S.; LEWIS, N. Ethical marketing in 'aesthetic' ('esthetic') or 'cosmetic dentistry'. Part 1. **Dental Update**. v. 39, n 5, p. 313-6, 318-20, 323-4. 2012.

LARSSON P. Methodological studies of orofacial aesthetics, orofacial function and oral health-related quality of life. **Swedish Dental Journal**. Suppl. n 204, p.11-98, 2010.

LI, Y. Safety controversies in tooth bleaching. **Dental Clinics of North America**. v. 55, n 2, p.255-63, 2011.

LIBÂNIO, J. C. Tendências pedagógicas na prática escolar. **Revista da Ande**. n. 6, p.11-9, 1982.

LIBÂNIO, J. C. **Pedagogia e pedagogos: inquietações e buscas**. Educar, Curitiba, n. 17, p. 153-176, 2001.

MACHADO, A. O.; ARAGÃO, R. M. R. Como os estudantes concebem o estado de equilíbrio químico. **Química Nova na Escola**. n. 4, p. 18-20, 1996.

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de química professor/pesquisador**. 2. ed. revisada. Ijuí: Unijuí, 2003, 424 p. Coleção educação em química.

MARCONDES, M. E. R.; PEIXOTO, H. C. R. **Interações e transformações-Química para o ensino médio: uma contribuição para a melhoria do ensino**. In: ZANON, L. B.; MALDANER, O. A. (Org.). Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil. Ijuí: Unijuí, 2007. 224 p.

MARCONDES, M. E. R. Proposições Metodológicas Para O Ensino De Química: Oficinas Temáticas Para A Aprendizagem Da Ciência e O Desenvolvimento Da Cidadania. **Em Extensão**, n. 7, p 67-77, 2008.

MASKILL, R.; CACHAPUZ, A. F. C. Learning about the chemistry topic of equilibrium: the use of word association tests to detect developing conceptualizations. **International Journal of Science Education**, v. 11, n. 1, p. 57-69, 1989.

MASSAHUD, N. V.; TOTTI, J. L. de S. Estudo cefalométrico comparativo das alterações no perfil mole facial pré e pós-tratamento ortodôntico com extrações de pré-molares. **Jornal Brasileiro de Ortopedia Facial**, v. 50, n. 9, p. 109-19, 2004.

McCANN, H. G. The solubility of fluorapatite and its relationship to that of calcium fluoride. **Arch Oral Biol**. v. 13, p. 987-1001. 1968.

MESQUINI, M. A.; MOLINARI, S. L.; PRADO, I. M. M. Educação em saúde bucal: uma proposta para abordagem no Ensino Fundamental e Médio. **Arquivos do Mudi**. v. 10, n 3, p. 16-22, 2006.

MIZUKAMI, M. G. N. **Ensino: as abordagens do processo**. São Paulo: EPU, 1986, 119 p.

NEWTON, P.; DRIVER, R.; OSBORNE, J. The place of argumentation in the pedagogy of school science. **International Journal of Science Education**. v. 21, n. 5, p. 553-576, 1999.

NUNES, A. O.; NUNES, A. O. PCN – Conhecimentos de química, um olhar sobre as orientações curriculares oficiais. **Holos**. v. 2, n 23, p. 105-113, 2007.

PRADO, M. E. B. B. O papel do professor na criação de situações de aprendizagem. 2003. Disponível em:
<http://www.ich.pucminas.br/pged/interact/viewfile.php/1/file/54/34/PDF.pdf>
Acesso em: junho 2014.

RATCLIFFE, M.; GRACE, M. **Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues**. Maidenhead: Open University Press. 2003. 160 p.

SABADINI, E.; de AZAMBUJA BIANCHI, J. C. Ensino do conceito de equilíbrio químico: uma breve reflexão. **Química Nova da Escola**, n. 25, p. 10-13, 2007.

SAMPAIO, F. C.; LEVY, S. M. **Systemic Fluoride**. In: Buzalaf MAR (ed): Fluoride and the Oral Environment. Monogr Oral Sci. Basel, Karger, v. 22, 2011, p 133–145.

SANMARTÍ, N.; ALIMENTI, G. La evaluación refleja el modelo didáctico: análisis de actividades de evaluación planteadas en clases de química. **Rev Educación Química**, v.15, n02, 2004, p.120-128.

SANTOS, W. L. P. **Aspectos sócio-científicos em aulas de química**. 2002. 336 p. (Tese de doutorado). Curso de Doutorado da Faculdade de Educação. Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG. Belo Horizonte: UFMG 2002.

SANTOS, W. L. P. Abordagens do processo de ensino e aprendizagem. **Integração**. v. 11, n. 40, p. 19-31, 2005

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**. V. 14, n. 2, p 191-218, 2009.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: Compromisso com a cidadania**. 3ª Ed. Ijuí: Unijuí Editora, 2003.

SAVIANI, D. **Escola e Democracia**. 2.ed. São Paulo: Cortez, 1984. 120 p.

SEEHRA, J.; FLEMING, P. S.; NEWTON, T.; DiBiase, A. T. Bullying in orthodontic patients and its relationship to malocclusion, self-esteem and oral health-related quality of life. **Journal of Orthodontics**. v 38, n4, 247-256. 2011.

SOUZA, C. F. M.; LIMA JUNIOR, J.F.; ADRIANO, M. S. P. F. ; SAMPAIO, F. C . **Systemic methods of fluoride and the risk for dental fluorosis**. In: Mandeep Singh Viridi. (Org.). Oral Health Care - Prosthodontics, Periodontology, Biology, Research and Systemic Conditions. 1ed. Rijeka, Croatia: InTech, 2011, v. 1, p. 132-152.

SOLOMON, J. Social influences on the construction of pupil's understanding of science. **Studies in Science Education**. n. 14, p. 63-82, 1987.

TACOSHI, M.M.A.; FERNANDEZ, C. **Avaliação da aprendizagem em Química: concepções de ensino-aprendizagem que fundamentam esta prática**. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009, Florianópolis. Anais do Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências, v. 1. p. 1-12, 2009.

NÅR Karius og Baktus møter motstand. **En film om fluors virkningsmekanisme**. Direção: Jorma TENOVUO. Produção: SoftModel Oy. Roteiro: Jorma TENOVUO Arto NURMI; Karin SJØGREN.: SoftModel Oy, 1998. DVD (8 min.).

TREVISAN, T. S. F.; MARTINS, P. L. O. "**O professor de Química e as Aulas Práticas**." (2008). Disponível em:
http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2008/anais/pdf/365_645.pdf. Acesso em maio de 2014.

TREVISAN, M. C. **Saúde bucal como temática para o ensino de Química contextualizado**. 2012. 141 p. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). 2012.

TYSON, L.; TREAGUST, D.F.; BUCAT, R. B. The complexity of teaching and learning chemical equilibrium. **Journal of Chemical Education**. v. 76, n. 4, p. 554-558. 1999.

UEHARA, F. M. G. **Refletindo dificuldades de aprendizagem em alunos do ensino médio no estudo do equilíbrio químico**. 2005. 101 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática)-Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2005.

WALLACE, D. A.; HANSEN, H. L. Chemistry in dental science. *Journal of Chemical Education*, v.17, n. 9, p 425-6, 1940.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda., 1998. 224 p.

ZEIDLER, D. L.; SADLER, T. D.; SIMMONS, M. L.; HOWES, E. V. Beyond STS: a research-based framework for socioscientific issues education. **Science Education**. v. 89, n. 3, p. 357-377, 2005.

ZOLLER, U. Algorithmic, LOCS and HOCS (chemistry) exam questions: performance and attitudes of college students. **International Journal of Science Education**, v. 24, n. 2, p. 185-203, 2001.

APÊNDICE I



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

Centro de Ciências Exatas e da Natureza

Departamento de Química- QUESTIONÁRIO - TURMA____ ESCOLA____

Caro aluno, este questionário não vale nota e tem por objetivo apenas buscar informações sobre o seu entendimento em química.

Marcar nas linhas abaixo com (X) a nota para a pergunta. As notas vão de zero (0), nota mínima a dez (10), mas você pode escolher visualmente qualquer lugar da linha.

1. Você gosta de química?

010

2. Você acha que adquirir conhecimentos em química é importante para sua vida pessoal?

010

3. Você tem dificuldades em entender o assunto nas aulas de química?

010

4. Você acha que química vai contribuir para o seu futuro profissional?

010

5. No quadro abaixo liste 3 assuntos que você tem ou teve dificuldade em aprender em química:

1 ano	2 ano	3 ano

6. Você acha que a química está relacionada com outras disciplinas que você estuda?

Sim () Não ()

Quais são as disciplinas que você acha que a química está relacionada?

OBRIGADO PELA ATENÇÃO !

APÊNDICE II



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

Centro de Ciências Exatas e da Natureza

Departamento de Química - QUESTIONÁRIO - TURMA _____ ESCOLA _____

Roteiro de observação de experimento em química

Grupo _____

- Materiais e Reagentes

copo de plástico

½ casca de ovo (marcada com divisão de lados com caneta permanente)

vinagre (cerca de 50-100 mL)

flúor gel tópico ou creme dental

papel toalha

pincel

- **Procedimento:** Passar uma camada de flúor gel em apenas um lado da casca do ovo (lado marcado com um ponto) e deixar secar. Despejar o vinagre no copo. Depois posicionar a casca do ovo no copo de forma a posicioná-la com a parte externa convexa visível e totalmente coberta pelo vinagre. Observar e fazer anotações no roteiro.

- 1) Descreva o que se observa em cada lado da casca do ovo quando em contato com o vinagre e faça um desenho da sua observação.
- 2) Como você explica as observações no lado marcado (exposto com flúor) e lado não marcado (sem flúor) na casca do ovo?
- 3) Sabendo-se que a casca de ovo é basicamente carbonato de cálcio (CaCO_3) e o vinagre é ácido acético ($\text{H}_3\text{C-COOH}$), você poderia expressar essa reação química do lado não marcado do ovo?
- 4) Sabendo-se que o lado marcado do ovo foi exposto ao gel de fluoreto de sódio (NaF), como você expressaria a reação química anterior com a presença do flúor?

APÊNDICE III



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
Centro de Ciências Exatas e da Natureza

Departamento de Química- QUESTIONÁRIO - TURMA____ ESCOLA____

Caro aluno, este questionário não vale nota e tem por objetivo apenas buscar informações sobre o seu entendimento da atividade de hoje.

Marcar nas linhas abaixo com (X) a nota para a pergunta. As notas vão de zero (0), nota mínima a dez (10), mas você pode escolher visualmente qualquer lugar da linha.

1. **Você gosta de química?**

0 10

2. **Você acha que adquirir conhecimentos em química é importante para sua vida pessoal?**

0 10

3. **Você tem dificuldades em entender o assunto nas aulas de química?**

0 10

4. **Você acha que química vai contribuir para o seu futuro profissional?**

0 10

5. **No experimento realizado você observou que foi formado um sistema com casca de ovo (material sólido) imerso em um recipiente contendo uma solução ácida (vinagre) para estudo de equilíbrio químico. Perguntamos:**

5.1) **Como você classifica esse equilíbrio químico quanto ao tipo de sistema?**

- a) () equilíbrio homogêneo
b) () equilíbrio heterogêneo

5.1) **Como você classifica esse equilíbrio químico quanto à natureza das partículas?**

- a) () equilíbrio iônico
b) () equilíbrio molecular

APÊNDICE III (continuação)

6. No experimento realizado a reação química de dissolução do carbonato de cálcio pode ser expressa da seguinte forma:



Expresse abaixo a constante de equilíbrio (Kc) para a reação química acima:

7. O que aconteceria com o Kc

(7.1) se aumentássemos a quantidade de carbonato de cálcio introduzindo mais cascas de ovos?

- () Kc aumenta,
 () Kc diminui
 () nada se altera

(7.2) Se aumentar a concentração de ácido no vinagre?

- () Kc aumenta,
 () Kc diminui
 () nada se altera

8. O esmalte dos dentes é principalmente hidroxiapatita que em certas condições pode sofrer dissolução (desmineralização), o que provoca a cárie.



A desmineralização no dente pode ocorrer quando se bochecha com:

(Indique verdadeiro ou falso):

- I) () Uma solução aquosa de hipoclorito de sódio.(pH=9)
 II) () Uma solução aquosa de cloreto de sódio (soro fisiológico);
 III) () Vinagre diluído em água.

9. Você gostou dessa atividade de ensino de química? () sim () não

10. Identifique pontos positivos e negativos sobre a aula. Dê sua opinião.