

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO- UFOP

UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO

CURSO DE QUÍMICA LICENCIATURA

**ANÁLISE DO CONHECIMENTO DE CONTEÚDO E PEDAGÓGICO DE CONTEÚDO SOBRE
CIÊNCIA DE PROFESSORAS DE QUÍMICA EM FORMAÇÃO INICIAL NO CONTEXTO DO
PIBID**

DANIELA APARECIDA GANDRA

OURO PRETO

2014

**ANÁLISE DO CONHECIMENTO DE CONTEÚDO E PEDAGÓGICO DE CONTEÚDO SOBRE
CIÊNCIA DE PROFESSORAS DE QUÍMICA EM FORMAÇÃO INICIAL NO CONTEXTO DO
PIBID**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciado em Química, do curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Ouro Preto.

Orientadora: Prof.^a Dr(a) Paula C.C. Mendonça

Departamento de Química

Ouro Preto

2014

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Título: *ANÁLISE DO CONHECIMENTO DE CONTEÚDO E PEDAGÓGICO DE CONTEÚDO SOBRE CIÊNCIA DE PROFESSORAS DE QUÍMICA EM FORMAÇÃO INICIAL NO CONTEXTO DO PIBID*

Aluno: *Daniela Aparecida Gandra*

Orientador: Prof.^a Dr(a) Paula C.C. Mendonça

Primeiro Semestre de 2014

Este trabalho foi defendido e aprovado em sessão pública realizada no dia 27 de maio de 2014, na sala de seminários do Departamento de Química, como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciado em Química, perante a seguinte comissão examinadora:

Prof.^a Stefannie de Sá Ibraim

Professora Supervisora

Prof.^a Dr(a) Paula C.C. Mendonça

Professora Orientadora

Prof.^a Dr(a) Nilmara Braga Mozzer

Professora Examinadora

Ouro Preto

2014

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela proteção nesta caminhada e por ter me dado o dom de ser mãe.

A minha filha Lílian, razão do meu viver e minha felicidade. Sem a sua doce voz me chamando de MÃE, minha princesa, não teria conseguido lutar para vencer esta etapa da “nossa” vida. Caminhar sem você ao meu lado não tem sentido. Te amo!

Aos meus pais, Neusa e Batista, por acreditarem que eu seria capaz de vencer e por nunca terem medido esforços para a realização deste sonho.

Ao meu noivo, que com toda a sua tranquilidade soube me acalmar nos meus momentos de desesperos e por nunca ter me permitido desistir.

Aos demais familiares e a Morangolândia pelo apoio incondicional.

A todos os colegas da Química Licenciatura por terem compartilhados as tristezas, alegrias e aprendizagem.

A todos os mestres e ao grupo Reagir pela aprendizagem.

A professora Nilmara Mozzer por ter aceitado ler o meu trabalho.

E em especial, a minha orientadora, Paula C. C. Mendonça, pela paciência, aprendizagem, orientação e imensa colaboração na qualidade deste trabalho. E principalmente, por ter se dedicado na minha evolução como pesquisadora.

RESUMO

No presente trabalho de conclusão de curso, buscou-se avaliar o Conhecimento de Conteúdo e o Conhecimento Pedagógico de Conteúdo de Ciência de duas alunas licenciandas em Química da Universidade Federal de Ouro Preto, participantes do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação a Docência (PIBID). O atual projeto do PIBID-Química-UFOP visa desenvolver os conhecimentos dos professores em formação inicial sobre natureza da ciência. Para coleta de dados utilizamos questionário para sondagem prévia de ideias sobre ciência, planejamentos de aula, seguidos por entrevistas e um portfólio. A análise dos dados foi efetuada a partir da elaboração de estudos de casos e da análise dos estudos de caso a partir de levantamento das características de natureza da ciência. Pudemos perceber evoluções das visões sobre ciência das licenciandas, isto é, do conhecimento de conteúdo, que emergiram ao longo do processo de participação no PIBID. Verificamos poucos indícios sobre o impacto do PIBID no conhecimento pedagógico de conteúdo de ciência das licenciandas, mas parece que este está sofrendo algumas influências do projeto e das disciplinas de Prática de Ensino de Química I e Estágio Supervisionado de Química I. Como implicação deste trabalho para a pesquisa, sugerimos avaliar as filmagens e portfólios dos encontros do PIBID no primeiro semestre de 2014 para a melhor avaliar o Conhecimento Pedagógico de ciências das licenciandas.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 8 |
| 1.1 História, Filosofia e Sociologia da Ciência (HFS) e Natureza da Ciência (NOS) no Ensino de Ciências | 8 |
| 1.2 Natureza da Ciência (NOS) | 11 |
| 1.3 Conhecimentos do Professor: Conhecimento de conteúdo e Conhecimento pedagógico de conteúdo..... | 15 |
| 1.4 Formação inicial: O curso de licenciatura em Química e o PIBID na UFOP..... | 16 |
| 2 OBJETIVO..... | 17 |
| 3 METODOLOGIA..... | 18 |
| 3.1 Contexto de Coleta de Dados | 18 |
| 3.2 Análises dos Dados | 22 |
| 4 ESTUDOS DE CASO | 23 |
| 4.1 Estudo de Caso da Professora em Formação Bárbara | 23 |
| 4.2 Estudo de Caso da Professora em Formação Tatiana..... | 29 |
| 5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS | 36 |
| 5.1 Discussão dos Resultados da Professora em Formação Bárbara | 36 |
| 5.1.1 Evolução do Conhecimento de Conteúdo de Ciência | 36 |
| 5.1.2 Conhecimento Pedagógico de Conteúdo..... | 42 |
| 5.2 Discussão dos Resultados da Professora em Formação Tatiana | 43 |
| 5.2.1 Evolução do Conhecimento de Conteúdo de Ciência | 43 |
| 5.2.2 Conhecimento Pedagógico de Conteúdo..... | 50 |
| 6 CONCLUSÃO | 52 |
| 6.1 Conhecimento de Conteúdo de Ciência | 52 |
| 6.2 Conhecimento Pedagógico de Conteúdo de Ciência..... | 54 |
| 6.3 Considerações Finais | 55 |
| 7 REFLEXÕES PESSOAIS..... | 56 |
| 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 56 |
| 9 ANEXOS..... | 59 |

| | |
|---|----|
| 9.1 Anexo 1- Questionário Sondagem Prévia de Ciência..... | 59 |
| 9.2 Anexo 2- Planejamento 1 Bárbara..... | 62 |
| 9.3 Anexo 3- Planejamento 1 Tatiana..... | 64 |
| 9.4 Anexo 4- Planejamento 2 Bárbara..... | 68 |
| 9.5 Anexo 5- Planejamento 2 Tatiana..... | 71 |

1 INTRODUÇÃO

No presente trabalho de conclusão de curso (TCC), temos como intuito avaliar o conhecimento de conteúdo e conhecimento pedagógico de conteúdo sobre ciência de professoras de química em formação inicial, que estão inseridas no PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência) e em um curso de licenciatura em química (5º Período) da Universidade Federal de Ouro Preto. Em função disso, nesta introdução, nas seções 1.1 e 1.2, apresentamos discussões da literatura que apontam a importância de se inserir a História e Filosofia da Ciência (designado HFS, pela literatura internacional) e Natureza da Ciência (designado NOS, pela literatura internacional) no ensino de ciências. Na seção 1.3, apresentamos os conhecimentos básicos do professor, que são o Conhecimento de Conteúdo (designado por CK, pela literatura internacional) e o Conhecimento Pedagógico de Conteúdo (designado por PCK, pela literatura internacional). Por fim, na seção 1.4, apresentamos brevemente o curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Ouro Preto e o PIBIB QUÍMICA UFOP, contexto em que se desenvolveu a coleta de dados da presente pesquisa.

1.1 História, Filosofia e Sociologia da Ciência (HFS)

Observando o cenário nacional e o internacional, até a década de 80, a história, filosofia e sociologia (HFS) não eram trabalhadas, concomitantemente, com o ensino de ciências. A partir de discussões na comunidade de ensino de ciências, passou-se a dar importância crescente ao uso de HFS no ensino de ciências de forma articulada aos conteúdos e não como mais um conteúdo a ser inserido (MATHEWS, 1992).

O objetivo de se inserir a HFS nas aulas de ciências foi mudando ao longo do tempo. Primeiramente, no início do século XX, o objetivo era o treino das operações mentais, ou seja, o desenvolvimento das habilidades intelectuais individuais que permitia um raciocínio lógico. Posteriormente, na década de 60, o objetivo recaiu na compreensão do método científico, abrangendo as suas etapas e as habilidades de operações de investigação. Hoje, o enfoque está direcionado para a formação de um cidadão alfabetizado cientificamente (CARVALHO, 2001).

A HFS, quando inserida do ensino de ciências, pode auxiliar na compreensão da evolução do conhecimento científico. Para que isso ocorra é necessário que a HFS seja encarada como auxiliar no entendimento dos conteúdos científicos e dos processos epistemológicos envolvidos em suas construções (por exemplo, no entendimento do átomo e do papel de evidências e modelos a partir da evolução dos modelos atômicos). A HFS quando trabalhada a partir de casos históricos pode contribuir numa melhor

compreensão de ciência, pois quando analisamos como o conhecimento foi produzido a partir dos casos, características da ciência podem ser compreendidas, por exemplos, a influência do contexto da época na produção do conhecimento científico e o trabalho colaborativo para a produção do mesmo (SASSERON, NASCIMENTO e CARVALHO (2009); SILVA e MOURA (2008)).

Documentos oficiais de diversos países e pesquisadores enfatizam a importância de os estudantes apresentarem visões mais esclarecidas sobre natureza da ciência (NOS), isto é, dos produtos, processos e produtores do desenvolvimento do empreendimento chamado ciência (MATHWES (1995), TRINDADE (2009), MARTINS (2007)). Em contrapartida, pesquisas como as conduzidas por Gil Pérez, Montoro, Alís, Cachapuz, Praia (2001) e Carvalho (2001), demonstram que as visões de NOS dos professores são, geralmente, distorcidas, e iguais as dos alunos. Gil Pérez *et al.* (2001), propuseram sete categorias para as visões distorcidas da ciência, sendo elas:

- 1) Concepção empírico-indutivista e atórica, na qual as observações e investigações são sempre neutras, ou seja, desprovidas de uma teoria ou de conhecimento prévio e que o conhecimento é produzido a partir de dados e experiência (CHALMERS, 1993);
- 2) Rígida (algorítmica, exata, infalível...), nesta concepção a ciência é produzida por um conjunto de regras, o que evidencia a existência de um método científico para a produção do conhecimento científico;
- 3) Aproblemática e ahistórica, na qual o conhecimento é apresentado como acabado, não fazendo menção a suas etapas, dificuldades e evolução;
- 4) Exclusivamente analista, na qual o conhecimento científico é apresentado em divisão, e não há ligação entre estas divisões, proporcionando um caráter limitado e simplificado do conhecimento científico;
- 5) Acumulativa de crescimento linear, nesta visão o conhecimento científico é produzido por acumulação, ignorando os conflitos e as modificações sofridas durante o processo;
- 6) Individualista e elitista, na qual quem é considerado o produtor do conhecimento científico é um gênio, que trabalho isolado e sozinho, desconsiderado, assim, o trabalho coletivo e cooperativo nesta produção e;
- 7) Socialmente neutra, na qual desconsidera a relação que existe entre CTS (ciência, tecnologia e sociedade). (GIL PÉREZ *et al.*, 2001).

Possíveis visões deformadas sobre a ciência divulgadas explicitamente ou por omissão pelos professores podem contribuir para que o ensino de ciências não seja

interessante para o estudante. Essas visões podem implicar no uso inadequado de HFS no ensino que, por sua vez, pode não humanizar a ciência. Pensando nas visões distorcidas da ciência e na crise de evasão de professores e de alunos da escola, Mathews (1992) destaca que HFS podem deixar as aulas de ciência mais interessantes:

“A história, a filosofia e a sociologia da ciência não têm todas as respostas para essa crise, porém possuem algumas delas: podem humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral da matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do ‘mar de falta de significação’ que se diz ter inundado as salas de aulas de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam; podem melhorar a formação do professor auxiliando no desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, ou seja, de uma melhor compreensão da estrutura da ciência bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas”. (MATHEWS, 1992, p.165)

A HFS não deve ser inserida como uma nova disciplina, porque assim, não iria contribuir para a compreensão da produção do conhecimento científico e nem despertaria o interesse nos alunos. Ou seja, ela deve ser inserida articulada aos conteúdos curriculares das disciplinas de ciências escolares. Como destacado por Mathews:

“Não se trata aqui da mera inclusão de história, filosofia e sociologia (HFS) da ciência como um outro item do programa da matéria, mas trata-se de uma incorporação mais abrangente de temas de história, filosofia e sociologia da ciência na abordagem do programa e do ensino dos currículos de ciências que geralmente incluíam um item chamado de “A natureza da ciência”” (MATHEWS, 1992, p.1992).

A Lei de Diretrizes Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394/96), estabelece que os currículos escolares devem ter *“integração e articulação dos conhecimentos em processos permanentes de interdisciplinaridade e contextualização.”* A história da ciência pode e deve ser utilizada para essa contextualização.

As principais contribuições de se utilizar a história da ciência segundo Mathews (1992) são:

“Motiva e atrai os alunos; humaniza a matéria; promove uma compreensão melhor dos conceitos científicos por traçar o seu desenvolvimento e aperfeiçoamento; há um valor intrínseco em se compreender certos episódios fundamentais da história da ciência - Revolução Científica, o darwinismo, etc; demonstra que a ciência é mutável e instável e que, por isso, o pensamento científico atual está sujeito a transformação; se opõem a ideologia cientificista; e a história permite uma compreensão mais profunda do método científico e apresenta os padrões de mudança na metodologia vigente”. (MATHEWS, 1992, p. 172-173)

Autores como Klein (1972), (*apud* Mathews (1992)), afirmam que a história trabalhada na sala de aula configura-se, em muitos casos, como pseudo-história. Em uma

pseudo-história o professor ao planejar a história a seleciona e a organiza de forma que não mostra o que ocorreu de verdade, isto é, trata-se de uma simplificação (por exemplo, ao trabalharmos a história dos modelos atômicos se especificarmos que Rutherford propôs o seu modelo para “melhorar” o modelo de Thompson, estaremos abordando uma pseudo-histórica, pois o objetivo de Rutherford não era propor um novo modelo atômico quando estudava o comportamento das partículas alfa). Por sua vez, Whitaker (1979), (*apud* Baldinato e Porto (2008)), afirma que a história que muitas vezes está presente nas salas de aula de ciências é a quasi-história, em que se tem uma reconstrução da história para que ela se adeque a um objetivo (por exemplo, quando eu falo que foi Marie Curie que descobriu o tório em 1898 e não faço nenhuma menção aos estudos de Becquerel e sobre a ajuda do seu marido Pierre Curie, estarei distorcendo a história com o objetivo de “glorificar” a descoberta de Marie Curie). Portanto, temos na quasi-história uma distorção da história. Para Baldinato e Porto (2008), o tipo de história que vamos utilizar dependerá do objetivo que se queira atingir. Por exemplo, no caso de Marie Curie se o objetivo é discutir que a ciência também é produzida por mulheres, a fim de desmistificar a visão elitista da ciência, podemos falar que foi ela que descobriu o tório.

A HFS contribui para a compreensão de NOS porque pode mostrar o desenvolvimento crítico do processo de construção da ciência, isto é, como ela evolui ao longo o tempo, como também, na perda de confiança em uma ciência que não é resultado de uma escala progressiva de conhecimento racional, e que se mostra feita por seres humanos envolvidos em relações socioculturais peculiares da época (BALDINATO e PORTO, 2008).

Pensando-se na formação de professores que leve em consideração a formação do aluno crítico utilizando HFS (como apontado anteriormente), o saber apenas dos conteúdos científicos não é suficiente para atingir esses objetivos. O próprio saber de conteúdo deverá incluir aspectos da sua natureza, como também, da sua história. Neste sentido, recai sobre o curso de formação de professores a necessidade de momentos em que se discuta sobre NOS e também HFS, inclusive voltado para o saber fazer (mais relacionado ao conhecimento pedagógico de conteúdo), para que os futuros professores possam ter uma formação mais ampla e sejam capazes de atingir os objetivos atuais do ensino de ciências (como preconizado em documentos oficiais, como PCN).

1.2 Natureza da Ciência (NOS)

Pesquisas como Mathews (1996), Lederman (2006) e Allchin (2011), dissertam que Natureza da Ciência (conhecido na literatura internacional por Nature of Science – NOS),

quando vinculada ao ensino de ciências contribui para a visão de ciência de forma mais abrangente do aluno, como, também, na habilidade crítica de cada um.

Segundo Lederman, quando nos referimos a NOS, *“estamos nos referindo à epistemologia da ciência, à ciência como uma forma de conhecimento, ou aos valores e crenças inerentes ao conhecimento científico ou ao desenvolvimento do conhecimento científico”* (LEDERMAM, 2006 p.1). Este autor é um dos pioneiros a pensar em NOS no ensino de ciências, juntamente com o seu grupo de pesquisa americano. Para Lederman (2006), não existe um consenso entre filósofos, historiadores e educadores científicos para um significado de NOS, por isso, devemos mencionar “NOS” e não “a NOS” (LEDERMAN, 2006).

Embora Lederman (2006) defenda que não existe um significado rígido de NOS, para ele existe um nível de consenso sobre o que seja NOS, adequado aos alunos da educação básica, que compreende aquilo que eles podem compreender e que seja relevantes em suas vidas diárias. Este autor, juntamente com o seu grupo de pesquisa, propôs uma lista de aspectos de NOS que julgaram como importante no ensino de ciências, estes aspectos são: O conhecimento científico é provisório; empiricamente fundamentado; subjetivo; necessariamente envolve inferências, criatividade e imaginação humana; e é social e culturalmente imbricado. Para esse grupo também é importante saber a distinção entre observação e inferência e a função das teorias e leis. Os critérios utilizados por eles, para determinar quais os aspectos de NOS são importantes e, assim, serem inseridos no currículo de ciências são: 1º-O conhecimento sobre um determinado aspecto de NOS é acessível aos estudantes (isto é, eles podem entendê-lo e aprendê-lo)? 2º- Existe um consenso geral em relação a tal aspecto de NOS? 3º-É útil para todos os cidadãos entender tal aspecto de NOS (LEDERMAN, 2006). De acordo com Justi (2013) esta visão de NOS é a mais conhecida.

A visão mais difundida, a de Lederman, sofreu várias críticas como descrito a seguir:

- 1) *“A separação entre as práticas científicas (por exemplo, aquelas envolvidas na elaboração, teste, definição de validade e confiabilidade, e comunicação do conhecimento científico) e a natureza da ciência é artificial, uma vez que as primeiras são constituintes da ciência (GRANDY e DUSCHL, 2007; ALLCHIN, 2011; VAN DICK, 2011, dentre outros).*
- 2) *A lista de princípios de NOS não considera a existência de ciências distintas (biologia, física, geologia, química etc.) que apresentam especificidades em relação à maioria dos princípios (por exemplo, sobre a natureza empírica do conhecimento científico). Nesse sentido, vários estudiosos (por exemplo, WONG e HODSON, 2009; IRZIK e NOLA, 2011) defendem que a NOS não pode ser fixa e atemporal e que ela não pode caracterizar a ciência como homogênea.*

- 3) *Apesar de os princípios se aplicarem à ciência, eles não são específicos, quer dizer, não distinguem a ciência de outras práticas humanas. (VAN DICK, 2011).*
- 4) *A ciência não pode ser caracterizada por uma lista de princípios, pois isto reforça uma série de estereótipos e não captura os aspectos contextuais da ciência” (WONG e HODSON, 2009; ALLCHIN, 2011). (JUSTI, 2013, p.3).*

Para Justi (2013), quando um aluno aprende a listas de princípios pode ser apenas um conhecimento declarativo, o que não garante que os aspectos de NOS irão contribuir para a vida deste aluno.

A pesquisa, efetuadas a partir de estudos empíricos, feita por Osborne, Collins, Ratcliffe, Millar e Duschl (2003) (*apud* Justi (2013)), teve como resultado uma lista com nove ideias de ciência que são consideradas essenciais para um currículo escolar, sendo elas:

“Seis delas se relacionam aos métodos da ciência (métodos científicos e testes críticos, criatividade, ciência e questionamentos, diversidade do pensamento científico, análise e interpretação de dados, hipóteses e previsões); duas se relacionam à natureza do conhecimento científico (desenvolvimento histórico do conhecimento científico, ciência e certeza); e uma se relaciona às instituições e práticas da ciência (cooperação e colaboração no desenvolvimento do conhecimento científico).” (JUSTI, 2013, p. 3-4)

Para a pesquisadora Justi (2013), a lista apresentada acima, acrescenta uma discussão de métodos científicos na ciência, o que é divergente com a separação proposta por Lederman e os seus colaboradores de processos científicos e natureza da ciência.

Outro autor que critica a lista mais difundida é o McComas (2008) (*apud* Justi 2013). Este autor considera que a NOS é *um domínio híbrido e construído de elementos oriundos das áreas de história, sociologia e filosofia da ciência, assim, como de ciência cognitivas* (JUSTI, 2013, p.4). Ele, também, propôs uma lista que em certos aspectos concordam com a proposta por Lederman e seus colaboradores. Porém, em alguns aspectos elas são bem diferentes, por exemplos, *‘ciência e tecnologia exercem influência uma na outra, mas não são a mesma coisa’, ‘a ciência e seus métodos não podem responder todas as questões’ (...)* *‘a produção do conhecimento na ciência compartilha modos de pensar, normas, raciocínio lógico e métodos tais como observação e coleta de dados cuidadosas e veracidade no relato’* (JUSTI, 2013, p.4).

Os autores Wong e Hodson (2010) (*apud*, Justi 2013), também reconheceram a contribuição da inserção de aspectos históricos, filosóficos e sociais da ciência no currículo de ciências para a compreensão de NOS. Estes autores pesquisaram quais eram a visão de

cientistas. Como resultados pode-se destacar que as visões deles de ciência, dentre outras, são: *“o papel da liberdade acadêmica, da ética, da colaboração e competição entre cientistas; a validação, aceite ou rejeição do conhecimento científico a partir do processo de revisão por pares; e o impacto do financiamento na produção de novos conhecimentos científicos”* (JUSTI, 2013 p. 4).

Um último pesquisador que surgiu recentemente com críticas a lista de Lederman é Allchin (2011). Ele apresenta, no seu artigo *Evaluating Knowledge of the Nature of (Whole) Science*, que a compreensão de NOS precisa ser funcional e não declarativa. Segundo Justí (2013), para Allchin alguns aspectos importantes da NOS estão ausentes na lista proposta por Lederman, como: *“os papéis da credibilidade, do financiamento, da motivação, da avaliação por pares, dos vieses cognitivos, das fraudes e da validação de novos métodos”* (JUSTI, 2013, p. 4). Allchin (2011) propôs a *“Dimensões de Credibilidade da Ciência”*, que é constituído por elementos da NOS, que podem subsidiar avaliação de qualquer inferência feita pela ciência, esse elementos são: *observação e raciocínio, interações sociais entre cientistas, processos cognitivos, financiamento, práticas instrumentais e experimentais, e comunicação e transmissão de conhecimento* (JUSTI, 2013, p. 5).

Allchin (2011) propôs que aspectos da NOS podem instrumentar as pessoas para que as tomadas de decisões sejam mais conscientes, diante de casos do seu cotidiano, por isso, ele trabalha com casos contemporâneos. Para essa instrumentação, é necessário o entendimento de alguns conceitos básicos e/ ou avaliar algumas evidências simples. Assim, NOS auxilia na capacitação do cidadão alfabetizado cientificamente, isto é, aquele que consegue se apropriar dos conhecimentos científicos para se posicionar perante algumas discussões (por exemplo, a mídia é o principal meio de comunicação dos brasileiros, um cidadão que é alfabetizado cientificamente conseguirá estabelecer se informações dessas são verossímeis a partir da análise da credibilidade das afirmativas científicas, como as fontes dos dados e os vieses da pesquisa).

Pesquisas como a de Mathews (1996), McComas ((2008) (*apud* Justí 2013)) e Wong e Hodson (2010) (*apud*, Justí 2013), reconhecem que os aspectos de NOS estão interligados com a HFC. O uso da história da ciência, por exemplo, a partir de casos históricos é um bom meio para que se possam emergir aspectos da NOS, pois quando a analisamos podemos observar rupturas, conflitos, influências, evolução, reconstrução, colaboração, dentre outros aspectos da NOS, como destacado por Mathews (1996). Além disso, a HC pode humanizar a ciência, ou seja, ela aproxima a ciência da vida dos alunos.

Após toda a discussão apresentada anteriormente, julgamos que é de suma importância que os licenciandos durante a sua graduação tenham contato com atividades que visem discutir os aspectos da NOS e a contribuição destes aspectos na vida e na formação do cidadão cientificamente alfabetizado.

1.3 Conhecimentos do Professor: Conhecimento de conteúdo e Conhecimento pedagógico de conteúdo

Para Shulman (1987) (*apud* Figueirêdo (2008)), são sete categorias que definem os conhecimentos básicos dos professores: conhecimento de conteúdo, conhecimento pedagógico de conteúdo, conhecimento curricular, conhecimento pedagógico geral, conhecimento sobre alunos e suas características, conhecimento de contextos educacionais e conhecimento de objetivos educacionais. Esses se desenvolvem lado a lado, um influencia ao outro, mas a existência de cada um é independente (FIGUEIRÊDO, 2008).

Para Figueirêdo (2008), as duas categorias mais importante são:

“o conhecimento de conteúdo, porque é indispensável que os professores compreendam a fundo um determinado tópico para se desenvolver a habilidade de ensiná-los, e o conhecimento pedagógico de conteúdo, por ser reconhecido como o conhecimento específico do profissional docente, capaz de diferenciá-lo de um especialista de conteúdo e de um pedagogo” (FIGUEIRÊDO, 2008, p.28-29).

O conhecimento de conteúdo abrange o conhecimento científico. Segundo Hodson (1992), (*apud* Figueirêdo (2008)), o conhecimento científico inclui compreender os conceitos e seus processos, conhecer os aspectos históricos, filosóficos e metodológicos da ciência e a capacidade de participar de atividades que resultam na aquisição de conhecimento científico.

Para Schulman (1986) (*apud* Figueirêdo (2008)), o conhecimento pedagógico de conteúdo é

“a maneira de representar e formular o conteúdo de forma que ele possa ser compreendido por outras pessoas (...) e a compreensão dos fatores que contribuem para que a aprendizagem daquele tema seja fácil ou difícil (FIGUEIREDO, 2008, p.31)”.

O PCK é essencial para que os professores consigam: (i) realizar as transposições didáticas dos conceitos mais difíceis, favorecendo, assim, uma melhor aprendizagem dos alunos; (ii) identificar o que faz a disciplina ficar mais fácil, ou mais difícil de ser ensinada, sendo que para isso, é necessário que os professores conheçam as principais concepções dos estudantes. Assim, o PCK inclui o conhecimento de estratégias para que se consiga modificar essas concepções (FIGUEIREDO, 2008).

Segundo Magnusson, Krajcik e Borko (1999) (*apud* Figueiredo (2008)) os conhecimentos que influenciam no desenvolvimento do PCK são: Conhecimento de Currículo de Ciências, conhecimento do entendimento de Ciências dos estudantes, conhecimento de estratégias instrucionais, conhecimento de avaliações da aprendizagem dos alunos e orientações para o ensino de ciências. Esses conhecimentos certamente são influenciados por crenças individuais, contexto de inserção e experiências de cada professor.

1.4 Formação inicial: O curso de licenciatura em Química e o PIBID na UFOP

O curso de licenciatura em Química foi criado em 2008 na Universidade Federal de Ouro Preto a partir da política pública REUNI (Programa de Reestruturação e Planos de Apoio às Universidades Públicas). Ele é noturno, composto por 8 períodos e 40 vagas são ofertadas anualmente. Do 1º ao 4º períodos do curso, os licenciandos cursam disciplinas de conteúdo químico, como Química Geral, Química Orgânica, Físico-Química, História da Química; disciplinas pedagógicas, como Sociologia da Educação e História da Educação; e disciplinas de formação diversa, como Cálculo 1, Física 1 e Introdução a Libras. A partir do 5º período do curso, os licenciandos têm em sua matriz curricular disciplinas mais específicas para a formação profissional do professor, que são as Práticas de Ensino de Química I, II, III e IV e Estágios Supervisionados de Química I, II, III e IV. Em tais disciplinas os licenciandos têm contato com a área de ensino de química e elas são trabalhadas de forma a articular a teoria e prática. Nessa pesquisa acompanhamos duas alunas em formação inicial, ambas estavam cursando as disciplinas de Prática de Ensino de Química I e Estágio Supervisionado I concomitantemente à participação das mesmas no PIBID como bolsistas (em 2013/2). Nas referidas disciplinas são trabalhados os tópicos: concepções de ensino-aprendizagem (construtivismo, mudança conceitual, perfil conceitual, concepções alternativas, obstáculos epistemológicos de Bachelard), modelos e analogias e objetivos do ensino de química; conhecimentos do professor de química (conhecimento de conteúdo e pedagógico de conteúdo), formação de professores química (racionalidade técnica versus racionalidade prática), projeto político pedagógico, documentos oficiais e planejamento de aulas.

O Programa Institucional de Bolsas de Iniciação a Docência (PIBID) é um programa do Ministério da Educação, conhecido na UFOP por PED (Projeto de Estímulo à Docência). Ele oferece bolsa a estudantes de cursos de licenciatura que, quando graduados, se comprometam com o exercício do magistério na rede pública. Os objetivos do programa são: Incentivar a formação de docentes em nível superior para a educação básica;

Contribuir para a valorização do magistério; Elevar a qualidade da formação inicial de professores nos cursos de licenciatura, promovendo a integração entre educação superior e educação básica; Inserir os licenciandos no cotidiano de escolas de rede pública e educação, proporcionando-lhes oportunidades de criação e participação em experiências metodológicas, tecnológicas e práticas docentes de caráter inovador e interdisciplinar que busquem a superação de problemas identificados no processo de ensino-aprendizagem; Incentivar escolas públicas de educação básica, mobilizando seus professores como co-formadores dos futuros docentes e tornando-se protagonistas nos processos de formação inicial para o magistério e; Contribuir para a articulação entre teoria e prática necessárias à formação dos docentes, elevando a qualidade das ações acadêmicas nos cursos de licenciatura (PORTAL DA CAPES, 2014).

O PIBID QUÍMICA UFOP é composto por 16 bolsistas que estão em diversos períodos do curso de Química Licenciatura na UFOP, possui 3 supervisores da educação básica e uma coordenadora da área.

Pesquisas como as de Allain, Delgado, Coutinho (2013), vem demonstrando a influência do PIBID na formação dos licenciados. Para eles, *“a busca pela interlocução entre os conhecimentos específicos e pedagógicos, vividas nas situações reais em que se opera o trabalho do professor é uma marca distinta do PIBID (p. 2)”*. Os resultados da pesquisa que destaco são: o PIBID permite aos licenciandos conhecer a prática docente e se qualificar melhor; a participação neste programa não desmotivou a sua escolha pela docência na educação básica, mas sim dificuldades encontradas no ambiente escolar, como: falta de estrutura física; desestímulos dos próprios professores atuantes da educação básica, as precárias condições de trabalho e falta de perspectiva de mudança deste cenário. Em função dos resultados positivos destacados, considero relevante a realização de mais pesquisas visando identificar a influência do PIBID na formação docente.

2 OBJETIVO

O nosso objetivo inicial no projeto de TCC era avaliar se o contato com a História da Ciência, no caso a história de Fritz Haber, a partir de vivências no PIBID, iria implicar em sua inserção em um planejamento de aulas sobre o tema equilíbrio químico. Porém, ao analisarmos os dados (baseados em análise de planos de aula e entrevistas – vide metodologia nas páginas seguintes) percebemos que haviam outros fatores mais interessantes para serem avaliados do que este e havia também pouco a se dizer sobre tal relação. Por isso, modificamos os objetivos iniciais e acrescentamos mais instrumentos de coletas de dados (como descrito na metodologia) para sustentar as nossas interpretações.

Assim, neste TCC temos como objetivo avaliar o conhecimento de conteúdo e conhecimento pedagógico de conteúdo sobre ciência de professoras de química em formação inicial, que estão inseridas no PIBID (na etapa 1 do projeto) e concomitantemente cursam as disciplinas de Prática de Ensino de Química I e Estágio Supervisionado de Química I.

3 METODOLOGIA

3.1 Contexto de Coleta de Dados

Em 2013/2 começou um projeto do PIBID QUÍMICA UFOP, intitulado “Ciência Autêntica”, sob a coordenação da Professora Paula Mendonça (orientadora desse TCC). A primeira etapa do projeto consistiu em desenvolver o conhecimento de conteúdo sobre NOS a partir de textos históricos e de casos contemporâneos da ciência. Decidiu-se trabalhar com casos históricos porque a história da ciência tem sido considerada uma boa ferramenta para a compreensão de NOS (MATHEWS, 1992). E o objetivo de se trabalhar com os casos contemporâneos é demonstrar para os participantes do PIBID que o conhecimento de NOS é fundamental para a tomada de decisão (ALLCHIN, 2011).

No primeiro encontro do projeto foi aplicado um questionário de sondagem de ideias prévias sobre natureza da ciência¹ (Ver Anexo 1). Além disso, foi negociado com os bolsistas que eles deveriam entregar semanalmente seus relatos descritivos e reflexivos de todos os encontros (portfólios semanais).

A equipe do PIBID Química passou (agosto a dezembro de 2013) por uma etapa de discussão sobre porque é importante se trabalhar com história da ciência no ensino de ciências, e também como a história da ciência pode auxiliar na compreensão da Natureza da Ciência. Também foram ressaltados aspectos de NOS durante as apresentações e discussões, principalmente relacionando os casos históricos, dos produtos, processos e produtores da ciência.

Na primeira etapa do projeto PIBID foi proposta a abordagem e a relação dos três eixos – aprender ciência; a fazer ciência e; sobre ciência (HODSON, 1992). Para isso, foram feitas discussões (agosto de 2013) sobre a importância de se inserir história da ciência nas aulas de química e despertar o interesse do grupo de bolsistas pela mesma.

Após a discussão, foram distribuídos kits históricos para os grupos de bolsistas, cada um tinha o seu objetivo, como descrito abaixo:

¹ Este questionário foi elaborado pelo grupo de pesquisa REAGIR para coleta de dados de uma pesquisa de doutorado acadêmico.

1- Kit 1- Lavoisier

Este Kit era composto pelos textos: 1) Sobre a maneira de Ensinar a Química (escrito por Lavoisier); 2) Elementos da História da Química do Século XVIII (Ana Carneiro, 2006); 3) O Lavoisier que não está presente nos livros didáticos (QNEsc, No. 26, Nov-2007); 4) Lavoisier e a química moderna (A Ciência através dos Tempos, Áttilo Chassot, 7ª. Ed. 1997, p. 172) e; 5) Tratado Elementar de Química (Lavoisier, Parte I - Cap. 1, 2, 3 e 4; Parte III – Cap. Introdução, Cap. 2, 3 e 4).

As intenções destes textos são: 1) desmitificar a genialidade de todo cientista, embora não vise afirmar que um cientista não possa ser considerado um gênio em determinados momentos; 2) Personificar e contextualizar o mito de Lavoisier a partir de relatos da sua vida fora das pesquisas com química; 3) Superar informações equivocadas recorrentemente propagadas pelos livros didáticos e; 4) desmitificar o senso de que é “muito fácil descobrir algo”.

2- Kit 2: Casos Diversos

Os textos presente neste kit foram: 1) Karl Friedrich Mohr: Protagonista, não coadjuvante (Farias, 2008); 2) A Esperança de Pandora – O exemplo do Joliot (cap.3, Bruno Latour); A Esperança de Pandora – O caso de Pasteur (cap.4, Bruno Latour) e; 4) Ciência em Ação – Construtor de fatos: o caso de Diesel (cap.3, Bruno Latour).

As principais intenções em trabalhar com esses textos são: 1) ampliar a visão sobre diferentes personalidades de cientistas, bem como uma visão crítica sobre a divulgação científica (quem aparece, quem leva as honras e quem não leva) e; 2) Perceber, ter noções mais claras sobre o que significa ciência/cientista influenciados por questões sociais, econômicas, políticas etc.

3- Kit 3- Casos Controversos

Este kit é composto pelos textos: 1) Grandes Debates da Ciência: controvérsia Newton e Leibniz (Hal Hellman, 1998); 2) Grandes Debates da Ciência: controvérsia Derek Freeman e Margaret Mead (Hal Hellman, 1998); 3) Como Becquerel não descobriu a radioatividade (Martins, 1990) e; 4) Hipóteses e interpretação experimental: a conjectura de Poincaré e a descoberta da hiperfosforescência por Becquerel e Thomson (Martins, 2004).

As intenções das escolhas destes textos foram: 1) apresentar trabalhos de cientistas em outras áreas de pesquisa diferente da química; 2) Conhecer um pouco mais de perto alguns desafios para a construção de fatos na ciência, como se lida com as controvérsias, a

força dos argumentos e outros fatores que contam e; 3) revisar criticamente o papel da experimentação e dos conhecimentos prévios na construção do conhecimento científico.

4- Kit 4: Casos Contemporâneos

O texto que compõem esse kit é A Esperança de Pandora de Bruno Latour – o caso da Floresta Amazônica (antropologia/etnografia). E a intenção principal é demonstrar como um trabalho antropologia/etnografia é feito, no qual o autor seguiu vários pesquisadores que buscavam resolver um dilema na Floresta Amazônica. Além deste texto, os participantes deste kit acompanharam e descreveram o trabalho de dois pesquisadores de áreas diferentes, com o objetivo de visualizar, bem de perto, o processo de construção do conhecimento científico nos dias de hoje.

Cada kit proposto foi apresentado de forma criativa pelos bolsistas e ao final foram evidenciadas características do processo, do produtor e do produto da ciência, para que assim, as possíveis características de NOS fossem emergindo a partir dos casos.

A próxima atividade realizada no PIBID foi à realização da corte de Fritz Haber, se ele mereceu ou não o Prêmio Nobel de Química de 1918, relativo à síntese da amônia. Para isso, o grupo PIBID foi dividido ao meio e o objetivo de cada subgrupo era propor argumentos para a defesa e acusação e o confronto ocorreu na forma de uma corte. Para tal, a coordenadora forneceu vários textos de base para leitura. Os textos fornecidos foram:

- 1) Fritz Haber – A Conflicting Chemist (Jaime Wisniak);
- 2) Fritz Haber- The synthesis of ammonia from its elements (Nobel Lecture, June 2, 1920);
- 3) História Econômica dos Séculos XIX e XX (David Henriques);
- 4) Reflections: Fritz Haber and the Ambiguity of Ethics (Ryan J. Huxtable);
- 5) Fritz Haber e a Síntese da Amônia (Camila Welikson);
- 6) A História da Química contada por suas descobertas (Reinaldo Calixto de Campos e João Augusto Gouveia);
- 7) O Nobel de Fritz Haber e suas contribuições ao ensino de ciências (Marina Corrêa Araújo).

Esses textos continham informações do contexto da época e como ocorreu todo o processo de produção da síntese. Essas informações foram importantes para se compreender NOS e propor os argumentos de defesa e de acusação. Na corte ocorreu primeiramente a exposição inicial dos argumentos contrários e depois os favoráveis ao réu. Em seguida, ocorreram momentos de replica e treplica. Os argumentos foram

analisados pelo Grupo de Pesquisa Reagir² e o veredito foi apresentado aos bolsistas na última reunião de dezembro de 2013. O objetivo principal dessa atividade foi analisar quais características de NOS poderiam ser compreendidas a partir da História de Haber e desenvolver a habilidade argumentativa dos bolsistas.

A segunda etapa deste projeto consiste no desenvolvimento do conhecimento pedagógico de conteúdo dos participantes, como o planejamento de aulas a serem implementadas das escolas públicas de Ouro Preto e Mariana, necessariamente utilizando NOS. A terceira etapa compreende a aplicação dos planejamentos de aulas envolvendo NOS nas escolas participantes do projeto. Estas etapas irão acontecer durante os primeiros e segundos semestres de 2014, mas não farão parte da coleta de dados deste trabalho.

Levando em consideração o júri simulado, para julgar se Fritz Haber mereceu ou não o Prêmio Nobel de Química de 1918, relativo à síntese da amônia, antes do início dessa etapa, pedimos a duas alunas do projeto que fizessem um planejamento de como elas iriam ministrar uma aula com o tema de equilíbrio químico. A escolha desta temática se resume em ser o exemplo da síntese na amônia o mais comum nos livros didáticos quando trazem a abordagem de equilíbrio químico e, também, porque elas iriam conhecer a história da síntese na atividade do júri simulado. Pedi que elas me entregassem esse planejamento antes de iniciar as primeiras leituras da história de Fritz Haber. Em seguida, as entrevistei para esclarecimentos sobre o planejamento.

A escolha por apenas duas alunas do projeto foi porque a maioria dos que participam do mesmo já cursaram a disciplina de Prática de Ensino de Química II, em que há uma grande discussão sobre a contribuição da história da ciência no ensino de ciências e na compreensão da Natureza da Ciência. Esse fato poderia interferir no resultado da minha pesquisa, visto que pretendo analisar a evolução dos conhecimentos das professoras em formação inicial no contexto do PIBID a partir do projeto “Ciência Autêntica”³.

Após o júri simulado, pedi novamente para que as mesmas alunas produzissem um novo planejamento sobre equilíbrio químico, mas elas tiveram a oportunidade de permanecer com o mesmo planejamento, caso quisessem. Quando elas me entregarem o planejamento 2, encontrarei com minha orientadora e definimos as questões para a

² Grupo de pesquisa coordenado pela professora Rosária Justi da UFMG, que atua em colaboração com a professora Paula Mendonça (UFOP) em atividades de pesquisa e no PIBID.

³ Reconhecemos que os alunos mais avançados no curso de química licenciatura também podem ter suas ideias influenciadas pelo PIBID, mas optamos por selecionar alunas que ainda não tinham tido instrução formal sobre NOS nestas disciplinas. Reconhecemos que outros contextos podem influenciar em suas visões sobre NOS, mas na medida do possível tentaremos relacionar suas visões ao que ocorreu no PIBID.

entrevista. Entrevistei as duas alunas, separadamente, para esclarecimentos sobre o plano de aula. A opção pelo planejamento pós atividade do júri era avaliar se houve alguma influência da atividade vivenciada no PIBID nos planejamentos das alunas, como por exemplo, trabalhar com a história da síntese da amônia.

Com relação ao portfólio, optamos por analisar o último produzido em 2013, visto que foi pedido aos bolsistas que escrevessem sobre o que é ciência a partir das vivências na primeira etapa do projeto.

3.2 Análise dos Dados

As análises dos resultados foram feitas a partir de estudos de casos, porque é possível identificar a evolução das ideias das alunas a partir dessa metodologia de pesquisa muito utilizada em educação. Mendonça (2008), destaca que *“um estudo de caso apresenta descrições relevantes e em ordem cronológicas para um série de eventos, com o foco em um único sujeito ou em um grupos de sujeitos, na tentativa de elucidar a percepção do(s) sujeitos(s) sobre o evento (p.33)”*.

Assim, integramos os seguintes instrumentos – questionário de sondagem de ideias prévias sobre NOS (aplicado no início do PIBID), portfólio (entregue no final de 2013), planejamentos e entrevistas pré e pós corte de Haber – para analisar o desenvolvimento dos conhecimentos de conteúdo e pedagógico de conteúdo de duas bolsistas em formação para produção de dois estudos de casos.

Após a produção dos estudos de casos, realizamos a análise dos estudos de caso tentando evidenciar as evoluções das bolsistas em termos de suas concepções de ciência relativas aos conhecimentos de conteúdo e pedagógico de conteúdo. Para isso, os dados foram categorizados em quadros, na qual poderíamos observar, também, a frequência das categorias. Após a categorização, as concepções de ciências foram comparadas com as visões distorcidas de ciência proposta do Gil-Pérez *et, al* (2011) e com outras visões de ciência encontradas na literatura. Analisamos as categorias, também, observando o contexto de surgimento de uma concepção sobre ciência, o que poderia evidenciar a evolução de visões de ciências.

Para preservar a identidade dos sujeitos da pesquisa, as bolsistas são apresentadas por pseudônimos. Elas autorizaram o uso dos dados coletados para fins exclusivamente de pesquisas e foram informadas sobre a mesma a partir de termos de consentimento livres e esclarecidos.

4 ESTUDOS DE CASO

4.1 Estudo de Caso da Professora em Formação Bárbara

O nosso primeiro instrumento de coleta de dados foi um questionário (Ver anexo 1), aplicado no início de outubro/2013, para sondagens das ideias prévias sobre ciência dos participantes do PIBID. O questionário continha um texto sobre Alessandra, que havia engordado e que decidiu mudar os hábitos alimentares para emagrecer e ter uma vida mais saudável. Ela, influenciada pela mídia e por pessoas do seu cotidiano, não sabia se era mais saudável utilizar alimentos orgânicos ou não. Após a leitura do texto, os integrantes do PIBID responderam as questões, que se relacionavam com a ciência e com a prática científica.

Ao perguntar a Bárbara como a ciência poderia ajudar Alessandra a tomar a sua decisão de usar produtos orgânicos, ela citou a descrição da metodologia e da bibliografia utilizada para avaliar a confiabilidade e a veracidade das informações. Ela citou, também, que pesquisas podem ser feitas para verificar os impactos do uso de produtos orgânicos:

“O estudo de caso, que buscasse verificar como a ingestão de produtos orgânicos ou não afetam a saúde das pessoas poderia ser útil a Alessandra para que ela possa ponderar se deve ou não ingerir produtos orgânicos e até que ponto estes são vantajosos em relação aos produtos não orgânicos.”

Quando perguntamos a Bárbara como explicaria para uma pessoa que teve contato com ciência apenas na educação básica o que é ciência, ela respondeu que não é fácil definir com exatidão o que é ciência por ela ser diversa, ampla e abranger várias áreas. Ciência na sua concepção é uma forma de produção de conhecimento e cada área (humanas, exatas e biológicas) possui a sua forma de produção de conhecimento:

“Por mais que as diferentes áreas das ciências possuam formas particulares de se produzir conhecimento, o que é comum a todas elas é o fato de que todas são movidas pelas perguntas. A ciência é, numa visão simples e objetiva, a produção de conhecimento gerada através de constantes indagações.”

Para Bárbara, o que uma pessoa precisa aprender para entender a ciência é o saber do conhecimento técnico-científico da sua área e como ela é produzida:

“Para que uma pessoa entenda sobre ciência é necessário que ela possua conhecimento técnico científico correspondente a sua área de estudo específico da ciência de forma profunda e não apenas de modo superficial. É necessário também compreender como a ciência é produzida, quais são os meios que utiliza para

produzir conhecimento, quais são seus questionamentos e como os conceitos formados até hoje foram desenvolvidos ao longo do tempo.”

As características, para Bárbara, que uma pessoa deverá possuir para ser considerado um bom cientista são conhecimento técnico-científico e senso crítico e reflexivo.

Para Bárbara é a partir dos experimentos que os cientistas chegam a algumas conclusões ou a resultado previamente estabelecido:

“Os cientistas fazem experimentos com o objetivo de se chegar a alguma conclusão ou a algum resultado previamente estabelecido. É a partir dos experimentos que os cientistas são capazes de levantar hipóteses e construir teorias.”

Quando perguntamos a Bárbara o que pode ser considerado um bom trabalho científico, ou seja, um bom produto da ciência, ela destacou que o trabalho deve conter questionamentos que sejam plausíveis e elaborados, a metodologia utilizada deverá estar bem descrita, assim como as interpretações dos resultados obtidos e quais foram os referenciais teóricos.

Na ciência em construção é comum a presença de conflitos de ideias, pois o consenso não foi conseguido. Ao perguntar para a aluna como esses conflitos de ideias são resolvidos na ciência, Bárbara respondeu que para resolvê-los é necessário estudos, métodos e experimentos:

“Os conflitos de ideais são resolvidos por meio de estudos, métodos, experimentos que levam a alguma conclusão. Para se resolver conflitos e propor uma teoria que solucione os mesmos é necessário provar de forma lógica os aspectos que se deseja propor como verdade.”

Bárbara já havia mencionado que definir ciência não é algo fácil visto a sua abrangência e suas várias divisões, para ela uma pessoa deve ver ciência como algo não acabado e mutável para, assim, conhecer sua natureza:

“Os profissionais que possuem uma boa visão sobre ciências são aqueles que não veem como algo pronto e imutável, mas antes, possuem uma visão crítica sobre a mesma. Ele deve conhecer qual a natureza da ciência, ou seja, como esta se desenvolve e foi construída ao longo do tempo, bem como os fatores históricos, filosóficos e sociais que interferiram no modo como a ciência foi e é atualmente.”

O nosso segundo instrumento de coleta de dados foi o Planejamento 1 (Ver anexo 2), no qual pedimos a licencianda Bárbara que elaborasse um planejamento de uma aula,

com o tema equilíbrio químico. Esse planejamento foi entregue no início de novembro de 2013. A proposição do planejamento foi livre, ou seja, ela poderia escolher como iria fazer e o que abordar dentro da temática. Após esse planejamento ocorreu a Entrevista 1, sendo esta o nosso terceiro instrumento de coleta de dados. O planejamento 1 e a entrevista 1, serão discutidos juntamente, ao relatar o presente caso, visto que um complementa ao outro.

No planejamento 1 (Ver anexo 2), a licencianda Bárbara tinha como objetivo introduzir os conceitos de equilíbrio químico, iniciando pela reversibilidade. Para tal, ela solicitou aos alunos que trouxessem garrafas de refrigerante para a aula, para discutir o equilíbrio envolvendo as espécies ácido carbônico e do gás carbônico. Em seguida, ela pediu para que os alunos, em grupo, propusessem modelos para o nível submicroscópico para este sistema em equilíbrio. Ela ressalta que quando os grupos forem expor os seus modelos, o professor deverá observar se há alguma concepção alternativa presente. Se sim, o professor terá que argumentar sobre essas concepções, com o objetivo de que ao final da aula o modelo científico para a reação de equilíbrio, citada acima, seja compreendido por todos da turma.

A licencianda Bárbara teve algumas dificuldades em fazer o planejamento 1 (ver anexo 2), muitas dessas relacionavam-se com o conhecimento das concepções alternativas:

“Eu tive dificuldade em tudo para falar a verdade. Por que eu não tinha muita ideia como preparava um plano de aula, como eu tinha que montar e ao mesmo tempo eu tive dificuldade de tentar elaborar uma aula baseada em tudo que já aprendi sobre concepções alternativas e sobre equilíbrio químico, sabe?”

Em relação a conhecer as concepções alternativas, Bárbara ainda acrescentou:

“Porque a partir disso, eu já sei qual são as dificuldades que eles vão ter, então eu já posso pensar na maneira para tentar solucionar isso, sabe? Eu já sei que possíveis perguntas que eu posso fazer para eles. Porque às vezes se a gente não sabe dessas coisas a gente simplesmente dá aula e passa batido e às vezes os alunos ficam com dúvida e a gente nem imagina que eles tenham. Então, a gente ter conhecimento disso a gente vai focar nisto para que os alunos entendam o conteúdo direito.”

É válido destacar que até esse momento no curso de licenciatura a aluna não tinha proposto planejamentos de aula, visto que isso ocorria no final da disciplina de Estágio Supervisionado de Química 1. Também no projeto PIBID atual isso não tinha ocorrido⁴.

Como descrito anteriormente, Bárbara utilizou um exemplo do cotidiano do aluno, no caso o refrigerante, para começar a discussão planejada. Ao perguntar se no lugar do exemplo do refrigerante, ela usaria a história da ciência nas aulas de química, para deixá-las mais interessantes, ela respondeu que sim:

“Ah, com certeza. Eu acho que quando você inclui a história da ciência nas aulas é uma forma de não só de chamar a atenção dos alunos, mas eu acho que de certa forma humaniza a ciência, sabe? Eu acho que, é aquilo que a gente discute no PIBID às vezes que os alunos tem aquela visão de cientista sempre como alguém muito distante da realidade deles e que são pessoas anormais, fora do comum. E que quando a gente inclui a história da ciência nas aulas é uma forma dos alunos identificarem com aqueles personagens e de muitas vezes deles se sentirem incentivados porque a mesmas concepções que eles tenham muitas pessoas que contribuíram para a ciência pensavam da mesma forma, sabe? Eu acho que essa questão da humanização da ciência eu acho que o é mais contribui para o ensino e o que eu acho mais legal.”

Embora seja notório, pela própria fala da licencianda acima, a relevância de se inserir a HC no ensino de química, ela não há abordou em seu planejamento.

O nosso quarto instrumento de coleta de dados foi o portfólio do encontro do dia 06 de dezembro de 2013 do PIBID. Até esta data o grupo PIBID, como descrito na introdução e metodologia deste trabalho, passou por discussões sobre a história da ciência e como essa pode contribuir para a compreensão da Natureza da Ciência. Neste portfólio a licencianda Bárbara apresentou as suas concepções de ciência após essa etapa do PIBID.

Assim, como no questionário, ela afirma que não é fácil definir a ciência devido a sua grandiosidade e que a maneira fácil de conhecê-la é a partir da compreensão da sua natureza:

“Tenho convicção de que não seja possível atribuir uma definição exata para o que é ciência, pois, qualquer tentativa de fazer tal coisa, talvez acabasse por criar uma imagem minimalista e limitada desta. Contudo, o que se pode dizer sobre ciência é que ela é uma forma de produção de conhecimento, e como tal, possui um modo singular de compreender o universo, a vida e o ser humano. O que se pode fazer para se ter uma visão mais fidedigna do que seja ciência, é compreender qual a sua natureza.”

⁴ É válido destacar que a licencianda Bárbara já tinha 1 ano de participação no PIBID coordenado por outro professor e segundo relatório de atividades já havia tido oportunidade de planejar aulas neste contexto, mas não temos informações sobre como isso era realizado.

Bárbara, ao final desta etapa do PIBID, citou características das práticas científicas, como a influência do contexto da época, que por sua vez, são influenciados por fatores filosóficos, sociais, políticos e históricos. As questões que os cientistas decidem investigar relacionam-se com a necessidade da época. E o conhecimento científico não é produzido obrigatoriamente em uma ordem cronológica:

“Ao estudar sobre a história da ciência, foi interessante perceber não apenas que esta possui um contexto específico, mas que este contexto é capaz de interferir no modo com a ciência é produzida, isto é, ela encontra-se fortemente vinculada a fatores históricos, sociais, filosóficos e políticos. Muito daquilo que os cientistas se propõem a estudar não provém de ideias aleatórias e sim, de alguma necessidade, como é o caso de cientistas como Fritz Haber e Diesel. O primeiro enxergou a síntese da amônia como uma possibilidade de aumentar as fontes de nitrogênio, componente importante para a produção de fertilizantes, que era uma necessidade no período histórico em que este cientista se encontrava. O segundo propôs um motor que utilizava como princípio o Ciclo de Carnot, com o objetivo de aumentar a eficiência das máquinas, dado que a eficiência das máquinas a vapor disponíveis até então eram muito baixas. Neste sentido, podemos notar que o conhecimento não se desenvolveu ao longo do tempo de forma espontânea e natural. Ao contrário, existiram e ainda existem fatores sociais que impulsionam o avanço da ciência.”

Outras características da ciência citada por Bárbara são o trabalho em conjunto dos cientistas e a dinamicidade da ciência:

“Durante todo o processo que leva uma ideia até a sua execução, não existe apenas uma pessoa trabalhando para que isso aconteça. Ao contrário, existem várias pessoas que participam do processo de produção do conhecimento, ainda que elas não sejam propriamente cientistas, como é o caso do representante político na história de Joliot.”⁵

“É válido lembrar que uma vez que a ciência é dinâmica, novos conhecimentos estão constantemente sendo produzidos, novas ideias são consolidadas e algumas ideias já consolidadas vão sendo aprimoradas ou até mesmo contraditas. Nesse sentido, a ciência é uma forma de produzir conhecimento grandiosíssima o que a torna um dos feitos mais memoráveis da nossa civilização.”

⁵ Para Latour o caso de Joliot exemplifica o fluxo sanguíneo da ciência. Neste fluxo, temos as transições de interesses, no qual Joliot só conseguiu atingir o seu objetivo quando conseguiu que o mesmo fosse essencial para a realização dos objetivos dos seus colaboradores. Neste caso, o objetivo de Joliot era dominar a reação em cadeia e o de Dautry (ministro dos armamentos da França da época) era a independência nacional. Após a aliança, o objetivo final era um laboratório para a reação em cadeia e futura independência nacional. Podemos perceber, assim, que a ciência não neutra e produzida por colaboração, sendo que esta ocorre entre cientistas e não-cientistas.

A licencianda Bárbara ressalta que quando se propõe um novo conhecimento é necessário um consenso da comunidade científica para que ele seja aceito como verdade:

“É importante ressaltar também que em ciência, para que uma ideia seja considerada verdadeiramente um fato, é necessário haver o convencimento dos pares, isto é, ao propor uma ideia deve-se respaldá-la com toda espécie de argumentos plausíveis do ponto de vista científico para que a comunidade científica possa considerá-la válida.”

É importante destacar que o termo ‘verdade’ para Barbara não quer dizer verdade absoluta, mas o conhecimento mais plausível que se tenha no momento.

Após as discussões da História da Ciência no PIBID, pedi novamente que Bárbara fizesse um novo plano de aula, Planejamento 2 (ver anexo 4) para a mesma temática, sendo que ela poderia, ainda, permanecer com o mesmo planejamento. O Planejamento 2 (ver anexo 2) foi o nosso quinto instrumento de coleta de dados e a entrevista pós, foi o sexto. Assim, como no Planejamento 1 e Entrevista 1, o Planejamento 2 e a Entrevista 2 serão relatados juntos no presente estudo de caso.

O Planejamento 2 (ver anexo) de Bárbara foi baseado no experimento envolvendo dicromato de potássio e cromato de potássio para discutir com os alunos a coexistência de produtos e reagentes no mesmo sistema. Antes de iniciar o experimento ela citou que as ideias prévias referentes à reversibilidade dos alunos devem ser ouvidas.

Ao perguntar a Bárbara se ela conseguiria falar outra relevância para o tema proposto, no caso equilíbrio químico, fora de um contexto que não seja a sala de aula de química, a aluna recorreu ao argumento da utilidade:

“Eu acho que talvez, ele ter o conhecimento dessa informação, poderia ajudar a ele a entender alguns fenômenos, por exemplo, aquele fenômeno das estalactites e estalagmites, por exemplo, seria uma coisa que ele conseguiria entender melhor, se ele tivesse o conhecimento desse conteúdo de equilíbrio químico. Sabe? É isso que eu consigo pensar, que seria mais para ele entender alguns fenômenos e algumas coisas assim.”

Na opinião de Bárbara é essencial que os alunos entendam a coexistência de produtos e reagentes no mesmo sistema para que eles possam compreender o que realmente é um equilíbrio químico:

“Por que muitas vezes eles pensam que existem, tipo assim, reagente e produtos estão em recipientes separados. Sabe? Aquela ideia de compartimentalização, em um lugar eu só vou ter os produtos e no outro local eu só vou ter os reagentes. E que esses dois não podem coexistir. Então, eu acho que isso é importante para que eles não tenham a concepção de compartimentalização. Sabe? De um lado eu vou ter só produtos e no outro eu só vou ter reagentes. Mesmo que o que caracteriza o equilíbrio químico é

justamente essa ideia de coexistência de produto e de reagentes. Então, eles teriam que entender isso, saber bem esse conteúdo.”

Com descrito anteriormente, a licencianda não mencionou no planejamento 2 (Ver anexo 4) o uso da HC. Ao pergunta-la se as atividades do PIBID a tinham influenciado, ela respondeu:

“Sim. Inicialmente ate queria muito fazer uma coisa relacionada à história da ciência, que é o que a gente viu no PED, mas eu achei um pouco difícil. Eu ainda não sabia elaborar alguma coisa que fosse interessante assim, por que eu acho difícil você montar alguma coisa legal e que seja construtivista ao mesmo tempo. Sabe? Porque não é qualquer coisa que é diferente, por que é ... sei lá, que é lúdico, que é construtivista. Então eu achei um pouco complicado. Aí, as coisas que eu tentava incluir que eu aprendi no PED sobre história da ciência, eu tentava incluir ficava muito ilustrativo e não fica muito construtivista, aí eu preferir não arriscar e não colocar nada, mas com certeza influenciou.”

Embora, afirma Bárbara que é importante trabalhar com a história da ciência no ensino de ciências ela, ainda, não se sente preparada:

“Por várias coisas, eu acho que é muito legal quando... Uma das coisas que a gente aprende muito quando vê a história da ciência é que um cientista tinha as mesmas dificuldades que a gente, sabe? E eu acho isso legal para humanizar a ciência, por aluno não achar que ele é incapaz que aprender as coisas e ele ver que existiam cientistas tinham as mesmas dificuldades que ele tinha. E para ele entender, também, que a ciência não é aquela coisa certinha, que às vezes a gente encontra nos livros didáticos, sabe? Aquelas coisas linear, que ninguém erra, que dá tudo certo. Para ele entender, também, que ciência tá, tipo assim, tem erros, ela é feita por seres humanos, sabe? Então, se as pessoas erram consequentemente na ciência pode haver falha. Eu acho que seria interessante para isso.”

“Eu acho que não estou preparada, por mais que eu tenha aprendido muito no PED sobre a história da ciência, eu acho que uma coisa é você saber a história outra coisa é você conseguiu encaixar isso numa aula, e que vai fazer com que os seus alunos aprenda, sabe? Por que não pode ser uma coisa meramente ilustrativa, que ela tem que acrescentar alguma coisa para ele de algum modo. E neste sentido, eu acho que ainda não sei como fazer. Se eu sei eu não tenho noção que eu sei fazer.”

4.2 Estudo de Caso da Professora em Formação Tatiana

A primeira pergunta do questionário (ver anexo 1) era quais seriam as características da ciência que poderiam auxiliar a Alessandra a tomar a sua decisão. Para Tatiana, as características que poderiam auxiliar Alessandra são que cada área da ciência possui suas teorias, seus conhecimentos, e que estes não necessariamente são aceitos por outros campos científicos:

“A ciência é dividida em grandes áreas, sendo que uma teoria que é muito útil para essa área, pode não ser tão útil em outra. Na ciência para se comprovar um determinado fato deve-se ter um conhecimento teórico sobre o assunto, levantar hipóteses, testá-las e a partir dos resultados comprovar a veracidade do fato. Na ciência existem modelos que servem para explicar determinado fenômeno, sendo que cada modelo é útil para determinada situação.”

Pedimos Tatiana para descrever como ela iria definir o que é ciência para uma pessoa que tenha tido o seu último contato com a ciência na educação básica. Ela descreveu que ciência é um conjunto de conhecimento que são agrupados em grandes áreas dependendo da sua natureza, nela há o uso de modelos para auxiliar na compreensão dos conceitos e que estes modelos não são estáticos. Na sua concepção, há um método científico na produção do conhecimento científico:

“Destacaria o método científico, que é bem rigoroso para que determinada teoria seja aceita, e o uso de modelos.”

Na opinião de Tatiana, uma pessoa precisa aprender o conhecimento de conteúdo, a história da ciência e o método científico para que possa entender ciência. E para ser um bom cientista precisar saber, além do conhecimento de conteúdo, que os experimentos não fornecem resultados errados:

“Ele deve aprender sobre o método científico e sobre a evolução da ciência ao longo dos tempos, além de conteúdos específicos de química.”

“Dominar bem o conhecimento de conteúdo: Não há como ser cientista sem dominar os conhecimentos da área que escolheu; Ter consciência de que só porque não obteve o resultado esperado não quer dizer que o experimento não aconteceu: O experimento não dá errado, o que acontece é que talvez o cientista não obteve o resultado esperado e não sabe porque isso aconteceu.”

Ao perguntar a Tatiana como os cientistas decidem quais questões serão investigadas, ela respondeu que estas questões relacionam-se com a curiosidade ou um interesse em determinado assunto ou mesmo a partir de uma teoria existente.

Os cientistas usam experimentos, na opinião de Tatiana, para comprovar uma teoria já existente:

“Para observar determinado fenômeno e colher resultados sobre o mesmo, podendo assim testar a veracidade de alguma teoria que eles tenham pré-estabelecidas.”

É comum em ciência, os conflitos de ideias, ou seja, as divergências de pensamento em relação a determinado assunto. Para a licencianda Tatiana, esses conflitos são resolvidos com levantamento de hipóteses embasadas teoricamente:

“Os conflitos de ideia são resolvidos a partir da análise das hipóteses levantadas, sendo assim, a que apresentar melhor embasamento teórico condizente com a realidade do que está sendo estudado provavelmente terá mais chances de ser aceita.”

Tatiana expressou no seu questionário (ver anexo 1) que os profissionais que devem possuir uma boa visão de ciência são aqueles que já fizeram pesquisas, dentre estes os professores, devido a sua experiência:

“Creio que os profissionais que têm melhor visão sobre ciências são os pesquisadores no geral (historiadores, filósofos, químicos, físicos, biólogos, etc.), bem como alguns professores que tenham passado por um curso que tenha permitido tal conhecimento durante sua formação. Por eles participarem do processo de construção de um determinado tipo de conhecimento científico acredito que a visão de ciência apresentada por eles sejam boas, e professores que tenham passado por uma boa formação também devem possuir essa visão.”

O que distingue um conhecimento científico de um não científico para a licencianda Tatiana é que para ser considerado como um conhecimento científico este passou por teste de comprovação:

“O conhecimento científico, além de ter passado por uma série de etapas comprobatórias para seu estabelecimento, deve ser aceito pela comissão científica, portanto, o conhecimento científico é muito bem fundamentado.”

O objetivo da licencianda Tatiana no planejamento 1 (ver anexo 3) era, primeiramente, discutir as reações reversíveis e irreversíveis, para isso ela propõe que o professor deverá questionar aos alunos se a queima de um pedaço de papel é uma reação química. Neste momento o professor terá que sondar as ideias prévias dos alunos e conduzi-los para um consenso da irreversibilidade da reação e explicar para eles o que significa e quem são os produtos e os reagentes da reação. Após essa etapa, ela propôs a execução do experimento de cromato de potássio e de dicromato de potássio para discutir que existem reações reversíveis e que há coexistência de produtos e reagentes no mesmo sistema.

As principais dificuldades em fazer o Planejamento 1 de Tatiana (ver anexo 3) foram, primeiramente, decidir o que iria abordar dentro da temática de equilíbrio químico e depois como ela iria fazer essa abordagem:

“A primeira dificuldade que eu tive foi de decidir o que eu iria abordar sobre equilíbrio químico, sabe? Que parte que eu iria pegar, se eu ia fazer tudo sobre equilíbrio químico, sabe? Aí eu pensei e achei melhor começar pelo fato da reversibilidade das reações, que tem que ter para que haja o equilíbrio químico, né? Aí pensei nisto primeiro. Aí depois eu pensei então tá bom, eu tenho primeiro que dá noção de reversível e irreversível, mas depois surgiu a dificuldade de como introduzir o equilíbrio químico depois disso, entendeu? Aí, por isso que ate recorri ao livro do Mortimer e vi que tinha justamente aquela de reversibilidade e tudo, só que eu já tinha pensado nisso antes ai quando eu vi eu falei que eu acho que eu posso utilizar isto aqui, aí eu peguei aquela atividade e assim me baseei nas perguntas que ele fazia sobre os experimentos e tudo que eu consegui, assim, falar com as minhas palavras eu falei.”

Na concepção de Tatiana, os alunos devem entender da coexistência de produtos e reagentes no mesmo sistema:

“Porque eu acho que talvez os alunos pensem, que não tenham essa ideia de que uma reação pode ter esse equilíbrio, que uma reação tem que ocorrer com total consumo de reagente, por exemplo, sabe? Talvez eles achem que todas as reações são assim e para que eles entendessem o equilíbrio químico é extremamente necessário que eles tenham ideia que reagente e produtos coexistem ali, no mesmo recipiente.”

Como mencionado acima, o planejamento 1 (ver anexo 3) da aluna Tatiana era baseado em experimentos. Ao pergunta-la se ela utilizaria a história da ciência em uma aula de ciência, ela afirmou que sim:

“Eu, também concordo com essa visão de humanização da ciência, porque a gente discute muito no PED que, por exemplo, os alunos tem essa visão de cientista ser isolado, de ser um gênio, de ser, sabe? Que é uma pessoa comum e aí, quando eles veem que os cientistas podem chegar a resultados que não eram esperados, podem, sabe? Ter aquela coisa, ter experimento errado. E com isso eu acho que eles percebem que não é assim, a ciência não é aquela pura verdade e pronto, eu acho que é muito isso, contribui muito sim neste sentido. Além de tornar a aula mais interessante, também, é uma forma de contextualizar um conceito histórico, por exemplo, dá época.”

A aluna Tatiana, assim, com a aluna Bárbara escreveu no Portfólio do encontro 9 do PIBID quais foram as contribuições com o trabalho da HC no PIBID para a sua concepção de ciência. Ela destaca que definir o que é ciência é difícil, devido a sua grandiosidade e complexidade.

“Ao longo de todos os encontros pude perceber que minha visão sobre o que é ciência era bastante limitada, e ainda hoje, não sei se tenho total clareza do que é de fato a ciência. Arrisco a dizer que ciência não tem uma definição exata, isto é, não há como definir ciência, devido tamanha complexidade, no entanto posso caracteriza-la como um conjunto de conhecimentos divididos em grandes áreas que buscam investigar e obter conhecimento e que possam descrever e entender o mundo, bem como os fenômenos que o constituem.”

Um ensino que seja contextualizado se mostra importante nas escritas da aluna Tatiana, no qual ela defende que a HC pode proporcionar um ensino contextualizado, e a partir dela, características da NOS poderiam surgir, colaborando, assim, com uma compreensão mais fiel da prática científica:

“Muitas vezes a equação de formação da amônia é dada como exemplo de equilíbrio químico, sem que esta fascinante história de sua síntese seja mencionada. Sem dúvida seria maravilhoso poder inserir esta história no ensino. Primeiramente porque o aluno aprenderia de forma contextualizada, de modo a observar como o contexto histórico também pode influenciar nas descobertas científicas (...). Além disso, o aluno tomaria conhecimento de aspectos muito importantes em relação à natureza do conhecimento científico, tais como a existência e importância da colaboração entre os pesquisadores, a seriedade com que as pesquisas são conduzidas.”

Tatiana ainda acrescentou que cientistas não são gênios, são pessoas normais que possuem as dificuldades individuais. E também que a ciência é desprovida de valor, ou seja, ela não pode ser titulada como boa ou má.

Outra característica de NOS que a aluna Tatiana destacou foi o trabalho em conjunto de pessoas na produção do conhecimento científico. Em sua opinião, essa característica é mais uma das vantagens de se trabalhar com a HC no ensino de ciências:

“A história da síntese da amônia deixa claro que um cientista não é um ser isolado do mundo, Haber tinha família, se associou à empresa BASF que contribuiu para a síntese da amônia, e, além disso, aperfeiçoou conhecimentos já existentes. Embora outros cientistas tivessem o conhecimento da necessidade de altas pressões e temperaturas para a síntese, eles não dispunham de equipamentos que permitissem o trabalho em tais condições. Haber por sua vez, com muita persistência conseguiu chegar às condições ideais de equilíbrio, e a empresa BASF deu suporte referente aos equipamentos possibilitando a síntese. Além disso, Haber ainda aperfeiçoou os catalisadores empregados na síntese, possibilitando então maior rapidez para atingir o equilíbrio.”

Outra característica citada por ela é a provisoriedade do conhecimento científico, ou seja, a ciência não produz conhecimento que corresponde à verdade absoluta, ele é provisório:

“A ciência não leva sempre à verdades absolutas, muitas vezes obtém-se modelos que servem para explicar determinados aspectos, o que não implica em dizer que determinado fenômeno ocorre exatamente daquela forma. Embora as teorias científicas sejam confiáveis, pode ser que algum dia elas se tornem insuficiente para explicar alguns aspectos, o que dá a ciência um caráter provisório, de constantes mudanças e evoluções.”

Tatiana destaca que os produtores da ciência podem ser pessoas e mesmo objeto imaterial, como o financiamento:

“Os produtores da ciência, como os cientistas, são pessoas que buscam pelo conhecimento científico, que por sua vez pode ser uma coisa imaterial, e posteriormente este conhecimento científico pode ser aplicado. É importante dizer que embora os cientistas é que fazem as pesquisas e as colocam em prática, os financiadores também podem ser produtores, já que sem os recursos fornecidos pelos mesmos as pesquisas não iriam adiante.”

A licencianda Tatiana, ainda, acrescentou que as suas visões de experimentos mudaram muito após as discussões no PIBID:

“Muitas vezes, o pesquisador não sabe interpretar, ou não tem um conhecimento satisfatório para explicar porque não obteve um resultado esperado. Talvez este fato tenha me chamado muita atenção porque inúmeras vezes cheguei a acreditar que o experimento tinha dado errado, hoje posso dizer que é uma questão de interpretação correta do fenômeno, e não que ele deu certo ou errado.”

Por fim, neste portfólio, ela destaca que participar desta etapa do PIBID contribuiu muito em sua formação:

“Julgo a oportunidade de ter o contato com aspectos da natureza da ciência como essencial em um curso de formação de professores, primeiramente porque a visão de ciência do senso comum pode afastar as pessoas da realidade do que é ser cientista e do que é ciência, assim aspectos sobre a natureza da ciência se tornam fundamentais para familiarizar o futuro professor, e para que o mesmo tenha consciência do quanto é importante levar para os alunos estes aspectos. É muito gratificante poder passar por estas experiências, e a cada encontro percebo uma evolução no meu modo de enxergar a ciência.”

O objetivo do planejamento 2 (ver anexo 5) da licencianda Tatiana era discutir a influência da temperatura e da pressão no equilíbrio químico. Para isso, ela propôs iniciar a aula utilizando o exemplo do equilíbrio químico do gás carbônico no refrigerante. Em

seguida, os alunos iriam ler o texto *Fritz Haber e a síntese da amônia* de Camila Welikson. Este texto conta a história de Haber e do processo de produção da síntese da amônia (e foi utilizado no PIBID). Após, ela iria discutir, utilizando uma tabela, as condições ideais de pressão e de temperatura para a síntese da amônia. Novamente, irei apresentar o planejamento 2 e a entrevista 2 em conjunto no estudo de caso.

Tatiana me respondeu que utilizou a HC neste planejamento (ver anexo 5) porque ela pode demonstrar com mais veracidade como é a prática científica, e foi por esse motivo, também, que ela mudou o planejamento:

“Ah, eu acho que vai muito pela aquela questão que sempre a gente conversa, mostrar para o aluno como a ciência é de verdade, desmistificar a ciência igual à gente discutiu muito, que o aluno tem uma visão do que é ciência muito assim... aquela visão do cientista isolado, que não tem parceria, é um gênio, aí que acho que tudo isso fica um pouco claro para ele quando eles tomam ‘consciência’ dessa história que, por exemplo, antes já tinha estudos para a síntese da amônia, mas o que o Haber fez, ele foi aperfeiçoando os conhecimentos que já tinham, foi se ... ele se associou a empresa BASF, sabe? Eu acho que isso tudo mostra para o aluno que não é desse jeito, que eles trabalham isolados, essas coisas, sabe?”

“Eu tinha gostado do outro planejamento meu, mas eu acho que se a gente puder inserir a história da ciência, acho que a gente tem que fazer justamente pela questão de tornar mais próximo do aluno essa questão do... dá produção científica, como que é, sabe? Do conhecimento científico.”

Ao perguntar a Tatiana qual foi o motivo em termos de conteúdo (no caso equilíbrio químico), em se trabalhar com o texto *Fritz Haber e a síntese da amônia*, ela respondeu que quando apresentamos apenas a equação de formação da amônia e não fazemos nenhuma menção a sua história, os alunos podem não compreender que a determinação das condições ideais de pressão e temperatura era necessária para se produzir a síntese.

O objetivo principal da licencianda Tatiana em trabalhar com a história de Haber era mostrar para os alunos que o contexto da época influencia na produção científica. Porém, esse objetivo não está claro no planejamento 2 (ver anexo 5), só foi possível perceber-lo ao perguntarmos na entrevista (instrumento 6).

Embora Tatiana reconheça a contribuição do PIBID para o seu conhecimento de ciência, ela não se sentiu totalmente preparada para trabalhar com HC nas aulas de química.

“Olha, eu acho que eu teria ainda que aperfeiçoar muita coisa, sabe? Eu acho que tipo assim, eu tenho uma noção, eu acho que se eu pegar um material e lesse a fundo, eu

conseguiria dá uma aula, só não sei se seria de uma maneira muito eficiente, sabe? Com a história da ciência.”

“Nossa eu nunca iria parar para pensar assim, na importância que tem se gente não tivesse discutido isso. Tem muita coisa assim que a gente por não ter conhecimento a gente acha que do jeito que a gente faz tá ótimo. Mais aí, quando a gente passa a ter conhecimento, nossa! como é importante, como ter muita gente que não tem conhecimento disso, sabe? E não faz. Eu acho que se eu não tivesse passado por essa experiência no PIBID eu não teria essa consciência. Acho que seria assim, quando alguma coisa ou outra que eu sei alguma história, sabe? Que se possa encaixar no conteúdo eu ia fazer, mas eu não ia ter essa consciência da importância que se tem.”

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para facilitar a apresentação da discussão dos resultados da nossa pesquisa, irei dividi-la em dois momentos, para cada professora em formação. No primeiro momento, discuto a evolução do Conhecimento de Conteúdo de Ciência, para isso apresento na forma de quadro as visões de ciência, que foram categorizadas a partir dos estudos de casos, e em qual instrumento de coleta de dados que essa apareceu e com qual frequência. E no segundo momento, apresento a evolução do Conhecimento Pedagógico de Conteúdo de Ciência das licenciandas.

5.1 Discussão dos Resultados da Professora em Formação Bárbara

5.1.1 Evolução do Conhecimento de Conteúdo de Ciência

No quadro 1 são apresentadas as visões de ciência expressas pela licencianda Bárbara em diferentes momentos e a partir dos instrumentos disponíveis para análise.

ANÁLISE DO CONHECIMENTO DE CONTEÚDO E PEDAGÓGICO DE CONTEÚDO SOBRE CIÊNCIA DE PROFESSORAS DE QUÍMICA EM FORMAÇÃO INICIAL NO
 CONTEXTO DO PIBID

DANIELA APARECIDA GANDRA

37

Quadro 1- Categorias: visões de Ciência da licencianda Bárbara.

| <i>Categorias</i> | <i>Instrumento 1- Questionário de Sondagem Prévia de Ciência</i> | <i>Instrumento 2- Planejamento 1</i> <i>Instrumento 3- Entrevista 3</i> | <i>Instrumento 4- Portfólio</i> | <i>Instrumento 5- Planejamento 2</i> <i>Instrumento 6- Entrevista 2</i> |
|--|--|--|---------------------------------|--|
| 1-Ciência é uma forma de produção de conhecimento, sendo que cada área apresenta especificidades. | X,X | | X, X | |
| 2- Experimentos possuem duplo papel na ciência: provar algo e propor hipóteses. | X | | | |
| 3- Cientistas são pessoas normais que possuem conhecimento técnico-científico, senso crítico e reflexivo. | X | X | X | |
| 4-A ciência não produz verdades absolutas. | | | X | |
| 5- É impossível caracterizar ciência devido a sua abrangência. | X | | X | |
| 6- Descrição da metodologia de pesquisa e as fontes bibliográficas para avaliar a credibilidade das afirmativas científicas. | X,X | | | |
| 7-A ciência não é neutra. | X | | X | |
| 8- Dinamicidade da Ciência. | X | | X | |
| 9-O conhecimento científico é produzido a partir de indagações. | X | | X | |

ANÁLISE DO CONHECIMENTO DE CONTEÚDO E PEDAGÓGICO DE CONTEÚDO SOBRE CIÊNCIA DE PROFESSORAS DE QUÍMICA EM FORMAÇÃO INICIAL NO
CONTEXTO DO PIBID

DANIELA APARECIDA GANDRA

38

| | | | | |
|--|--|--|---|--|
| 10- A argumentação é uma prática presente na ciência. | | | X | |
| 11-A ciência é desenvolvida por colaboração. | | | X | |
| 12-O conhecimento científico é produzido a partir de necessidade da época. | | | X | |

A primeira categoria apresentada no Quadro 1, denominada por “Ciência é uma forma de produção de conhecimento, sendo que cada área apresenta especificidades”, apareceu nos instrumentos 1 e 4. Nesta categoria a licencianda expõe que a ciência possui subdivisões, em cada subdivisão ocorre uma forma diferente de produção do conhecimento científico e o que há em comum entre todas essas áreas é o fato de todas serem movidas por indagações. Ela acrescentou, ainda, que esta produção de conhecimento, não segue, obrigatoriamente, uma ordem cronológica. Essas visões demonstram uma não concordância com as visões distorcidas exclusivamente analítica e acumulativa de crescimento linear proposto por Gil Pérez *et al.* (2001). Destacamos, ainda, que ela já possuía essa concepção antes de iniciar as atividades planejadas no PIBID. Entretanto, no portfólio final, reconhece que as indagações que motivam o fazer ciência podem estar relacionadas ao contexto que o cientista vive (como descrito na décima segunda categoria).

A segunda categoria, “Experimentos possuem duplo papel na ciência: provar algo e propor hipóteses”, expõe que para licencianda Bárbara os cientistas usam experimentos para dois objetivos distintos. Em nenhum dos instrumentos posteriores foi possível detectar algum incremento nas concepções da licencianda sobre papel de experimentos na ciência. Portanto, não é possível fazer afirmações sobre evoluções de sua compreensão do papel de experimentos na ciência em função do PIBID. Talvez isto tenha acontecido porque até este momento do processo de formação isto não tenha sido enfatizado nas discussões.

Na terceira categoria, “Cientistas são pessoas normais que possuem conhecimento técnico científico, senso crítico e reflexivo”, a licencianda citou características que correspondem à personalidade dos cientistas e suas formações. No instrumento 3, ela declarou que a HC pode auxiliar na compreensão de que cientistas não são pessoas anormais e distantes da realidade do aluno. E no instrumento 4, ela acrescentou a característica de que cientistas como, por exemplo, o Joliot, que estabeleceu relações com outras pessoas com o objetivo de conseguir financiamento para a sua pesquisa. Esses exemplos podem ser indicativos de como a licencianda foi ganhando clareza e ampliando suas concepções sobre características dos cientistas e, ainda, evidenciam a importância da história da ciência para exemplificar tais casos, visto que ela se referiu especificamente aos casos históricos (vivenciados no PIBID) para falar de tais aspectos.

A quarta categoria, “A ciência não produz verdades absolutas”, indica que para a licencianda como a ciência é fruto de interpretações da mente humana essas interpretações podem ser falhas. Isso representa também a dinamicidade da ciência,

divergindo com a visão acumulativa de crescimento linear proposto por Gil Pérez *et. al.* (2001). Esta categoria apareceu nos instrumentos 1 e 4, evidenciando que a licencianda Bárbara possui uma visão esclarecida sobre esse caráter da ciência.

Na quinta categoria, “É impossível caracterizar ciência devido a sua abrangência”, novamente a licencianda Bárbara apresentou uma concepção coerente de ciência, como destacado na introdução deste trabalho, ao salientarmos que não existe uma natureza da ciência (LEDERMAN, 2006). Essa categoria apareceu nos instrumentos 1 e 4. No primeiro instrumento ela afirmou que definir com exatidão o que é ciência não é algo fácil, pois ela é diversa, ampla e abrangente. A licencianda acrescentou, ainda, que cada área possui sua forma de produzir os seus conhecimentos. No quarto instrumento, a licencianda comenta novamente que não é fácil definir o que é ciência devido a sua grandiosidade. Realmente, não temos um consenso do que seja ciência, e a concepção do que seja pode variar muito do meio em que se está inserido, ou seja, a concepção de ciência para um químico não é igual à de um filósofo (LEDERMAN, 2006).

Na sexta categoria, “Descrição da metodologia da pesquisa e das fontes bibliográficas para avaliar a confiabilidade das afirmativas científicas”, a licencianda Bárbara expressou uma visão presente nos trabalhos de Allchin (2011), que enfatiza a necessidade de relacionar NOS à credibilidade das fontes e dos argumentos utilizados pelos cientistas para fazer determinadas afirmativas. Nos outros instrumentos de pesquisa não foi possível avaliar novamente esta ideia da licencianda.

A sétima categoria, “A ciência não é neutra”, apareceu nos instrumentos 1 e 4. Essa categoria expressa à influência de fatores sociais, culturais e políticos na produção do conhecimento científico, como também, da influência das teorias existentes na mente dos cientistas nas suas interpretações, sendo esta não concordante com a visão socialmente neutra e empírico indutivista atórica proposto por Gil Pérez *et. al.* (2001). Embora essa categoria tenha aparecido no primeiro instrumento de coleta de dados, ela apareceu de uma forma mais explícita no quarto instrumento. No primeiro instrumento, a inferência feita sobre a neutralidade da ciência por Bárbara foi implicitamente quando a perguntamos o que uma pessoa precisa entender para se possa considerar que esta pessoa compreenda o que é ciência, ela afirmou que é necessário conhecer a sua natureza e os fatores que a influencia, sendo estes, históricos, filosóficos e sociais. E no quarto instrumento ela afirmou explicitamente que o contexto da época, assim, como os fatores históricos, filosóficos, sociais e políticos influenciam na produção do conhecimento científico. Ela ainda citou os exemplos de Diesel e Haber para ilustrar suas ideias, sendo que esses casos históricos foram discutidos no PIBID.

A oitava categoria, “Dinamicidade da Ciência”, representa a visão que a ciência está em constante construção. Esta categoria apareceu no instrumento 1, quando a licencianda Bárbara expressa que os profissionais que possuem uma boa visão de ciência são aqueles que não a veem com o algo acabado e imutável. E apareceu, também, no instrumento 4, quando ela afirma que a ciência é dinâmica, pois novos conhecimentos estão sendo construídos e algumas ideias consolidadas vão sendo aprimoradas ou mesmo contraditas.

Na nona categoria, “A ciência é produzida a partir de indagações”, a licencianda Bárbara propõe que os cientistas não decidem a partir do acaso o que vão investigar. Para ela, a ciência é movida por questionamentos que ainda não possuem respostas.

A décima categoria é “A argumentação é uma prática presente na ciência”. Nesta categoria, Bárbara expõe que o conhecimento que foi produzido só poderá ser chamado de científico se for aprovado pela comunidade científica, neste sentido, podemos destacar o papel da argumentação na ciência, na qual os cientistas devem ter evidências fortes que possam sustentar a sua teoria, para que ela seja aceita. Certamente, esta categoria apareceu em consequência do veredito da corte de Haber, como descrito na introdução, dado pela orientadora do projeto, pois foi neste que ela explicitou os argumentos apresentados pelos bolsistas e a importância deste para o convencimento dos jurados – o que evidencia a influência do PIBID na visão de ciência da licencianda.

A décima primeira categoria, a “Ciência é produzida por colaboração”, apareceu no instrumento 4. Para licencianda Bárbara, o conhecimento científico é produzido por um grupo de cientistas. Esta visão, também é coerente, indo contra a visão individualista e elitista da ciência proposto por Gil Pérez *et. al*, (2001).

A décima segunda categoria, “O conhecimento científico é produzido a partir de necessidades da época”, apareceu apenas no instrumento final, sendo um indício de que o PIBID tenha impactado positivamente no entendimento da aluna sobre ciência, visto que ela cita fatos específicos da formação.

Em suma, podemos destacar que a licencianda Bárbara já concebia coerentemente algumas características de ciência, como as categorias: 1-Ciência é uma forma de produção de conhecimento, sendo que cada área apresenta especificidades; 2- Experimentos possuem duplo papel na ciência: provar algo e propor hipóteses; 3- Cientistas são pessoas normais que possuem conhecimento técnico-científico, senso crítico e reflexivo; 5- É impossível caracterizar ciência devido a sua abrangência; 6- Descrição da metodologia de pesquisa e as fontes bibliográficas para avaliar a credibilidade das afirmativas científicas; 7-A ciência não é neutra; 8- Dinamicidade da Ciência e; 9-O conhecimento científico é produzido a partir de indagações. Porém, percebemos que algumas destas categorias

foram ampliadas, como foi o caso das categorias 5 e 7. Podemos perceber, também, que outras características da ciência emergiram sobre a influência do PIBID, o que demonstra um resultado positivo deste projeto. Essas características estão reunidas nas categorias: 4- A ciência não é neutra; 10- A argumentação é uma prática presente na ciência; 11- A ciência é desenvolvida por colaboração e; 12- O conhecimento científico é produzido a partir de necessidade da época.

5.1.2 Conhecimento Pedagógico de Conteúdo

Segundo Schulman (1986) (apud Figueirêdo (2008)), o PCK é um conhecimento tácito e intrínseco a cada profissional, logo não é fácil avaliar o PCK de um professor.

Os dados coletados na nossa pesquisa não são suficientes para que possamos afirmar sobre evoluções do PCK de Ciência da licenciada Bárbara, pois, como explicitado por Figueirêdo (2008), esse conhecimento se relaciona com a elaboração de atividades que possam trabalhar os conteúdos de uma forma mais fácil ou acessível para os alunos. E essa etapa de elaboração de planos de aula utilizando NOS para ser aplicado no ensino médio, não faz parte desta pesquisa, pois no PIBID ela está ocorrendo atualmente (primeiro semestre de 2014). Em outras palavras, como a licencianda não tinha vivenciado planejamento de sequências didáticas sobre como inserir NOS no ensino de química teve dificuldades de fazer isso livremente ao preparar aulas sobre equilíbrio químico. Minha suposição inicial ao pensar nesta pesquisa era que a aluna iria, no segundo planejamento, introduzir a história de Fritz Haber de síntese da amônia no contexto do ensino de equilíbrio químico e com isso introduzir NOS no ensino de química. Pelos dados, pude perceber que a relação não é tão simples, isto é, apenas por ela ter tido contato com a história da ciência não implica que ela já saiba utilizar tal conhecimento para planejar aulas. Implica também que no PIBID ou em outros cursos de formação os licenciandos devem passar por momentos em que possam articular e refletir sobre a relação teoria e prática.

Por outro lado, o PIBID está colaborando para o desenvolvimento do PCK da licencianda, pois ela afirmou que as atividades presenciadas influenciaram implicitamente nos seus planejamentos, que mesmo acreditando ela não inseriu a HC porque não conseguiu propor uma atividade que fosse ao mesmo tempo interessante e construtivista. Isso indica que a licencianda já desvinculou de um ensino baseado em história da química puramente bibliográfico ou ilustrativo. Como ela tem consciência que esse planejamento não é tão simples, preferiu não se arriscar.

Também temos indícios que o PIBID está impactando nos conhecimentos de ciência da licencianda (como destacado na seção anterior), o que pode impactar futuramente no conhecimento pedagógico de conteúdo. Temos consciência que essa relação não é linear (popularmente falando, nem sempre o professor que sabe muito sabe aplicar bem esse conhecimento no ensino), mas já abre possibilidades, como reconhecido na fala da própria licencianda.

Durante os instrumentos de coletas de dados 2, 3, 5 e 6 a licencianda Bárbara inferiu sobre a importância do conhecimento, por parte dos professores, das concepções alternativas. Para ela, essas concepções podem ser obstáculos que dificultam a aprendizagem dos conceitos químicos. Ela citou, ainda, que uma das suas maiores dificuldades em fazer os planejamentos se relacionava com o conhecimento destas concepções. As concepções alternativas são tópicos de discussão da disciplina Prática de Ensino de Química I. Assim, podemos observar que esta está influenciando no PCK da professora em formação.

Outro momento que percebemos a presença das disciplinas Prática de Ensino de Química I e de Estágio Supervisionado de Química I foi quando a licencianda fez referência ao Construtivismo, já que é nestas disciplinas que ele é apresentado. Novamente, destacamos a influência destas disciplinas no desenvolvimento do PCK da professora.

Portanto, com tudo que foi abordado nesta seção, não podemos inferir assertivamente sobre a evolução do PCK de ciência da licencianda em formação, mas afirmamos que ele está em desenvolvimento e sob a influência das disciplinas Prática de Ensino de Química e de Estágio Supervisionado de Química I e do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação a Docência.

5.2 Discussão dos Resultados da Professora em Formação Tatiana

5.2.1 Evolução do Conhecimento de Conteúdo de Ciência

No quadro 2 apresentamos as categorias que expressam as visões de ciência da licencianda Tatiana em diferentes momentos a partir dos instrumentos disponíveis.

Quadro 2- Categorias: visões de Ciências da licencianda Tatiana

| <i>Categorias</i> | <i>Instrumento 1- Questionário de Sondagem Prévia de Ciência</i> | <i>Instrumento 2- Planejamento 1 Instrumento 3- Entrevista 3</i> | <i>Instrumento 4- Portfólio</i> | <i>Instrumento 5- Planejamento 2 Instrumento 6- Entrevista 2</i> |
|--|--|---|--|---|
| 1- Ciência é um conjunto de conhecimento agrupado em áreas dependendo da sua natureza. | X, X, X, X | | X, X, X | |
| 2-O modelos auxiliam na compreensão e na explicação de fenômenos. | X,X, X | | X | |
| 3-A ciência é produzida por um método científico. | X,X, X | | | |
| 4-Cientistas são pessoas normais que possuem conhecimento de conteúdo. | | X | X | X |
| 5-Experimentos não fornecem resultados errados. | X | X | | |
| 6-A ciência é produzida a partir de curiosidade e interesse ou a partir de uma teoria existente. | X | | X | |
| 7- Experimentos são usados para comprovar uma teoria. | X | | | |
| 8-Conhecimento científico passa por testes para ser aceito pela comunidade científica. | X | | | |
| 9-A ciência é provisória. | | X | X,X | X |
| 10- Não há uma definição exata de ciência, devido a sua grandiosidade e complexidade. | | | X,X | |

ANÁLISE DO CONHECIMENTO DE CONTEÚDO E PEDAGÓGICO DE CONTEÚDO SOBRE CIÊNCIA DE PROFESSORAS DE QUÍMICA EM FORMAÇÃO INICIAL NO
CONTEXTO DO PIBID

DANIELA APARECIDA GANDRA

45

| | | | | |
|--|--|--|---|--|
| 11- O conhecimento científico é influenciado pelo contexto da época. | | | X | |
| 12- A ciência é produzida por colaboração. | | | X | |
| 13- A ciência é desprovida de valor. | | | X | |
| 14- A ciência é construída por humanos e não humanos. | | | X | |

A primeira categoria, a “Ciência é um conjunto de conhecimento agrupado em áreas dependendo da sua natureza”, apareceu com frequência no primeiro instrumento de coleta de dados. Para ela, cada subárea da ciência possui os seus conhecimentos e, que estes, não necessariamente são aceitos fora destas subáreas. Por outro lado, ela cita a necessidade de o cientista saber o método científico para produzir conhecimentos (como descrito na categoria 3). Fica mais evidente a compreensão dessa característica da ciência no portfólio quando a licencianda Tatiana expressa que ao longo do processo vivenciado no PIBID percebeu que a sua visão de ciência era limitada. E que depois desse processo, para ela não há uma definição exata de ciência, devido a sua complexidade, porém pode-se caracterizá-la como um conjunto de conhecimentos divididos em grandes áreas que se propõe a conhecer o mundo.

Na segunda categoria, “O modelos auxiliam na compreensão e na explicação de fenômenos”, a licencianda Tatiana expressou que a ciência usa modelos para auxiliar na compreensão e explicação de determinados conhecimentos. Ela, ainda, acrescentou que os modelos não correspondem ao próprio fenômeno, ou seja, eles possuem limitações e por isso, eles não são estáticos. Justi (2010) defende um ensino de ciência através de modelagem, pois ela considera que modelar é um ato intrínseco da ciência. Portanto, a expressão dessas características sobre modelos é algo bastante positivo na formação da licencianda.

A terceira categoria, “A ciência é produzida por um método científico”, representa a visão rígida da ciência proposta por Gil Perez *et. at.* (2001) na qual que para a produção do conhecimento científico existe um método que deve ser seguido. Destacamos que essa visão da prática científica apenas apareceu no primeiro instrumento de coleta de dados, no qual ela afirma que em ciência temos um método bem rigoroso. Tal fato nos permite interpretar que as atividades propostas para o PIBID contribuíram para o esclarecimento desta concepção.

Na quarta categoria, denominada de “Cientistas são pessoas normais que possuem conhecimento de conteúdo”, a licencianda Tatiana expressou características de cientistas. Quando ela se refere a pessoas normais, ela enfatiza a não genialidade e o não isolamento dos cientistas. Esta categoria não esteve presente apenas no primeiro instrumento de coleta de dados. Por exemplo, no instrumento 3 ela afirma que a HC pode ajudar os alunos a compreender que os cientistas são pessoas normais, pois ela contribuiu para a humanização da ciência. E no instrumento 6 ela afirmou que optou por inserir a história

de Haber no seu novo planejamento, porque ela pode demonstrar melhor como é a prática científica, ou seja, através dela os alunos podem observar que cientistas não são gênios e não vivem e trabalham isolados. Podemos destacar que a participação no PIBID, contribuiu para que ela inserisse a história de Haber para ter maior clareza dessa característica ciência. A visão indutivista e elitista de ciência proposta por Gil Perez *et. at.* (2001), expressa exatamente a visão de genialidade e isolamento dos cientistas, que, como descrito acima, não corresponde a visão da licencianda Tatiana.

Na quinta categoria, “Experimentos não fornecem resultados errados”, a licencianda Tatiana afirma que não há como os dados dos experimentos fornecerem resultados errados, pois eles são oriundos das interpretações humanas e o experimento é o comportamento da própria natureza. Por outro lado, ela fala em experimentos para comprovar teorias antes estabelecidas (como descrito na categoria 7). Isto indica funções conflitantes de experimentos na ciência. Como ela não comentou sobre experimentos no portfólio, não podemos afirmar sobre evoluções dessas visões por esse instrumento.

Outra categoria que representa uma visão coerente de ciência da licencianda Tatiana foi à sexta categoria, “A ciência é produzida a partir de curiosidade e interesse ou a partir de uma teoria existente”. Essa categoria expressa a não concordância com a visão empírica indutivista e atórica da ciência proposta por Gil Perez *et at.* (2001).

Na sétima categoria, “Experimentos são usados para comprovar uma teoria”, a licencianda Tatiana destaca que os dados obtidos a partir dos experimentos servem para comprovar uma teoria pré-estabelecida. Essa visão da licencianda concorda com a visão rígida de ciência proposta por Gil Perez *et. at.* (2001).

Na oitava categoria, “Conhecimento científico passa por testes para ser aceito pela comunidade científica”, a licencianda Tatiana afirma que o conhecimento produzido só pode ser denominado por conhecimento científico quando ele é aprovado em testes. Embora a ciência esteja em constante construção, alguns conhecimentos estão mais estabilizados do que outros, logo estes passaram por um consenso pela comunidade científica, o que permite progresso e avanço na ciência.

Outra característica coerente, expressa pela licencianda Tatiana, foi à nona categoria, “A ciência é provisória”. Para a licencianda a ciência não produz verdades absolutas, nova conhecimentos estão sendo construídos e alguns sendo reformulados, o que pode demonstrar a dinamicidade da ciência. Esta visão de ciência surgiu,

primeiramente, nos instrumentos 2 e 3 quando a licencianda Tatiana expressou que o fato dos alunos perceberem que cientistas podem chegar a resultados que não eram esperados, pode contribuir para que eles percebam que a ciência não corresponde uma verdade pura, ou seja, para a licencianda não existe apenas uma interpretação para um fenômeno. Após a intervenção do PIBID, no instrumento 4, ela dissertou que a ciência não leva a verdades absolutas, pois muitas vezes se obtém um modelo provisório e que embora a ciência produza teorias que sejam confiáveis, um dia essas poderão não conseguir explicar mais determinados aspectos, o que demonstra a constatare mudança e evolução da ciência. Outro momento que no mesmo instrumento percebemos que a licencianda Tatiana inferiu sobre a provisoriade da ciência foi quando ela falou que Haber foi aperfeiçoando um conhecimento para conseguir produzir a síntese da amônia. Destacamos, assim, a influência do PIBID nesta na visão de ciência da aluna. Essa categoria representa a discordância da visão acumulativa de crescimento linear da ciência de Gil Perez *et al.* (2001).

Na décima categoria, “Não há uma definição exata de ciência, devido a sua grandiosidade e complexidade”, Tatiana alega que não há uma definição fechada de ciência e não é fácil definir, pois ela concebe a ciência como algo grande e complexo. Concordamos com Lederman (2006) que não há um consenso do que seja ciência e por isso não temos uma definição exata de ciência. Logo, essa categoria representa uma visão coerente e destacamos que ela apareceu após as atividades do PIBID.

Na décima primeira categoria, “O conhecimento científico é influenciado pelo contexto da época”, a licencianda Tatiana expôs que a ciência não se desenvolve independentemente na sociedade, muitas vezes ele é influenciada pelo contexto da época, como exemplo ela citou a produção da síntese da amônia. É importante ressaltar que esta visão de ciência apareceu, no instrumento 4, logo após as atividades da corte de Haber no PIBID. Assim, mais uma vez, percebermos a influência do projeto na concepção de ciência da licencianda Tatiana.

Mais uma característica coerente de ciência, apresentada por Tatiana, é a décima segunda categoria, “A ciência é produzida por colaboração”. Em sua concepção a ciência é produzida por colaboração de vários cientistas. O próprio financiamento é considerado como sendo importante por ela para o desenvolvimento da ciência, pois sem ele as pesquisas não progridem. Observamos que esta concepção é divergente com a visão individualista e elitista de Gil Perez *et al.* (2001).

A décima terceira categoria, também, refere-se a uma visão coerente de ciência da licenciada Tatiana, essa categoria é “A ciência é desprovida de valor”. Para ela, ciência não pode ser categorizada como boa ou má, é quem faz o uso desse conhecimento que os destina de acordo com a sua vontade ou finalidade. Destacamos, também, que essa categoria certamente apareceu sobre a influência das atividades do PIBID, pois como descrito da introdução deste trabalho o objetivo da realização da corte de Haber era julgar o merecimento ou não pelo prêmio Nobel de 1918, sendo que neste evento discutiu-se que cabe o julgamento da finalidade do produto da ciência quem a utiliza e não o próprio conhecimento científico.

A última categoria apresenta pela licenciada Tatiana foi a “A ciência construída por humanos e não humanos”, na qual a licenciada destaca que os financiamentos e as empresas que apoiam as pesquisas são, também, produtores da ciência. Novamente, esta categoria representa a influência do PIBID na visão de ciência da Tatiana. Bruno Latour que foi um dos autores lidos no PIBID. Ele é um antropólogo da ciência e, para ele, tanto os pesquisadores como tudo que colabora para o progresso da ciência, por exemplo, o financiamento, atua como ‘atores’ do desenvolvimento da ciência.

Por fim, podemos destacar que a licenciada em formação Tatiana, inicialmente, já concebia algumas características coerentes da prática científica e estas novamente aparecerem em alguns dos outros instrumentos de coleta de dados, características estas inclusas nas categorias: 1- Ciência é um conjunto de conhecimento agrupado em áreas dependendo da sua natureza; 2-O modelos auxiliam na compreensão e na explicação de fenômenos; 4-Cientistas são pessoas normais que possuem conhecimento de conteúdo; 5- Experimentos não fornecem resultados errados; 6- A ciência é produzida a partir de curiosidade e interesse ou a partir de uma teoria existente; 8-Conhecimento científico passa por testes para ser aceito pela comunidade científica e; 9-A ciência é provisória. Algumas visões incoerentes de ciência, também, puderam ser detectadas no primeiro instrumento de coleta de dados, o que evidência que a licenciada possuía visões distorcidas de ciência, visões essas presente nas categorias: 3- A ciência é produzida por um método científico e; 7- Experimentos são usados para comprovar uma teoria. Porém, não percebemos novamente a presença destas visões incoerentes e nem de outras nos instrumentos posteriores de coleta de dados, sendo que, possivelmente, o que contribuiu para este fato foi à participação no PIBID. Destacamos, ainda, que novas características da Natureza da Ciência, que não foram identificadas no primeiro instrumento de coleta de dados, apareceram nos demais instrumentos, após as atividades do PIBID, essas

características foram reunidas nas categorias: 10-Não há uma definição exata de ciência, devido a sua grandiosidade e complexidade; 11- O conhecimento científico é influenciado pelo contexto da época; 12- A ciência é produzida por colaboração; 13-A ciência é desprovida de valor e; 14- A ciência é construída por humanos e não humanos. O surgimento destas características da NOS evidencia uma grande influência e contribuição do PIBID na visão de ciência da licencianda em formação Tatiana. Com isso, atividades que proporcionem o contato de professores em formação com a ciência “autêntica” se torna importante, visto que podem favorecer a visões mais coerentes de ciência.

5.2.2 Conhecimento Pedagógico de Conteúdo

Como mencionamos na discussão dos resultados da licencianda em formação Bárbara, concordamos com Schulman (1986), (apud Figueirêdo (2008)), quanto ao PCK ser um conhecimento tácito e intrínseco a cada profissional, logo não é fácil avaliá-lo. O PCK está relacionado com o ‘como’ fazer e, diferentemente da licencianda Bárbara, a licencianda Tatiana propôs uma forma de se trabalhar com a história de Haber nas aulas de equilíbrio químico no planejamento 2(ver anexo 5).

No estudo de caso da licencianda em formação Tatiana é notório perceber que ela acredita que a HC poderia contribuir numa melhor compreensão de ciência pelos alunos. Ela afirmou que após ter o contato com a história de Haber, achou interessante trabalhar, também, com a HC, além do conteúdo, no seu segundo planejamento. Ao analisarmos este planejamento, concluímos que ela possui dois objetivos de se trabalhar com a HC. O primeiro motivo, que está explícito no planejamento, é discutir que o conhecimento das condições ideias de temperatura e pressão é importante no estabelecimento de um equilíbrio químico. Para ela quando os alunos possuem contato apenas com a equação química que representa a formação da síntese da amônia eles podem não perceber o quão importante era o estabelecimento destas condições ideias. Assim, em termos de conteúdo, observando o objetivo da licencianda, a HC ajudaria os alunos a perceber a necessidade das condições ideias para síntese da amônia. O outro motivo, que é implícito no planejamento 2 (ver anexo 5), mas foi explicitada por ela na entrevista é discutir com os alunos que o contexto da época interfere na produção científica. Podemos perceber que existe uma coerência em seus objetivos ao planejar, mas que isto não fica tão evidente no plano de aula.

Embora ela tenha afirmado que mudou o seu planejamento, pois acredita que a HC poderia desmitificar as visões de ciências dos estudantes, ela não mencionou como ela iria fazer esta abordagem. Destaco que não estamos afirmando que ela não iria abordar, mas sim que não deixou explícito, pois todo o seu planejamento se concentra na relação entre a pressão e a temperatura e outras discussões de HC e de NOS não foram explicitadas.

Em suma, podemos perceber com as descrições acima que houve uma evolução no PCK de ciências da licencianda em formação Tatiana no que tange o uso da história para desmitificar que é fácil se produzir conhecimento na ciência (ao mostrar que não era óbvio ter as condições ideais de pressão e temperatura para produzir amônia). Vale destacar que a licencianda Tatiana inseriu a história de Haber, pois teve o contato com ela no projeto PIBID, ela mesma afirmou que se não tivesse tido a oportunidade de conhecê-la não pensaria na contribuição que a HC pode proporcionar ao ensino de ciências. Assim, fica evidente a influência do PIBID no PCK da licencianda Tatiana, que mostra um resultado positivo do PIBID na formação da licencianda.

Também constatamos que uns dos fatores que está influenciando no desenvolvimento do PKC da Tatiana são as disciplina de Prática de Ensino de Química I e de Estágio Supervisionado de Química I, pois são nestas disciplinas que ocorrem as discussões referentes à importância da sondagem prévias dos estudantes pelo professor. Estas discussões são referentes ao construtivismo, no qual o professor é o responsável em conduzir os estudantes para um conhecimento que seja consenso em relação à ciência. Essas referências apareceram nos instrumentos 2, 3, 5 e 6 de coleta de dados.

Outro momento que nos permitiu observar a influências das disciplinas anteriormente citadas foi quando a aluna afirmou que um ensino contextualizado pode ser obtido a partir do uso da História da Ciência, pois a importância da contextualização, também, é discutida nestas disciplinas. A importância da contextualização apareceu no instrumento 2, 3 e 4 de coleta de dados.

Em resumo, com a análise dos dados percebemos uma evolução do PCK da licencianda em formação Tatiana sobre as influências das disciplinas Prática de Ensino I e de Estágio Supervisionado de Química e, também, do PCK de ciência, este foi influenciado pelo projeto PIBID. O que pode demonstrar que atividades e discussões vivenciadas pelos licenciandos são capazes de influenciarem e desenvolverem os seus PCKs, colaborando, assim, para uma melhor formação profissional dos licenciandos.

6 CONCLUSÃO

Para melhor organizar a conclusão deste trabalho, iremos dividi-la em três momentos. No primeiro, vamos apresentar as principais conclusões referentes à evolução do Conhecimento de Ciência. No segundo, as considerações sobre o Conhecimento Pedagógico de Conteúdo. E, no terceiro momento, são apresentadas as considerações finais da pesquisa.

6.1 Conhecimento de Conteúdo de Ciência

Após as análises dos dados das licenciandas em formação, Bárbara e Tatiana, é perceptível a evolução do CK de ciências. Ressaltamos, que a licencianda Bárbara, diferente da licencianda Tatiana, não apresentou visões que fossem distorcidas das práticas científicas em nenhum momento da coleta de dados.

A licencianda Bárbara, como descrito na discussão dos resultados desta pesquisa, apresentou algumas características coerentes da prática científica, características estas contidas nas categorias: 1-Ciência é uma forma de produção de conhecimento, sendo que cada área apresenta especificidades; 2- Experimentos possuem duplo papel na ciência: provar algo e propor hipóteses; 3- Cientistas são pessoas normais que possuem conhecimento técnico-científico, senso crítico e reflexivo; 5- É impossível caracterizar ciência devido a sua abrangência; 6- Descrição da metodologia de pesquisa e as fontes bibliográficas para avaliar a credibilidade das afirmativas científicas; 7-A ciência não é neutra; 8- Dinamicidade da Ciência e; 9-O conhecimento científico é produzido a partir de indagações. Mas, podemos destacar que outras características da ciência apareceram após as atividades do PIBID, o que evidencia uma evolução na concepção de ciências da licencianda. Estas novas características que surgiram, estão presentes nas categorias: 4- A ciência não é neutra; 10- A argumentação é uma prática presente na ciência; 11- A ciência é desenvolvida por colaboração e; 12-O conhecimento científico é produzido a partir de necessidade da época.

Provavelmente as atividades que colaboraram para o surgimento da quarta categoria, “A ciência não é neutra”, foi a da Corte de Haber, pois a partir dela pode-se perceber a influência do contexto da época na produção científica e o Kit 2, porque, por exemplo, a história de Joliot permite perceber que o conhecimento científico não é

produzido a partir unicamente dos interesse dos cientistas, mas de atores políticos envolvidos.

Possivelmente as atividades que colaboraram para o surgimento da décima categoria, “A argumentação é uma prática presente na ciência”, foi o respaldo da coordenadora da Corte de Haber e o Kit 3, no qual foram propostas discussões sobre a força de um argumento da ciência.

Já na décima primeira categoria, “A ciência é desenvolvida por colaboração”, várias atividades pode ter influenciado no surgimento desta concepção, por exemplo, a corte de Haber, pois demonstra que Haber não trabalhava sozinho e, também, teve a ajuda da empresa BASF e Carl Bosch, além de utilizar conhecimentos divulgados por Le Chatelier e Nersnt. A história de Joliot, também, permite compreender a décima categoria, pois ele teve que trabalhar com cientistas, capitalistas e políticos.

E na última categoria, “O conhecimento científico é produzido a partir de necessidade da época”, observamos, novamente, a influência da Corte de Haber, pois a produção de amônia era uma necessidade da época, sendo que isto foi explicitamente falado pela licencianda.

A licencianda em formação Tatiana, apresentou algumas características incoerentes de ciência, características essas presentes nas categorias: 3- A ciência é produzida por um método científico e; 7- Experimentos são usados para comprovar uma teoria. Porém, essas categorias não foram mais detectadas nos demais instrumentos de coletas de dados, o que pode evidenciar uma evolução na concepção de ciências da licencianda. Assim como a licencianda Bárbara, a licencianda Tatiana, também apresentou novas características de ciência após as atividades do PIBID, características que podem ser encontradas nas categorias: 10-Não há uma definição exata de ciência, devido a sua grandiosidade e complexidade; 11- O conhecimento científico é influenciado pelo contexto da época; 12- A ciência é produzida por colaboração; 13-A ciência é desprovida de valor e; 14- A ciência é construída por humanos e não humanos.

Acreditamos que a atividade que mais favoreceu o surgimento das categorias 10, 11, 12 e 13, foi à Corte de Haber, pois a produção da síntese da amônia era uma necessidade da época e Haber trabalhou colaborativamente com outros cientistas e com a empresa BASF. A atividade que pode ter influenciado na décima quarta categoria é a história de Joliot, trabalhada no kit 2, pois Latour (autor de dois dos textos destes kit)

expõe que na produção científica temos as translações de interesses, ou seja, eu só consigo atingir os meus objetivos a medida que eles se tornam peças fundamentais para a realização dos objetivos dos outros. Neste sentido, o financiamento também é responsável pelo desenvolvimento da pesquisa, por isso, a ciência é produzida por não humanos.

Assim, concluímos que houve evolução do CK de ciência de ambas as licenciandas, e que muitas categorias não estão relacionadas com as visões distorcidas de ciências propostas por Gil-Pérez *et. al* (2001) como, por exemplo, o papel da argumentação e modelos na ciência.

6.2 Conhecimento Pedagógico de Conteúdo de Ciência

Um dos nossos objetivos de pesquisa era avaliar o Conhecimento Pedagógico de Conteúdo de Ciências das licenciandas em formação, percebemos que não é fácil e nem simples fazer essa avaliação, pois esse conhecimento é tácito de cada profissional, e visto também, que os nossos dados não se referem a situações que as licenciandas tivessem que propor o 'como fazer' de forma explícita e direcionada para introduzir HC e NOS no ensino de química.

Todavia, podemos inferir que o PCK das licenciandas pode ter sofrido alguma influência porque detectamos evoluções no CK, visto que o CK é essencial para desenvolvimento do PCK, mas também não garante efetivamente que tê-lo desenvolvido implicará no desenvolvimento de planejamentos e aulas coerentes com os pressupostos teóricos sobre uso de HC e NOS no ensino de ciências.

Em relação ao PCK de ciência da licencianda Bárbara destacamos que a relação não é linear entre ter o CK de ciência e o utilizar nas aulas de ciência, pois a própria licencianda afirmou na entrevista que, embora as atividades do PIBID tenham influenciado, ela não soube como inserir de forma construtivista a HC das aulas de química. Por outro lado, um indício de desenvolvimento do PCK é quando a licencianda afirma que preferiu não arriscar na introdução de HC no ensino do que fazê-lo de forma não coerente com os pressupostos teóricos de aprendizagem.

Em contrapartida, a licencianda Tatiana, no segundo planejamento, inseriu a história de Fritz Haber. Embora, a maneira como ela inseriu não contribuiu efetivamente para várias discussões referentes aos aspectos da NOS, ela propôs uma maneira de 'como fazer' e esta maneira é coerente com o seu objetivo em termos do conteúdo, ou seja, ela queria discutir com os alunos as condições ideias de temperatura e pressão necessárias

para que equilíbrio químico pudesse fornecer quantidade de amônia desejáveis e a HC auxilia nesta discussão. O fato de a licencianda em formação não ter proposto grandes discussões sobre ciência, não nos impede de falar que houve uma evolução no seu PCK de ciência, visto, também, que foi notória a evolução do seu CK, apenas não podemos dimensionar o seu PCK de ciências. Queremos destacar que, mesmo não podendo dimensionar a evolução do PCK de ciências das licenciandas, podemos afirmar ele está se desenvolvendo, principalmente sobre a influência do projeto do PIBID.

Tivemos indícios que o PCK de ambas as licenciandas está se desenvolvendo e sobre a influência das disciplinas de Prática de Ensino de Química I e de Estágio Supervisionado I, visto que várias vezes as licenciandas ressaltaram a importância das concepções alternativas, das sondagens prévias e do construtivismo.

Assim, podemos concluir que embora o PCK seja um conhecimento tácito dos professores ele é desenvolvido e construído a partir de experiência (contato) destes professores com estratégias de ensino, como, por exemplo, o construtivismo e NOS, que buscam propor aos alunos um ensino mais interessante e útil para a vida. Neste sentido, recai para os cursos de licenciaturas a necessidade de proporcionar aos licenciandos discussões que possam contribuir para a sua formação profissional.

6.3 Considerações Finais

Na discussão dos resultados de ambas as licenciandas em formação, afirmamos que os nossos dados são insuficientes para uma discussão mais aprofundada do PCK de ciências das licenciandas, o que implica que uma das considerações finais deste trabalho seria analisar a etapa de planejamento no PIBID, através das filmagens das atividades de planejamento e dos portfólios reflexivos, sendo que isso está ocorrendo durante o 1º semestre de 2014, na qual os bolsistas devem inserir elementos da NOS nos planejamentos de aula. Assim, poderíamos afirmar com mais certeza sobre o PCK das licenciandas, já que ele está relacionado com o 'como fazer'.

Outra implicação deste trabalho é avaliar as filmagens e os textos trabalhados nos encontros que antecederam a etapa de aplicação do questionário de sondagem de ideias prévias para o grupo do PIBID (etapa que se sucedeu a coleta de dados), pois observamos que as licenciandas já concebiam algumas características coerentes de ciências e não podemos inferir se estas características eram delas antes da participação no PIBID ou se surgiram a partir das discussões iniciais do PIBID (visto que alguns aspectos de NOS foram discutidos antes). Como implicação futura de pesquisa sugiro analisar todas as filmagens

para destacar exatamente qual momento das atividades proporcionou a concepção de qual característica de NOS e o motivo disso.

Por fim, destacamos uma limitação do nosso trabalho que foi a não aplicação do questionário inicial para a sondagem prévia de ciência no final das atividades do PIBID. Optamos por não aplicá-lo novamente porque os bolsistas acharam que ele era grande e muito cansativo, por isso, optamos por analisar o portfólio.

7 REFLEXÕES PESSOAIS

Quando comecei a pensar na proposta do presente TCC, eu fazia aproximadamente 8 meses de iniciação científica, mas durante essa não tinha proposto nenhuma análise de dados. E desenvolver essa análise foi o que tive mais dificuldade, pois eu não tenho uma boa habilidade de escrever e nem sabia como iria interpretar os dados. Sem a orientação da minha orientadora não teria conseguido concluir o meu trabalho.

Ao passar de todas as etapas de construção e reconstrução deste TCC, percebi que é essencial um referencial teórico que possa sustentar a nossa análise. E é gratificante chegar às conclusões de uma pesquisa de forma séria como acredito ter feito.

Pude perceber com a conclusão desta pesquisa que a relação entre o que o professor fala e que os alunos compreendem não é uma relação linear, ou seja, por mais claras que possam ser as palavras ditas pelo professor não temos certeza que elas serão claras para os alunos. Neste sentido, vejo que uma das implicações desta pesquisa para a minha vida profissional se resume em tentar ao máximo investigar as concepções dos alunos em todo momento, pois, assim, estarei atuando mais verdadeiramente para a aprendizagem dos meus futuros alunos. Outra percepção, também, de que a HC contribui para a compreensão dos estudantes da NOS, certamente sempre irei utilizá-la nas minhas aulas, visto o resultado positivo desta pesquisa.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- ALLAIN,L.R; DELGADO, P. C. da S; COUTINHO, F.A (2013). "O PIBID e sua relação com a identidade profissional de professores de Biologia em formação: uma abordagem a partir da Teoria Ator-Rede". IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Águas de Lindóia, SP.

- 2- ALLCHIN, D. (2011). "Evaluating Knowledge of the Nature of (Whole) Science". *Science Education*, 95(3), p.518-542.
- 3- BALDINATO, J.O; PORTO, P. A. (2008). "Variações da História da Ciência no Ensino de Ciências". Disponível em: <http://www.iq.usp.br/palporto/BaldinatoPorto2008.pdf>. Acessado 17/05/2014 as 22h50.
- 4- CARVALHO, L. M de (2001). "A natureza da ciência e o ensino das Ciências Naturais: Tendências e perspectivas na formação de professores". *Pró-Posições*. Vol. 12, N. 1 (34), p. 139-150.
- 5- CHALMES, A. F. (1993). "O que é ciência afinal". Tradução Raul Fiker. Editora Brasiliense, 1 ed. São Paulo.
- 6- FIGUEIRÊDO, K. L (2008). "Formação Continuada de professores de química buscando inovação autonomia e colaboração: análise do desenvolvimento de seus conhecimentos sobre modelagem a partir do envolvimento em pesquisa-ação em um grupo colaborativo". Dissertação de Mestrado Faculdade de Educação-UFMG. Belo Horizonte.
- 7- GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. (2001). "Para uma imagem não deformada do trabalho científico." *Ciência & Educação*, v.7, n.2, p. 125-153.
- 8- JUSTI, R. (2010). "Modelos e Modelagem no Ensino de Química: um olhar sobre aspectos essenciais pouco discutidos", em *Ensino de Química em Foco*: org. Santos, W. L. P. e Maldaner, O. A.. Ijuí, Ed. Unijuí, Cap.8, p. 209-230.
- 9- JUSTI, R. (2013). "Ensino sobre Ciências: Da falta de consenso aos novos desafios a serem enfrentados". IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Águas de Lindóia, SP.
- 10- LEDERMAN, N. G.(2006). "Syntax of Nature of Science Within Inquiry and Science Instruction". In: L.B. Flick & Lederman, *scientific inquiry and nature of Science: Implications of Teaching, Learning, and Teacher Education* (pp. 301- 317). Dordrecht: Springer.
- 11- Lei de Diretrizes Bases da Educação Nacional. Brasil, 1996. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/ldb.pdf>
- 12- MATHEWS, M. R. (1995). "História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximações". *Cad. Catarinense de Ensino de Física*, 1995, v.12, n.3: p.164-214.
- 13- MARTINS, A. F. P. (2007). "História e Filosofia da Ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho..." *Cad. Bras. Ens. Fís.*, v.24, n.1, p.112-131.

- 14- MENDONÇA, P.C.C (2008).“Ligando as ideias dos alunos à ciência escolar: análise do ensino de química por modelagem”. Dissertação de mestrado Faculdade de Educação-UFMG. Belo Horizonte.
- 15- Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasil, 1997. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro01.pdf>
- 16- SASSERON, L. H., NASCIMENTO, V. B. e CARVALHO, A. M. P. (2009). “O uso de textos históricos visando a alfabetização científica”. História da Ciência e Ensino: propostas, tendências e construção de interfaces: org. Beltran, M. H. R. et. al. São Paulo, Ed. Livraria da Física, p.97-106.
- 17- SILVA, A. V. da (2010); “A articulação entre teoria e prática na construção do conhecimento pedagógico de conteúdo”. Revista Espaço Acadêmico, nº 112. Mensal- Ano X- ISSN 1519-6186.
- 18- SILVA, C. C; MOURA, B. A. (2008). “A natureza da ciência por meio do estudo de episódios históricos: o caso da popularização da óptica newtoniana”. Revista de Ensino e Física, v.30, n.1, p. 1-10.
- 19- TRINDADE, L. S. P. (2009). “História da Ciência na Construção do Conceito de Ciência”, em História da Ciência e Ensino: propostas, tendências e construção de interfaces: org. Beltran, M. H. R. et. al. São Paulo, Ed. Livraria da Física, p.91-96.

9 ANEXOS

9.1 Anexo 1- Questionário Sondagem Prévia de Ciência

Leia o texto abaixo

Alessandra tem vivido um dilema. Com o corre-corre de sua rotina, ela não têm dado muita atenção aos seus hábitos alimentares.

Desde que entrou na Universidade, há três anos, ela tem percebido um aumento frequente de peso, algo que se acelerou ainda mais a cerca de 8 meses, quando começou a vivenciar o estresse de conciliar estudos e trabalho. Vida pessoal!? *No way!* Nesse período, a cada fim de semestre, Alessandra se matriculava em uma academia, mas sua frequência ia tendendo a zero já no primeiro mês de volta às aulas. Da última vez (dois meses antes), ela ficou assustada com os resultados de sua avaliação física, que indicou um condicionamento ruim um índice de massa corporal (IMC) correspondente à faixa de obesidade grau I.

Realmente preocupada com sua saúde, Alessandra decidiu procurar um especialista. Fez uma série de exames e optou por seguir rigorosamente as orientações passadas por sua nutricionista, Dra Beth. Além de recomendar hábitos mais saudáveis como ingestão regular de frutas, verduras e legumes coloridos, alimentando de 3 em 3 horas, a nutricionista orientou que Alessandra consumisse alimentos orgânicos, pois estes seriam mais nutritivos e isentos de agrotóxicos.

Mês passado, estando de férias da Universidade, Alessandra iniciou e seguiu fielmente sua dieta voltada para reeducação alimentar. Ela estava bem motivada, embora essa nova rotina tenha “pesado no bolso”. Todavia, mal começaram as aulas e ela já está sentindo grandes dificuldades em manter a disciplina. Tendo que almoçar fora de casa, ela reconhece que não pode ter controle sobre a qualidade dos alimentos que irá ingerir em suas refeições e, por isso, faz ainda mais questão de que as frutas compradas por ela e seus sanduíches naturais sejam predominantemente orgânicos. Esta tem sido uma tarefa, pois a disponibilidade desses produtos no mercado ainda é limitada.

Não bastasse isso, Alessandra está muito confusa com os comentários feitos por seus colegas. Na Universidade, dois de seus amigos que cursam Direito lhe disseram que não acreditam que exista uma diferença entre alimentos convencionais e orgânicos quanto aos aspectos nutritivos e que, com relação aos resíduos de pesticidas, existe uma Portaria ANVISA que regulamenta limite máximo de resíduos (LMR) nos alimentos convencionais

tal que garanta a qualidade destes e a segurança da população. No entanto, um outro colega que faz geografia e estagia no IBGE argumentou que a fiscalização dos produtos nem sempre é confiável e que uma vez uma pesquisa feita levando em conta dados registrados pelo IBGE nos anos de 1995 e 1996 indicou excesso de resíduos em produtos como arroz, feijão, frutas cítricas e tomate.

Para completar, ontem, na escola onde trabalha, ela presenciou na hora do recreio a professora de Português contando para o professor de Biologia que viu uma reportagem no Jornal Nacional falando sobre as vantagens dos alimentos orgânicos por serem isentos de produtos químicos. O professor de Biologia, acrescentou que já viu várias pesquisas indicarem que o teor nutritivo desses alimentos também é maior do que os convencionais. Quando ela pensou em participar da conversa, a professora de Química entrevistou dizendo: “Pra começar, nada é isento de química! Além disso, vocês ficam só defendendo os produtos orgânicos porque nunca viram os cultivos deles. Vai lá ver o uso de adubo natural, ou melhor, esterco animal, e depois me digam se eles são mais limpos mesmos...”. Aí, pronto ... ela começou a imaginar o que o professora tinha dito e ficou definitivamente desesperada, completamente perdida. Seu grande dilema se relaciona com o que fazer: apostar nos alimentos orgânicos ou não? Estaria ela se esforçando para ter uma vida mais saudável ou jogando tempo e dinheiro fora?

Responda as questões:

1. Como a ciência poderia ajudar Alessandra neste momento? Ou, em outras palavras, quais características da ciência poderiam ser usadas para ajudar Alessandra a tomar suas próximas decisões? Indique cada uma dessas características separadamente.
2. Em relação a cada um desses aspectos dessas características, que argumentos deveriam ser consideradas? Por quê?
3. Suponha que você tem um colega de outra área completamente diferente da ciência e cujo único contato com ciências aconteceu na escolaridade básica. Se você tivesse que explicar o que é ciência para esse colega, o que diria? Quais características enfatizaria para ajudar seu colega a desenvolver um bom entendimento sobre ciência?
4. Por que você selecionou as características mencionadas na questão 3?
5. O que uma pessoa precisa aprender para que você considere que ela entende ciências?

6. Quais são as principais características que uma pessoa deve possuir para ser um bom cientista? Justifique cada uma delas.
7. Como os cientistas decidem quais questões serão investigativas?
8. Por que cientistas fazem experimentos?
9. Que critérios são usados para distinguir um bom trabalho científico de outro que é ruim?
10. Por que alguns trabalhos científicos permanecem sendo discutidos ao longo do tempo enquanto outros são esquecidos?
11. Como os conflitos de ideia são resolvidos na ciência?
12. Quais profissionais têm, em geral, uma boa visão sobre ciência? Por que?
13. O que distingue um conhecimento científico de um não científico?
14. O que você pensa sobre ciência influencia sua visão sobre o ensino de ciência? Como?
15. Você já havia pensado sobre os principais aspectos enfatizados nessas questões antes? Quando? Por quê?

9.2 Anexo 2- Planejamento 1 Bárbara

Plano de Aula

Objetivo geral: Ensinar o tema Equilíbrio Químico.

Objetivo Específico: Ensinar o conceito de dinamismo em equilíbrio químico.

Público alvo: alunos do 2º ano do Ensino Médio.

Tempo Previsto: 100 min.

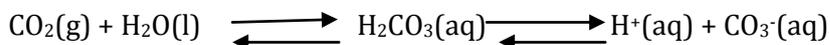
Conhecimentos prévios: Introdução ao conceito de Equilíbrio Químico; Reversibilidade de reações.

Materiais: Será solicitado aos alunos que tragam garrafas ou latas de refrigerante para esta aula.

Aula

Primeiramente, será solicitado aos alunos que abram as garrafas ou latas de refrigerante, e observem o que ocorre com o refrigerante logo após abrirem os recipientes contendo os mesmos. Em seguida, alguns questionamentos serão feitos, tais como: o que acontece ao abrir as garrafas de água ou refrigerante? O que são as bolhas que são formadas? Do que estas bolhas são constituídas? Porque as bolhas se desprendem do refrigerante?

A partir destes questionamentos e das respostas dos alunos, a equação química que representa o equilíbrio químico entre o gás carbônico e o ácido carbônico presente nos refrigerantes será construída e escrita no quadro:



Após a construção da equação química, será solicitado aos alunos que se reúnam em grupos (aproximadamente 5 pessoas) para discutirem e construïrem um modelo que represente a nível atômico-molecular a reação química descrita.

Posteriormente a construção dos modelos, um representante de cada grupo deverá desenhar o modelo proposto pelo grupo no quadro. Em seguida, será discutido com os alunos qual modelo melhor representaria a reação em equilíbrio químico descrita sob a luz da ciência. Neste momento da aula, os alunos terão liberdade para expressar suas ideias e concepções sobre as reações em equilíbrio químico.

Durante as discussões, deverá se atentar para a existência de concepções alternativas sobre equilíbrio químico por parte dos alunos, tais como: a ideia de compartimentalização; Ideia de que no equilíbrio químico as concentrações de reagentes e produtos são iguais; Concepção de equilíbrio químico com o mesmo conceito de equilíbrio estático e/ou equilíbrio de forças.

Após a exposição das ideias dos alunos, o professor deve propor argumentos que refutem as concepções alternativas dos alunos, com o objetivo de se chegar a um modelo que represente as reações em equilíbrio químico sob a luz da ciência. Como meio de conclusão da aula, aspectos como o dinamismo das reações e a coexistência de reagentes e produtos em um mesmo recipiente deve ser ressaltada.

9.3 Anexo 3- Planejamento 1 Tatiana

Proposta de plano de aula – Introdução ao Equilíbrio Químico

Considerando a necessidade de compreender o que são reações reversíveis para aprender os conceitos de equilíbrio químico, proponho primeiramente experimentos para evidenciar as diferenças entre reações reversíveis e irreversíveis.

1ª parte – Irreversibilidade x reversibilidade (plano para aulas germinadas)

Primeiramente o professor pode dar um exemplo de reação irreversível, como por exemplo a queima de um pedaço de papel. O professor pode sondar as concepções prévias, com as seguintes questões:

- A queima do papel se trata de uma reação química? Por quê?
- Proponha uma equação química que represente o processo.
- É possível que o produto formado volte a seu estado original?

Durante essas discussões, e a partir das concepções de seus alunos o professor deve conduzir o diálogo até que todos entrem em um consenso sobre a irreversibilidade da reação. É necessário que o professor enfatize o total consumo dos reagentes para formar o produto.

O professor deve perguntar aos alunos se seria possível uma reação em que não houvesse total consumo de reagentes. Para ajudar proponho um experimento que mostre a reversibilidade de reações. É necessário que o professor fique atento durante esta atividade devido à toxicidade dos reagentes utilizados. Levar para os alunos o seguinte roteiro experimental:

Materiais necessários:

- Solução de cromato de potássio (K_2CrO_4 0,1 mol/L);
- Solução de dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$ 0,1 mol/L);
- Ácido clorídrico (HCl 1 mol/L);
- Hidróxido de sódio (NaOH 1 mol/L);
- 4 tubos de ensaio enumerados de 1 a 4;
- um suporte para tubos de ensaio;
- Uma proveta de 10 mL;
- Um conta-gotas.

O que fazer:

- Colocar cerca de 5 mL de cromato de potássio em um dos tubos de ensaio (tubo 1). Em seguida coloque cerca de 5 mL de dicromato de potássio no outro tubo de ensaio (tubo 2). Anotem no caderno a cor de cada uma das soluções. deixem os tubos de ensaio reservados;
- Repitam o procedimento anterior , para preparar o tubo 3 e o tubo 4. O tubo 3 deve conter cromato de potássio e o tubo 4 deve conter dicromato de potássio;
- No tubo 3 adicionem HCl 1 mol/L ,gota a gota, até observarem mudança de cor do sistema. Anotem no caderno a cor da solução ($K_2CrO_4 + HCl$) e as espécies presentes;
- No tubo adicionem NaOH 1 mol/L ,gota a gota, até observarem mudança de cor do sistema. Anotem no caderno a cor da solução ($K_2Cr_2O_7 + NaOH$) e as espécies presentes;
- No tubo 3, ao qual vocês adicionaram inicialmente HCl , adicionem NaOH 1 mol/L, gota a gota. Observem o que ocorre e anotem no caderno a cor da solução ($K_2CrO_4 + HCl + NaOH$);
- No tubo 4,ao qual vocês adicionaram inicialmente NaOH, adicionem HCl 1 mol/L , gota a gota. Observem o que ocorrem e anotem no caderno a cor da solução ($K_2Cr_2O_7 + NaOH + HCl$) e as espécies presentes.

Após a realização do experimento, os alunos devem sentar-se em grupos (os grupos que realizaram o experimento) para discutir sobre as seguintes questões:

1. A cor obtida ao adicionar HCl ao tubo 3 é um indício de formação de qual espécie?
2. Considerando que há sempre a formação de água, proponha uma equação química que represente o que ocorreu no tubo 3 após adicionar HCl.
3. Após a adição de NaOH no tubo 3, qual espécie foi formada? Proponha uma equação química para representar o processo, considerando que há sempre formação de água.
4. Quando vocês adicionaram NaOH ao tubo 4, que continha dicromato de potássio qual espécie foi formada? Qual o indício de formação dessa espécie? Tente representar por meio de uma equação química o que ocorre nesta etapa.

5. Quando vocês adicionaram HCl ao tubo 4, que continha dicromato de potássio+NaOH houve formação de qual espécie. Tente expressar o que ocorreu em termos de uma equação química considerando que sempre há formação de água.

Após essas atividades o professor deve fazer uma discussão geral com a turma para verificar se os mesmos conseguiram desenvolver o raciocínio, e mesmo os conduzir para o conhecimento científico de reações reversíveis. Acho interessante o professor evidenciar a diferença entre reações reversíveis e irreversíveis, questionando aos alunos:

- Haveria a possibilidade de voltar aos reagentes iniciais no caso do exemplo da combustão do papel?

E assim reforçar mais uma vez a ideia de reversibilidade e irreversibilidade

2ª parte - Reversibilidade e equilíbrio químico (plano para aulas germinadas)

Retomar ao experimento da aula anterior e explicar que quando temos reações reversíveis, é possível que, com algumas alterações pode-se favorecer a predominância do produto, ou reverter a reação para os reagentes. No entanto, não significa que no meio reacional há apenas uma das espécies, e sim que reagentes e produtos coexistem juntos no meio ambiente. Feito isso, os alunos devem realizar o seguinte experimento:

Materiais:

- Solução de K_2CrO_4 0,1 mol/L;
- Solução de $K_2Cr_2O_7$ 0,1 mol/L;
- Solução de HCl 1 mol/L;
- Solução de NaOH 1 mol/L;
- Solução de $(Ba(NO_3)_2)$ 0,1 mol/L;
- 4 tubos de ensaio;
- 1 conta-gotas.

O que fazer:

1. Coloquem 10 gotas de K_2CrO_4 0,1 mol/L em um dos tubos de ensaio (tubo 1). Acrescentem 2 gotas de NaOH 0,1 mol/L. Acrescentem, gota a gota, $(Ba(NO_3)_2)$ 0,1 mol/L, até perceber alguma alteração. Anotem o resultado no caderno.

2. Coloquem 10 gotas de $K_2Cr_2O_7$ 0,1 mol/L em outro tubo de ensaio (tubo 2). Acrescentem 2 gotas de HCl, e depois, 10 gotas de $(Ba(NO_3)_2)$ 0,1 mol/L. Anotem o resultado.
3. Ao tubo 1 acrescentem, gota a gota, HCl 1 mol/L até notar alguma alteração. Anotem no caderno suas observações.
4. Acrescentem, gota a gota, ao tubo 2 NaOH 1 mol/L até notar alguma modificação. Anotem suas observações.
5. Coloquem 10 gotas de $K_2Cr_2O_7$ 0,1 mol/L em um tubo de ensaio (tubo 3) e a mesma quantidade de K_2CrO_4 0,1 mol/L em outro. Acrescentem algumas gotas de $(Ba(NO_3)_2)$ 0,1 mol/L a cada um dos tubos de ensaio. Observem e anotem o resultado.

Logo após a realização do experimento os alunos devem discutir em grupo sobre as seguintes questões:

1. Qual é o propósito de colocar NaOH na etapa 1? Escreva uma equação balanceada que represente o observado nesta 1ª etapa.
2. Qual o propósito de colocar HCl na etapa 2? Escreva uma equação balanceada que represente o observado nesta etapa.
3. O que é possível concluir a respeito da solubilidade de $BaCrO_4$ (s) em relação a solubilidade de $BaCr_2O_7$ (s), de acordo com suas observações nas etapas 1 e 2?
4. Qual o propósito de colocar HCl na etapa 3?
5. Qual o propósito de colocar NaOH na etapa 4?
6. O que é possível concluir a respeito da etapa 5?
7. Utilizando um modelo faça a representação para o que ocorreu nos tubos da etapa 5.

O professor deve verificar se os alunos compreenderam que é possível a existência de produtos e reagentes, deve conduzir a aula para que cheguem a um consenso sobre tal assunto.

obs: A maior parte do plano de aula, foi baseada no livro do Mortimer, do 2º ano do ensino médio. Capítulo 4.

9.4 Anexo 4- Planejamento 2 Barbara

RELEVÂNCIA DO TEMA

Acredita-se que o tema Equilíbrio Químico seja de grande relevância no ensino de Química por articular diferentes conceitos, tais como: reações químicas, reversibilidade de reações, cinética química, termodinâmica etc.

Por meio de estudos realizados sobre o entendimento dos alunos sobre equilíbrio químico, observa-se que os mesmos têm dificuldades em compreender os aspectos qualitativos que permeiam este tema. Em geral os alunos dominam bem as equações matemáticas, sabem utilizar regras como o princípio de Le Chatelier sem, contudo, entender o conceito de equilíbrio químico e ser capaz de fornecer explicações no nível submicroscópico.

OBJETIVO DA AULA

Por meio desta aula, deseja-se que os alunos verifiquem se reagentes e produtos coexistem em solução após a reação aparentemente ter acabado, levando-os a compreender o conceito de reversibilidade das reações e o estado de equilíbrio químico.

CONTEXTO DE ENSINO

- Características da Turma

Turma do 2º ano do Ensino Médio, do turno diurno.

A turma possui 35 alunos.

- Conhecimentos prévios

Soluções, Termoquímica e Cinética Química

EVENTO 1: INTRODUÇÃO DA AULA

A aula irá começar com uma sondagem prévia do que os alunos entendem por reversibilidade de reações. Será feito uma breve introdução sobre reações reversíveis e o estado de equilíbrio químico. Em seguida, deverá ser realizado o experimento¹ (Anexo).

SÍNTESE DOS EVENTOS

| EVENTO | DESENVOLVIMENTO | TEMPO PREVISTO |
|--------|-----------------|----------------|
|--------|-----------------|----------------|

| | | |
|---|--|------------|
| 1 | Realização do experimento | 20 minutos |
| 2 | Os alunos deverão se dividir em grupo para debater e responder ao questionário ² . | 40 minutos |
| 3 | Discussão sobre as questões. Cada grupo deverá expor sua resposta sobre cada questão. | 30 minutos |
| 4 | Fechamento da aula. Inter-relacionar as ideias debatidas para se chegar ao conceito de reversibilidade nas reações e o estado de equilíbrio químico. | 10 minutos |

[1,2] O experimento e o questionário utilizados foram retirados de uma atividade proposta pelo livro Química, vol. 2, de Eduardo Fleury Mortimer e Andréa Horta Machado.

Anexo

EXPERIMENTO

MATERIAL

Soluções de: cromato de potássio (K_2CrO_4 0,1 mol/L), dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$ 0,1 mol/L), ácido clorídrico (HCl 1 mol/L), hidróxido de sódio (NaOH 1mol/L), quatro tubos de ensaio numerados de 1 a 4, um suporte para tubos de ensaio, uma proveta de 10 mL, um conta gotas.

PROCEDIMENTOS

- 1) Coloque cerca de 5 mL de cromato de potássio (K_2CrO_4 0,1 mol/L) em um dos tubos de ensaio (tubo 1). Coloque agora cerca de 5 mL de dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$ 0,1 mol/L) no outro tubo de ensaio (tubo 2). Anote no caderno a cor de cada uma das soluções. Deixe os tubos de ensaio reservados, pois essas soluções servirão de referência para algumas comparações que serão feitas ao longo desta atividade.
- 2) Repita o procedimento 1, para preparar outros dois tubos de ensaio. O tubo 3 deve conter o cromato de potássio. O tubo 4 deve conter o dicromato de potássio.

- 3) No tubo 3, adicione ácido clorídrico (HCl 1 mol/L), gota a gota, até observar mudança de cor no sistema. Anote no caderno a cor da solução ($\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{HCl}$) e as espécies presentes.
- 4) No tubo 4, adicione hidróxido de sódio (NaOH 1 mol/L), gota a gota, até observarem mudança de cor no sistema. Anote no caderno a cor da solução ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{NaOH}$) e as espécies presentes.
- 5) No tubo 3, ao qual adicionou-se inicialmente HCl , adicione NaOH 1 mol/L, gota a gota. Observe o que ocorre e anote no caderno a cor da solução ($\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{HCl} + \text{NaOH}$) e as espécies presentes.
- 6) No tubo 4, ao qual adicionou-se inicialmente NaOH , adicione HCl 1mol/L, gota a gota. Observe o que ocorre e anote no caderno a cor da solução ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{NaOH} + \text{HCl}$) e as espécies presentes.

QUESTÕES

- 1) Quando foi adicionado HCl ao tubo 3, contendo K_2CrO_4 , que espécie foi formada?
- 2) Tentem representar, por meio de uma equação química, o que pode ter ocorrido no tubo 3 quando foi adicionado HCl , considerando que há sempre a formação de água.
- 3) Quando foi adicionado NaOH ao tubo 4, contendo $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, que espécie formada?
- 4) Tentem representar, por meio de uma equação química, o que pode ter ocorrido no tubo 4 quando foi adicionado NaOH , considerando que há sempre a formação de água.
- 5) Quando foi adicionado (no procedimento 5) NaOH ao tubo 3, que continha inicialmente K_2CrO_4 e ao qual havia sido adicionado HCl , que espécie foi formada?
- 6) Tentem representar, por meio de uma equação química, o que pode ter ocorrido no tubo 3 quando vocês adicionaram NaOH (no procedimento 5), considerando que há sempre formação de água.
- 7) Quando foi adicionado (no procedimento 6) HCl ao tubo 4, que continha inicialmente $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ e ao qual foi adicionado NaOH , que espécie foi formada?
- 8) Tentem representar, por meio de uma equação química, o que pode ter ocorrido no tubo 4 quando foi adicionado HCl (no procedimento 6), considerando que há sempre a formação de água.

9.5 Anexo 5- Planejamento 2 Tatiana

Efeitos da temperatura e pressão no Equilíbrio Químico

Para este plano considero que os alunos já tenham conhecimento sobre reações reversíveis e irreversíveis e sobre o caráter dinâmico do Equilíbrio Químico. Acredito que o plano que fiz anteriormente esteja bom para tratar sobre reversibilidade de reações químicas, no entanto, após tomar conhecimento sobre a história da síntese da amônia resolvi tentar inserir a mesma no ensino de equilíbrio químico. Os alunos deverão reunir-se em grupo para responder as seguintes questões:

1. No processo de produção do refrigerante é injetado gás carbônico (CO_2) à alta pressão para solubilizá-lo em água. Quando este gás entra em contato com a água, ele também pode formar ácido carbônico (H_2CO_3) que estabelecem o equilíbrio:



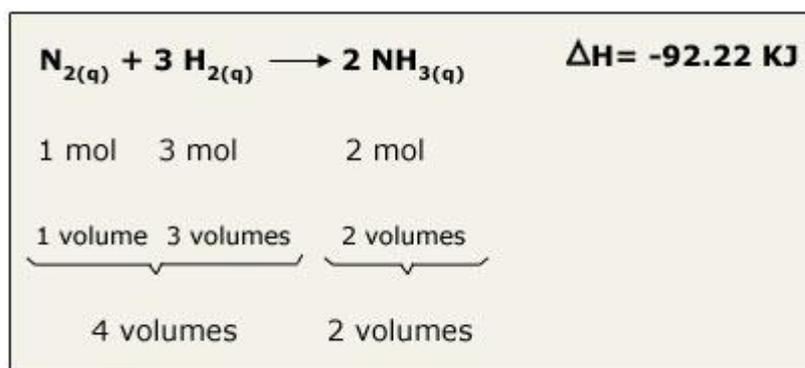
Ao abrir uma garrafa de refrigerante observa-se bolhas subindo para a superfície do líquido, e por vezes o refrigerante chega a entornar. O que são as bolhas presentes no refrigerante?

2. Qual fator provocou a liberação das bolhas presentes no refrigerante?
3. Fertilizantes são amplamente utilizados para aumentar a produtividade agrícola, pois fornecem às plantas os nutrientes que precisam para se desenvolver. Um dos nutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas é o nitrogênio (N), este constituinte não é encontrado com facilidade na natureza, pois as plantas não conseguem absorver o nitrogênio gasoso (N_2) presente na atmosfera. Assim, uma das formas de fixação do nitrogênio pela planta é a partir da amônia (NH_3) presente nos fertilizantes.
 - a. Sabendo-se que a amônia é obtida a partir de dois gases presentes na atmosfera, proponha uma reação química que represente esta reação.
 - b. Sabendo-se que a reação acima é reversível e exotérmica, o que você acha que ocorreria na reação ao aumentar a temperatura? Explique.
 - c. Na sua opinião quais fatores poderiam variar o estado de equilíbrio de uma reação? Por que?

Após respondidas as questões acima, o professor deverá promover uma discussão a partir das mesmas, tentando chegar a um consenso com a turma de que existem fatores que podem alterar o estado de equilíbrio. Além disso, o professor deverá solicitar aos alunos que leiam em casa o texto “Fritz Haber e a síntese da amônia” de Camila Welikson, eles terão uma semana para tal.

Após lerem o texto o professor deve reunir os alunos em grupo para que eles discutam. A discussão deverá ser norteada pelas seguintes questões:

1. Baseando-se no texto explique com suas palavras porque é importante a produção de amônia.
2. Observe a reação química abaixo e responda:



- a. O que ocorrerá com o rendimento da reação se aumentarmos a temperatura do sistema? Por que?
 - b. A formação de amônia leva a um aumento ou diminuição da pressão do sistema? Explique
 - c. Na sua opinião e com base na reação acima quais seriam as condições de temperatura e pressão necessárias para obter um bom rendimento da reação?
3. Observe a tabela abaixo e responda:

| Temperatura em °C | Pressão em atm | | | |
|-------------------|----------------|------|------|------|
| | 200 | 300 | 400 | 500 |
| 400 | 38,7 | 47,8 | 58,9 | 60,6 |
| 450 | 27,4 | 35,9 | 42,9 | 48,8 |

| | | | | |
|-----|------|------|------|------|
| 500 | 18,9 | 26 | 32,2 | 37,8 |
| 550 | 12,8 | 18,4 | 23,5 | 28,3 |
| 600 | 8,80 | 13 | 17,0 | 20,8 |

Tabela 1. Porcentagens de amônia formada a partir de uma mistura de $H_2(g)$ e $N_2(g)$ na proporção de 3:1.

- Considerando cada valor de temperatura, o que acontece com a porcentagem de NH_3 formada quando se aumenta a pressão?
- Considerando cada valor de pressão, o que acontece com a porcentagem de NH_3 formada quando se aumenta a temperatura?

O professor deve discutir com os alunos as questões acima, de modo que cheguem a um consenso de que temperatura e pressão são fatores que afetam o equilíbrio químico. O professor também deve contar de forma mais detalhada as dificuldades encontradas pelos outros cientistas ao tentar sintetizar a amônia, devido à dificuldade em trabalhar com altas pressões e temperaturas. Também é uma boa oportunidade para introduzir a função dos catalisadores, ressaltando que eles não afetam o equilíbrio químico, mas que diminui a energia de ativação necessária para que ocorra a reação, fazendo com que o equilíbrio seja alcançado mais rapidamente.

Obs: A questão 3 foi baseada em uma atividade do livro do Eduardo Fleury Mortimer e André Horta Machado. Capítulo 4, página 157.