Universidade Federal da Bahia

Universidade Estadual de Feira de Santana

Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências

Teoria da Aprendizagem Significativa e experimentação em sala de aula: integração teoria e prática

Ródnei Almeida Souza

Salvador - Ba

2011

Ródnei Almeida Souza

Teoria da Aprendizagem Significativa e experimentação em sala de aula: integração teoria e prática

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências (UFBA/UEFS) como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre

Orientador: Prof. Dr. José Luiz de Paula Barros Silva

Salvador, Bahia

2011

RÓDNEI ALMEIDA SOUZA

Teoria da Aprendizagem Significativa e experimentação em sala de aula: integração teoria e prática

BANCA EXAMINADORA:

_____

Prof. Dr. José Luis de Paula Barros Silva (orientador)
Universidade Federal da Bahia (UFBA)

_____

Profa . Dra. Maria da Conceição Marinho Oki
Universidade Federal da Bahia (UFBA)

_____

Prof. Dr. Per Christian Braathen
Professor aposentado da Universidade Federal de Viçosa
(atual diretor acadêmico da União de Ensino Superior de Viçosa).

Salvador, 28 de março de 2011.

AGRADECIMENTOS

À Deus, a causa e o fim da existência.

Ao professor José Luis, que aceitou me orientar em um momento crítico e tornou-se fundamental para a estruturação e finalização dessa dissertação.

À professora Soraia Lobo, que me orientou inicialmente e, infelizmente, por motivos de saúde não pôde concluir esse papel fundamental para quem se inicia no campo da pesquisa.

Ao professor Per Christian, promotor do meu primeiro contato com a teoria de Ausubel e incentivador da investigação sobre a experimentação em sala de aula.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências – UFBA/UFS que me proporcionaram reflexões e o contato com novos conhecimentos fundamentais para a formação do eu-pesquisador. Obviamente cometeria alguma injustiça se tentasse citá-los, entretanto, preciso fazer referência ao professor Jonei cuja orientação e ação problematizadora foram fundamentais para a construção da metodologia da pesquisa.

Aos meus ex-professores, e atualmente colegas, do curso de Licenciatura em Química da UNEB que continuam me ensinando a trilhar o caminho profissional. Em especial, àqueles que prontamente aceitaram participar da pesquisa.

Aos meus estudantes, que me instigam a investigar os aspectos que influenciam a minha prática visando aperfeiçoá-la de modo contínuo de modo a contribuir na sua formação profissional e para a vida.

À Taís e Igor, por serem a motivação de uma busca constante de ser exemplo para sua educação, e ao mesmo tempo, por serem o porto seguro e descontraído nos momentos de incertezas.

À Gilbene, referência como educadora, que colaborou ouvindo, discutindo, indicando caminhos e revisando a dissertação.

Aos meus pais, minha irmã Lú, Lari e a saudosa avó Dilú, que sempre me incentivam a continuar.

À Miriam, companheira em momentos difíceis.

Aos meus amigos e amigas que torcem pelo sucesso dessa empreitada.

Às vezes,

(mesmo que isto seja muito raro),

conseguimos transformar algumas de nossas utopias em realidades...

E aí já valeu a pena.

Attico Chassot

RESUMO

Este trabalho constitui-se em uma pesquisa qualitativa sobre a integração de uma teoria de aprendizagem com um recurso metodológico utilizado no ensino de Química. A pesquisa busca identificar os aspectos da relação teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e práxis pedagógica, que são apresentados pelos professores formadores do curso de licenciatura em química quando empregam a experimentação em sala de aula, usando materiais simples e de baixo custo. O levantamento das características usa como pano de fundo aulas com experimentação no curso de formação de licenciados em Química da Universidade do Estado da Bahia. Os dados foram coletados a partir da perspectiva da ação-reflexão-ação dos professores formadores através da técnica de Entrevista Estimulada, analisando as aulas filmadas com os docentes participantes da pesquisa. A partir das relações da teoria da Aprendizagem Significativa com as características da experimentação em sala de aula surgiram três funções para esse tipo de recurso que consistem em construções teóricas que permitiram a categorização dos dados. Os resultados encontrados apontam que a experimentação em sala de aula apresenta características que permitem seu uso com a função Diagnóstica, função Facilitadora da Assimilação ou função Consolidadora, visando a aprendizagem significativa. A pesquisa também revelou que os professores formadores não se baseiam em teorias de aprendizagem, ou elementos destas, para planejar as suas aulas; existe a necessidade de que o professor se baseie em uma ou mais teorias de como se aprende para construir o seu ato de ensinar de maneira consciente e, possivelmente, mais eficaz. E, ainda, que há a demanda de uma formação continuada para professores formadores dos cursos de licenciatura em Química que propicie o contato com teorias de aprendizagem e o uso da experimentação em sala de aula.

PALAVRAS-CHAVE**:** Educação; aprendizagem significativa; formação de professores; ensino de química; experimentação em sala de aula

ABSTRACT

This research constitutes a qualitative investigation of the integration of a theory of learning with a methodological teaching resource used in the teaching of chemistry. The investigation sought to identify the aspects of the relationship of Ausubel's theory of Meaningful Learning and the pedagogical praxis that are used by the professors preparing chemistry teachers, when they use experimentation in the normal classroom, employing simple and low cost (household) materials. The identification of the characteristics uses, as a background, classes with experiments in the chemistry teachers formation course at the Bahia State University. The data was collected within the perspective of action-reflection-action of the teacher formation professors by means of stimulated interviews, analyzing the filmed classes with the professors participating in the investigation. From the relationship with the theory of meaningful learning with the characteristics of experimentation in the classroom resulted three functions for this kind of teaching resource that constitutes theoretical constructs that permitted the categorization of the data. The findings indicates that these three functions are: Diagnostic function, Assimilation Facilitator function and Consolidation function, that when used can then lead to a more meaningful learning. The investigation revealed that the chemistry teacher formation professors does not base their teaching on any learning theory, or of elements of such, to plan their classes , indicating thus a need for formation teachers to base their teaching on one or more theories on how students learn so as to construct their ways of teaching in a more conscious and possibly more effective manner, indicating thus the necessity for continued training of chemistry teacher formation professors that includes the presentation of learning theories and emphasis of experimentation in the classroom.

KEY WORDS: Education; meaningful learning; teacher formation; teaching of chemistry; experimentation in the classroom.

Lista de Tabelas

TABELA 1 – Intervalo de tempo entre a aula com ESA e a entrevista 68
TABELA 2 – Caracterização dos Docentes Entrevistados 70
TABELA 3 – Experimentos usados nas aulas gravadas 72

Lista de Figuras e Fotos

FIGURA 1 – Variação da aprendizagem memorística até a significativa	21
FIGURA 2 – Processo da Assimilação	24
FIGURA 3 – Dissociação do Produto Interacional	24
FIGURA 4 – Esquema do processo de solução de problemas	53
Foto 1 – Estado inicial do experimento (D1)	ANEXO B
Foto 2 – Estado final do experimento (D1)	ANEXO B
Foto 3 – Separadores de moedas construídos pelos estudantes	ANEXO C
Foto 4 – Estudante jogando dado	ANEXO C
Foto 5 – Estudantes montam o experimento	ANEXO C
Foto 6 – Recipiente	ANEXO C
Foto 7 – Amostragem menor	ANEXO C
Foto 8 – Amostragem maior	ANEXO C
Foto 9 – Sistemas iniciais (D3)	ANEXO D
Foto 10 – Adição de Cloreto de sódio ao sistema 1 (água)	ANEXO D
Foto 11 - Adição de Cloreto de sódio ao sistema 2 (água gaseificada)	ANEXO D
Foto 12– Precipitação do Cloreto de Prata	ANEXO E
Foto 13 – Sistema após precipitação do Cloreto de Prata	ANEXO E
Foto 14 – Adição da solução de amônia	ANEXO E
Foto 15 – Sistemas no Estado Inicial (D5)	ANEXO F
Foto 16 – Sistemas no Estado Final (D5)	ANEXO F

Lista de Abreviaturas e Siglas

D1	Docente 1
D2	Docente 2
D3	Docente 3
D4	Docente 4
D5	Docente 5
E1	Estudante 1
E2	Estudante 2
E3	Estudante 3
E4	Estudante 4
E5	Estudante 5
E?	Estudante não identificado ou grupo de mais de um estudante
ESA	Experimentação em Sala de Aula
IFBA	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia
P	Pesquisador
SBQ	Sociedade Brasileira de Química
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
UNEB	Universidade do Estado da Bahia
UFBA	Universidade Federal da Bahia

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 13

CAPÍTULO 1 – REFERENCIAL TEÓRICO 19

1.1 A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) – o referencial teórico da pesquisa 19

1.2 Contribuições para uma visão atual sobre o Ensino de Química 33

1.3 Pressupostos da Experimentação em Sala de Aula (ESA) 47

1.4 Funções da ESA – as categorias da pesquisa 55

1.4.1 Função Diagnóstica 56

1.4.2 Função Facilitadora da Assimilação 56

1.4.2 Função Consolidadora 57

CAPÍTULO 2 – METODOLOGIA 60

2.1 Coleta de Dados 61

2.2 Caracterização do Universo e dos Sujeitos da Pesquisa 63

CAPÍTULO 3 – OS DADOS 67

3.1 O primeiro bloco de questões: caracterizando o entrevistado e a aula com ESA 70

3.2 O segundo bloco de questões: refletindo sobre a ação 84

3.3 O terceiro bloco de questões: avaliando a ESA 100

3.4 Uma síntese dos dados 112

CAPÍTULO 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS 115

REFERENCIAS 121

APÊNDICES 126

ANEXOS 132

INTRODUÇÃO

Uma das maiores dúvidas que surgiu quando vivenciei as primeiras experiências em sala de aula, e que percebo continuar sendo uma fonte de insegurança nos licenciandos é: como se estrutura uma aula de modo que resulte em aprendizado aos estudantes.

Concebo a prática pedagógica como um pressuposto essencial da formação de professores, uma vez que a dinâmica de cada aula, em grande parte, é fruto da sua atuação. Trata-se de uma prática social específica, de caráter histórico e cultural, pois, vai além das atividades didáticas dentro da sala de aula, abrangendo diferentes aspectos da escola e a relação desta com a comunidade, de relações sócio-afetivas. Porém, no momento das primeiras vivências da prática há o que Maldaner (2003, p. 45) chama de "vazio de saber na mente do professor" fruto da ausência de perspectiva educacional que impacta na própria significação dos conceitos, pois, o professor não foi adequadamente preparado para mediar tal significação realizada pelos estudantes em diferentes níveis.

No momento em que se planeja uma aula é preciso que haja consciência das bases que orientam as escolhas que fazem parte do ato de planejar. Ao longo da prática enquanto professor de química no nível médio e formador de professores, em dois cursos de licenciatura, tenho encontrado pistas que levam a um caminho para que o professor construa sua prática de forma consciente.

Com o intuito de verificar se tais pistas se verificam em termos gerais, para além da minha prática, elaborei a hipótese de que para construir o seu ato de ensinar de maneira eficiente é necessário que o professor lance mão de uma ou mais teorias de como se aprende para construir a sua aula. Construir a aula engloba elaborar uma metodologia, planejar e aplicar estratégias, mobilizar recursos e avaliar todo o processo desde a construção, a execução e os resultados. A partir da concepção de como se dá a aprendizagem, o professor pode selecionar cada recurso e usá-lo de maneira consciente e potencialmente eficiente para que ocorra a aprendizagem dentro da estrutura de uma aula. No entanto, na maioria das vezes, encontro professores usando os recursos e elaborando estratégias de maneira espontânea, baseadas em experiências empíricas provenientes das suas vivências em sala de aula ou das vivências de outros professores. Essa foi a primeira motivação para essa pesquisa que levou-me à hipótese de que a maior parte dos professores não baseiam suas aulas em teorias de aprendizagem ou elementos destas.

Uma segunda motivação advém da própria trajetória de minha formação. Durante o percurso de uma formação ligada ao conhecimento químico, que se iniciou na então Escola Técnica Federal da Bahia (hoje, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - IFBA), a preocupação de como se ensina Química e qual a utilidade deste ensino se consolidou como um compromisso de pesquisa e atuação profissional.

Admitindo a educação, enquanto fonte de soluções para muitas mazelas sociais, associado-a a experiência profissional, a formação em técnico em química e, ainda, o convívio com pessoas que constituem referências importantes em educação, foi encontrado no curso de licenciatura em química a opção ideal para a realização de um novo projeto de vida. Algumas dificuldades observadas já durante o estágio curricular encontram origens na formação acadêmica, no curso de licenciatura, onde não se verifica a incorporação dos problemas cotidianos ao currículo, considerando que o modelo didático comum entre os docentes baseava-se em aulas expositivas de conteúdos ou em aulas experimentais em laboratórios seguindo um roteiro pré-estabelecido com o objetivo de relacionar a teoria à prática. Vale ressaltar as contribuições do pesquisador em educação Antônio Nóvoa:

> [a] formação de professores deve ser encarada como um processo permanente, integrando no dia-a-dia dos professores e da escola. A formação não se faz antes da mudança, faz-se durante, produz-se neste esforço de inovação e de procura de melhores percursos para a transformação (NÓVOA, 1996, p.28).

Foram em congressos e no encontro com pessoas como Roberto Ribeiro[1], Attico Chassot[2] e Per Christian Braathen[3] que o desejo de pesquisa na área de educação em Química se consolidou. No decorrer da minha graduação no curso de licenciatura na UNEB, as pesquisas desenvolvidas nos programas de iniciação científica, estavam voltadas a processos produtivos ou a aplicações de química analítica e não à educação em química. Vivenciei todas as características apresentadas pela Universidade na sua relação com a sociedade brasileira apontadas por Marilena

---

[1] Roberto Ribeiro da UNB, então Coordenador do Laboratório de Pesquisas em Ensino de Química da Universidade de Brasília – UNB), no minicurso *Experimentação no Ensino de Química* (Semana de Química da UNEB 2002);

[2] Attico Chassot, na época, ligado a UNISINOS (Universidade do Vale do Rio dos Sinos – RG) nos minicursos: *A História da Ciência como Possibilidade de Propostas mais Transdiciplinar em Educação;*(VII Encontro de Educação em Química da Bahia – EDUQUI, 2005) e *História da Ciência Catalisando Propostas Transdisciplinares* (I Encontro de Química da Bahia / Semana de química da UNEB, 2005); e,

[3]Per Christian Braathen , em 2005, estava ligado a Universidade Federal de Viçosa (MG), no minicurso *Química Experimental com Material Alternativo de Baixo Custo e Fácil Aquisição* (I Encontro de Química da Bahia / Semana de química da UNEB, 2005).

Chauí, desde a aceitação passiva da destruição do ensino público pelos discentes e a atuação quase exclusivamente trabalhista dos docentes em relação às questões de sua profissão, até o financiamento privado para as pesquisas que é determinante na escolha de seus objetos de estudo e a falta de pesquisas teóricas, principalmente, de pesquisas sobre a prática educacional para os cursos de licenciatura (CHAUÍ, 2000, p.222).

Ao entrar em contato com a realidade do ensino em escolas públicas de ensino médio, foi se configurando a certeza de que existe uma crise no ensino de Química. São vários os fatores que têm contribuído para o desenvolvimento desta crise, dentre os quais, Maldaner cita os currículos de formação profissional, que:

> com base na racionalidade técnica derivada do Positivismo, tendem, exatamente, a separar o mundo acadêmico do mundo da prática e, assim, manter o monopólio da pesquisa (Maldaner, 2003, p. 51).

Esta separação propicia o que o autor caracteriza como a perda da "confiança na pesquisa acadêmica, pois ela não se aplica e não se encaixa nas situações reais" (ibidem). Isso motivou ainda mais a consolidação de uma pesquisa na área de Ensino de Química.

No convívio com outros professores licenciados em Química, já como professor da disciplina química na rede pública estadual de ensino médio; no contato com a teoria cognitiva proposta por Ausubel; no ato de ministrar alguns minicursos sobre *A experimentação como ferramenta para a aprendizagem significativa do ensino de Química e* como professor substituto da disciplina Metodologia do Ensino de Química I na UFBA, constatei que a experimentação em sala de aula é algo que não fora incentivado durante a formação dos professores e constitui numa prática não consolidada de sala de aula.

Com esses subsídios, foi possível realizar uma avaliação entre a minha formação, a prática dos professores licenciados e dos professores formadores com as propostas para o Ensino de Química oriundas das pesquisas nessa área e o que trata a literatura a respeito. Partindo do pressuposto que a formação inicial e continuada influencia muito fortemente a prática do futuro profissional, concebi a hipótese de que é necessário uma formação continuada para professores formadores dos cursos de licenciatura em Química que propicie o contato com teorias de aprendizagem e o uso da ESA.

Reconhecendo a importância e o alcance da experimentação em sala de aula (ESA) para a aprendizagem da química, surge a inquietação sobre os motivos que impedem ou não

favorecem a presença deste recurso na formação dos professores. A estratégia que elaborei foi partir de uma pesquisa que valide ou reforce a ESA associando-a a uma teoria de aprendizagem – a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel. A partir daí, é possível que abram-se novos caminhos que leve a uma intervenção transformadora da realidade da formação de licenciados em química e do campo de atuação dos licenciados: o ensino médio.

É dessa forma que questiono o uso da experimentação em sala de aula. Existe a possibilidade de que sejam encontradas funções específicas para a experimentação em sala de aula dentro do planejamento do professor e na ação de aprender do estudante. Ao mesmo tempo, trata-se de lançar um referencial teórico da aprendizagem – a Teoria da Aprendizagem Significativa - sobre uma prática pouco frequente nos cursos de formação de professores em química.

Para tanto, a pesquisa tem como questão central:

Que aspectos da relação TAS e práxis pedagógica, os professores formadores do curso de licenciatura em química apresentam quando usam a ESA?

A presente pesquisa pretende por em evidência um dos aspectos centrais de todo processo de aquisição de conhecimento: a necessidade de que haja um ajuste ou uma adaptação entre os esquemas teóricos propostos e a realidade, visando a aprendizagem significativa da ciência. Ao mesmo tempo, busca pistas de como esse entrelace teórico-prático tem sido e pode ser abordado nas instituições de ensino superior que formam os profissionais que se incumbirão da intermediação da aprendizagem da química no ensino médio.

O objetivo geral da pesquisa é identificar os aspectos da relação TAS e práxis pedagógica, que são apresentados pelos professores formadores do curso de licenciatura em química quando usam a ESA.

A associação de uma prática de ensino, ou recurso metodológico, a uma teoria de aprendizagem visa destacar a importância de se ter um referencial teórico de como se aprende para que seja possível planejar atividades que sejam propícias ao processo de aprendizagem, ou que facilitem tal processo.

Mais especificamente, a pesquisa visa identificar as características da experimentação em sala, que usa materiais de fácil acesso e do cotidiano dos estudantes, a partir da execução de experimentos pelos professores formadores de licenciados em química. Para tanto, faz-se necessário levantar concepções dos docentes formadores de licenciados em química sobre a ESA;

identificar funções da ESA para o ensino de química; preencher uma lacuna na literatura sobre o uso da ESA relacionada com uma teoria de aprendizagem; propor uma construção teórico-prática que sirva de base para a formação continuada de professores formadores.

O lócus da pesquisa é o curso de licenciatura em química da Universidade do Estado da Bahia – UNEB, cujos docentes serão investigados na tentativa de que haja uma identificação das características da experimentação em sala de aula na prática dos docentes, em situações de aulas planejadas que usem este tipo de experimentação.

Como implicação da pesquisa, almejo que esta sirva de subsídio para uma intervenção no programa e no currículo dos cursos de formação de professores de ciências quanto à inserção da experimentação em sala de aula associada a uma (ao menos) teoria de aprendizagem que permeie as disciplinas dos cursos de formação. Também é esperado que a pesquisa contribua para a reflexão de professores que lecionam a disciplina química no ensino médio e para a dos docentes dos cursos de formação de licenciados em química. E ainda, que possa também chegar a ser uma referência sobre as contribuições para a formação do licenciado em química que a ESA traz, enquanto recurso metodológico, que pode resultar na aprendizagem significativa da Química na sua futura práxis.

A pesquisa está organizada em cinco capítulos quer sejam:

O Capítulo 1 traz os referenciais teóricos que direcionaram a pesquisa e resultaram na metodologia utilizada e na forma como foram analisados os dados levantados. A TAS é o principal referencial teórico da pesquisa, cujas bases e algumas críticas são apresentadas fornecendo assim subsídios para a compreensão das suas relações com a pesquisa. A associação da TAS com as contribuições para uma visão atual sobre o ensino de Química e as contribuições da ESA para a formação de professores em Química resultaram nas funções do experimento – as categorias da pesquisa.

No capitulo 2 está explícita a metodologia empregada bem como os seus referenciais. O método qualitativo, o paradigma que o influencia, a técnica de coleta de dados e a caracterização do universo e dos sujeitos da pesquisa são, então, apresentados e justificados. Esse capítulo mostra, portanto, o contexto da pesquisa e os instrumentos utilizados para a sua execução.

No Capítulo 3 os dados são apresentados. A opção por realizar o levantamento dos dados junto com a análise está fundamentada na complexidade da abordagem qualitativa.

As considerações finais estão no Capítulo 4 que foi construído com a intenção de fornecer possíveis respostas, ou direcionamentos que levem a tais respostas, à questão da pesquisa apresentada nessa introdução.

Espero que a pesquisa possa vir a ser uma contribuição para os cursos de formação de professores de química, tanto para os professores formadores quanto para os licenciandos, e consequentemente, para a educação química em geral.

CAPÍTULO 1 - REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) – a teoria escolhida

Nesta primeira parte do capítulo busco fundamentos para algumas relações entre a teoria cognitiva da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1968) e a experimentação em sala de aula com materiais de baixo custo e de fácil aquisição. O objetivo aqui é fundamentar a categorização das características desse tipo de experimentação com a teoria de aprendizagem escolhida.

"Como não me dei por conta disso antes?" (MOREIRA, 2006, p.167). Com essa frase, Moreira aborda a sensação de familiaridade que comumente ocorre ao se conhecer algumas proposições da TAS. A princípio, essa mesma sensação foi o motivo para a escolha da teoria proposta por Ausubel. Depois do contato com outras teorias de aprendizagem e de formação de conceitos, não faço nenhum juízo de valor ao escolher uma única teoria de aprendizagem. Trata-se, na verdade, de uma questão de delimitação da pesquisa. Um trabalho mais abrangente e complexo poderia associar a ESA com mais de uma teoria de aprendizagem e com a teoria de formação de conceitos de Vigotsky (1993). Entretanto, esse empreendimento iria exigir mais tempo e dedicação, o que considero um desafio decorrente dessa investigação com TAS. A escolha dessa teoria é originada principalmente do estímulo recebido durante a graduação quando tive contato com o Professor Per Cristhian Braathen em uma palestra sobre a TAS, em 2005.

A Teoria da Aprendizagem Significativa é uma teoria fundamentada no cognitivismo ou psicologia cognitivista:

> a aprendizagem significativa caracteriza-se pela *interação* entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio. Nesse processo, que é não- literal e não arbitrário, o novo conhecimento adquire significados para o aprendiz e o conhecimento prévio fica mais rico, mais diferenciado, mais elaborado em termos de significados, e adquire mais estabilidade. (MOREIRA; MASINI, 1982; MOREIRA, 1999, apud, MOREIRA, 2000, p. 3).

O processo de cognição é aquele pelo qual "o mundo de significados tem origem". Assim, o cognitivismo "procura descrever, em linhas gerais, o que sucede quando o ser humano se situa, organizando o seu mundo, de formas a distinguir sistematicamente o igual do diferente". A aprendizagem, para os cognitivistas, consiste em um processo onde o indivíduo é capaz de

organizar, relacionar, manipular e utilizar as informações que foram armazenadas e "incorporadas a uma estrutura do cérebro". A estrutura cognitiva é, pois, um complexo organizado e dinâmico que se desenvolve à medida que as informações são armazenadas e interligadas de maneira que possam ser acessadas diante de uma situação que exige ou incita o processo de cognição (MOREIRA; MASINI, 2001, p.3).

A relação entre o novo conhecimento e o conhecimento já existente na estrutura cognitiva do aprendiz, ou conhecimento prévio, é a diferença entre a *aprendizagem significativa* e a *aprendizagem mecânica* ou memorística[4]. A aprendizagem Significativa pressupõe que:

> a) o material a ser aprendido seja potencialmente significativo para o aprendiz, i.e., relacionável a sua estrutura de conhecimento de forma não-arbitrária e não-literal (substantiva);
>
> b) o aprendiz manifeste uma disposição de relacionar o novo material de maneira substantiva e não-arbitrária a sua estrutura cognitiva (MOREIRA, 2006, pp. 19-20).

Na *aprendizagem mecânica* a aprendizagem se dá "com pouca ou nenhuma associação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva" (MOREIRA; MASINI, 1982). A aprendizagem significativa e a mecânica não constituem uma oposição entre si. Ambas podem aparecer durante o mesmo processo de ensino e de aprendizagem em situações que se aproximam mais de uma ou de outra. Essa é a idéia de um *continuum* onde estão localizados esses dois tipos de aprendizagem, conforme Ausubel et al. (1978).

A FIG. 1 consiste em um gráfico proposto por Novak (1996) que ilustra a diferença e a continuidade entre esses tipos de aprendizagem. A variação do tipo de aprendizagem está representada desde a "quase memorística até à altamente significativa" e desde a *aprendizagem receptiva*, onde a informação acabada é apresentada diretamente ao aprendiz, até a *aprendizagem por descoberta* (NOVAK, 1996, p.23).

Sobre o gráfico (FIG. 1), o autor comenta:

> A aprendizagem receptiva e por descoberta formam um contínuo distinto do que é composto pela aprendizagem memorística e significativa. Mostram-se formas típicas de aprendizagem para se ilustrar onde encaixam na matriz as diferentes actividades representativas destes tipos de aprendizagem (NOVAK, 1996, p.24).

[4] A aprendizagem mecânica também é chamada de memorística (NOVAK, 1996), ou por memorização (AUSUBEL, 2003), ou ainda, vulgarmente conhecida como "decoreba".

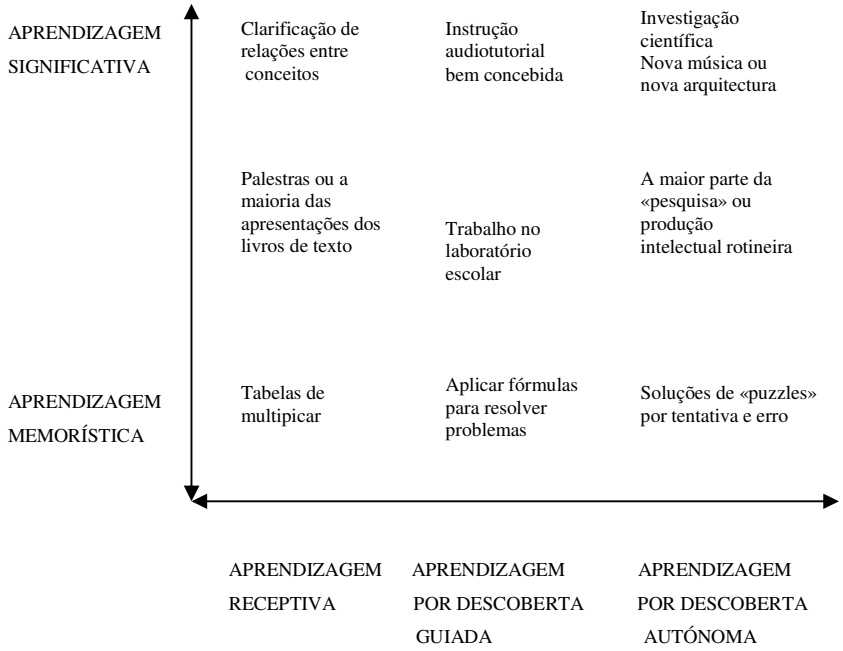


FIGURA 1[5]. Variação da aprendizagem memorística até a significativa (NOVAK, 1996, p.24).

A *aprendizagem por descoberta* é caracterizada pela ação do aprendiz que descobre o novo conhecimento de uma forma guiada ou direcionada pelo professor ou de forma autônoma. "É o tipo de aprendizagem própria das fases iniciais do desenvolvimento cognitivo e dos problemas do quotidiano" (PRAIA, 2000).

Aqui é importante destacar que é a maneira como o novo conhecimento vai ser armazenado na estrutura cognitiva que caracteriza se a aprendizagem é significativa ou memorística. Nas palavras de Moreira (2006), "[i]sso significa que a aprendizagem por

[5] Analisando a FIG. 1, destaco a posição da atividade "Trabalho no laboratório escolar" (entendo esse tipo de trabalho como uma atividade experimental) que está classificada como uma aprendizagem por descoberta guiada que está mais próxima da aprendizagem memorística. Extrapolando os dados do gráfico, é possível conceber que quanto mais as atividades experimentais se caracterizarem pela investigação ou pesquisa e estabelecerem relações entre conceitos, mais estarão se aproximando da aprendizagem significativa.

descoberta não é, necessariamente, significativa nem aprendizagem por recepção é, obrigatoriamente, mecânica" (MOREIRA, 2006, p.17).

A análise das atividades que Novak traz como exemplos na FIG.1, conduz a outra diferenciação entre a aprendizagem significativa e a mecânica. Avaliar a aprendizagem mecânica pode ser uma repetição da situação ou do problema no qual ocorreu esse tipo de aprendizagem. Porém, a aprendizagem significativa requer que novas situações ou problematizações sejam apresentadas ao aprendiz. Ausubel critica os abusos praticados no método de exposição verbal na aprendizagem por memorização:

> Algumas das práticas mais flagrantemente absurdas empregues neste tipo de ensino incluem as seguintes: (1) uso prematuro de técnicas verbais em alunos imaturos em termos cognitivos; (2) apresentação arbitrária de factos não relacionados sem quaisquer princípios de organização ou de explicação; (3) fracasso na integração de novas tarefas de aprendizagem com materiais anteriormente apresentados; (4) uso de procedimentos de avaliação que apenas avaliam a capacidade de se reconhecerem factos discretos, ou de se reproduzirem ideias pelas mesmas palavras ou no contexto idêntico ao originalmente encontrado (AUSUBEL, 2003, p.51).

O ineditismo nos procedimentos de avaliação é o que possibilita ao professor perceber quanto o processo de aprendizagem foi significativo. É o que acontece quando o estudante é incentivado a interpretar um novo fenômeno distinto dos que foram usados como exemplo ou daqueles que compuseram o contexto de aprendizagem. As evidências de aprendizagem significativa poderão surgir com as relações construídas entre os aspectos observados do fenômeno e os conceitos abordados durante a aprendizagem. Logo, os procedimentos de avaliação precisam ser coerentes com todo o processo de ensino e o de aprendizagem, caso contrário, não poderão servir como diagnóstico para esses processos.

Ausubel considera ser frequente a confusão entre aprendizagem por memorização e significativa e entre a aprendizagem receptiva (ou por recepção) e a aprendizagem por descoberta:

> Esta confusão é, em parte, responsável pela dupla convicção generalizada, mas não garantida, de que a aprendizagem por recepção é invariavelmente memorizada e que a pela descoberta é por inerência e necessariamente significativa. É óbvio que ambos os pressupostos estão relacionados com a doutrina errônea e enraizada de que os únicos conhecimentos que uma pessoa possui e compreende *verdadeiramente* são os que a pessoa descobre *por si* (grifos do autor). De facto, cada distinção constitui uma dimensão da aprendizagem completamente independente (AUSUBEL,2003, p.52).

O que vai ser determinante para caracterizar a atividade ou a técnica proposta pelo professor são as condições em que a aprendizagem ocorre que devem contemplar os pré-requisitos para a aprendizagem significativa: o aprendiz deve relacionar a nova informação de forma não-arbitrária e não-literal com o que já se encontra na sua estrutura cognitiva. Assim, o aprendiz está sempre no centro do processo de aprendizagem significativa e, portanto, não há como assegurar que uma atividade resultará em aprendizagem significativa, porém, com base nos próprios pré-requisitos, é possível caracterizar uma atividade como *potencialmente significativa*. Como exemplo, considero que as atividades experimentais que reproduzem fenômenos do cotidiano do aprendiz são potencialmente significativas — e isto é importante nesta pesquisa — uma vez que existe uma probabilidade considerável que este relacione de forma não arbitrária as informações novas, abordadas através da atividade experimental, com o conhecimento que ele já tem sobre o fenômeno que já observou no seu cotidiano. Sobre as atividades de laboratório, o próprio Ausubel comenta que existe:

> uma relutância muito grande em reconhecer-se que os pré-requisitos (...) para a aprendizagem significativa também se aplicam aos métodos de resolução de problemas e laboratoriais. Contudo, deveria ser bastante evidente que o desempenho de experiências laboratoriais com base num livro de instruções, sem se compreenderem os princípios substantivos e metodológicos subjacentes envolvidos, confere muito pouca compreensão genuína e que muitos estudantes de matemática e de ciências consideram relativamente simples 'descobrir' respostas correctas a problemas 'tipo' sem compreenderem realmente o que estão a fazer. Alcançam a última proeza através da mera memorização destes 'problemas tipo' e dos procedimentos adequados para manipularem os símbolos de cada tipo. Não obstante, ainda não se considera, de um modo geral, que o trabalho laboratorial e a resolução de problemas não são experiências genuinamente significativas, a não ser que se construam numa base de conceitos e de princípios claramente compreendidos na disciplina em questão e a não ser que as operações constituintes sejam, elas próprias, significativas (ibidem, p.52)

Para a explicação de como o conhecimento é assimilado na estrutura cognitiva, a TAS apresenta o principio da assimilação ou teoria da assimilação. O princípio da assimilação consiste na interação entre o conceito subsunçor[6] existente na estrutura cognitiva (conhecimento prévio) e a nova informação potencialmente significativa, resultando no produto interacional que é o subsunçor modificado (FIG. 2). Moreira e Masini (2001) trazem a seguinte representação para a assimilação:

---

[6] Conceito subsunçor, ou, simplesmente, subsunçor foi definido por Ausubel como sendo "uma estrutura de conhecimento específica" existente na estrutura cognitiva do aprendiz, na qual o conhecimento interage ou se ancora (MOREIRA; MASINI, 2001, p.9).

Nova informação, potencialmente significativa	Relacionada a e assimilada por	Conceito subsunçor existente na estrutura cognitiva	produto interacional (subsunçor modificado)

FIGURA 2 – Processo da Assimilação (MOREIRA & MASINI, 2001, p. 16)

O produto interacional é dissociável por um certo período de tempo favorecendo a retenção do subsunçor modificado (FIG. 3).

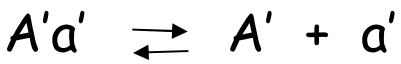


FIGURA 3 – Dissociação do Produto Interacional (ibid., p.17)

O produto de tal dissociação permite dizer que tanto o conceito subsunçor quanto a nova informação, uma vez que tenham interagido, não retornarão ao estado inicial, pois, os produtos da dissociação são resultado de uma construção da estrutura cognitiva que os relacionaram entre si (por isso o resultado da dissociação é A' e a'. Portanto, trata-se de um processo idiossincrático, sujeito às influências que resultaram na estrutura cognitiva.

O conhecimento adquirido pela assimilação está ainda sujeito à influencia erosiva de uma tendência reducionista da estrutura cognitiva: é mais simples e econômico reter apenas as idéias, conceitos e proposições mais gerais e estáveis do que as novas idéias assimiladas (ibid., p.18). Neste momento, a atuação do professor é decisiva, pois, esta redução pode prejudicar os objetivos pretendidos ou a assimilação dos conhecimentos na sua totalidade ou o mínimo pretendido. É comum que os estudantes assimilem um novo conhecimento (ou parte dele; o que seja mais estável) e o utilize como a explicação de todos os aspectos observados no fenômeno.

Cabe ao professor deixar claro que existem relações entre os conhecimentos e ainda aspectos destes que não estão totalmente evidentes e que necessitam de outros conhecimentos para que esclareçam de forma mais aprofundada o fenômeno. Naturalmente, o que o professor faz é um recorte que depende do nível de ensino em questão e da avaliação que deve fazer do conhecimento prévio dos estudantes. Tal recorte pode ser associado a idéia de Transposição Didática:

> O fenômeno da transposição didática põe em evidência o fato de que a disciplina escolar não é o conhecimento cientifico mas uma parte dele e, além disso, modificada. Por outro lado, é mais do que ele, porque abarca também os procedimentos para o seu ensino. A física escolar, por exemplo, não se confunde com a física ciência mas é uma parte dela, acrescida daquilo que a física ciência não tem: um pressuposto sobre como se ensina e se aprende física. (MELLO, 2002)

A partir da idéia central de interação entre os subsunçores e o conhecimento novo, Ausubel distingue três tipos de aprendizagem significativa: **representacional, de conceitos e proposicional**:

> A **aprendizagem representacional** é o tipo mais básico de aprendizagem significativa do qual os demais dependem. Envolve a atribuição de significados a determinados (tipicamente palavras), isto é, a identificação, em significado, de símbolos com seus referentes (objetos, eventos, conceitos). Os símbolos passam a significar, para o indivíduo, aquilo que seus referentes significam (MOREIRA, 2006, p.25).

Moreira (2006) destaca que devido à relação substantiva e não-arbitrária - condição para que ocorra a aprendizagem significativa - a aprendizagem representacional não se limita a uma "mera associação entre o símbolo e o objeto".

> A **aprendizagem de conceitos** é, de certa forma, uma aprendizagem representacional, pois os conceitos são, também, representados por símbolos particulares, porém, são genéricos ou categóricos já que representam abstrações dos atributos criteriais (essenciais) dos referentes, isto é, representam regularidades em eventos ou objetos. Ausubel (1978, p.89) define conceitos como "objetos, eventos, situações ou propriedades que **possuem atributos criteriais comuns** [grifo do autor] e são designados, em uma dada cultura, por algum signo ou símbolo aceito" (ibidem).

Pelo mesmo motivo anterior, a relação substantiva e não-arbitrária, a aprendizagem de conceitos é "um tipo complexo de aprendizagem representacional" uma vez que não é "nominalista ou meramente representacional" (ibid.).

> Na **aprendizagem proposicional**, contrariamente à aprendizagem representacional, a tarefa não é aprender significativamente o que palavras isoladas ou combinadas representam, e sim aprender o significado de idéias em forma de proposição (ibid., p.26).

A aprendizagem proposicional é a de maior complexidade em relação as anteriores, porém, sem deixar de apresentar-se similar. A nova proposição é resultante da interação das idéias relevantes com uma proposição potencialmente significativa. Tal proposição é "expressa em uma sentença, contendo tanto os significados denotativos como os conotativos dos conceitos envolvidos". Ou seja, os significados são resultantes tanto de fatores derivados dos significados pré-existentes quanto das relações entre estes na estrutura cognitiva.

A aprendizagem significativa de conceitos (ou conceitual) e a proposicional podem ainda ser do tipo **subordinada, superordenada ou combinatória**. De uma maneira geral, a diferenciação entre os tipos citados está centrada no processo de subsunção que Ausubel define como o processo de aquisição de significado que a nova informação adquire quando interage com o conhecimento prévio (subsunçor) existente na estrutura cognitiva. Se o subsunçor é um conceito ou proposição geral existente na estrutura cognitiva e ocorre a assimilação do novo conceito ou proposição particular, tem-se a aprendizagem do tipo **subordinada**. Quando um novo conceito ou proposição geral é assimilado através da relação entre significados de idéias específicas preexistentes, tem-se o tipo de aprendizagem superordenarda. Por sua vez, a aprendizagem do tipo combinatória ocorre quando a nova informação é relacionada a um "conteúdo amplo relevante, existente na estrutura cognitiva", portanto, difere dos tipos anteriores por não haver a relação com idéias subordinadas ou superordenadas (ibid., p. 32-36).

Identificar o tipo de aprendizagem significativa não é objetivo da presente pesquisa. Entretanto, a sua análise contribui para consolidação das categorias da pesquisa. O ponto fundamental da TAS da qual emergirão as categorias é o que reúne os "princípios relativos à programação eficiente do conteúdo". Os princípios são: **Assimilação** (já abordada anteriormente), **Diferenciação Progressiva, Reconciliação Integrativa, Organização Seqüencial e Consolidação**. Tais princípios incluem e são reflexos da "influência das variáveis da estrutura cognitiva". Estão inclusas nessas variáveis "a disponibilidade de uma idéia-âncora relevante, sua estabilidade e clareza, e sua discriminabilidade do material de aprendizagem" (AUSUBEL, 1978, p.189).

Uma contribuição importante para uma aprendizagem significativa é a ordem que naturalmente se estabelece de seqüência do conteúdo. A abordagem inicial de conceitos mais gerais, mais abrangentes, para de modo progressivo chegar-se no final a conceitos mais específicos é o que Ausubel chama de **Diferenciação Progressiva**. Desta forma, é importante que ao se estabelecer os objetivos de uma prática educativa, o professor estabeleça uma seqüência que parta de conceitos mais gerais para conceitos mais específicos. Esta, certamente, não é seqüência que prevalece no ensino tido como tradicional. Logo, a TAS traz uma proposta de ruptura com este modelo de ensino. Logicamente, a seqüência prevista pelo professor precisa estar aberta a variações e outras possibilidade oriundas da ação efetiva dos estudantes.

A **Reconciliação Integrativa** é o princípio pelo qual a programação do material instrucional deve ser feita para explorar relações entre idéias, apontar similaridades e diferenças significativas, reconciliando discrepâncias reais ou aparentes. Por este princípio o estudante pode estabelecer relações, diferenciações, similaridades, e ainda, estabelecer novas hipóteses oriundas do desenvolvimento conceitual a partir de sua estrutura cognitiva. Permite ao estudante confrontar as suas próprias representações com a realidade à luz de teorias. A ordem estabelecida por Ausubel (1978) é a que considera ser a melhor forma para o desenvolvimento dos conteúdos. A melhor forma não implica necessariamente na única forma, e nesse sentido a argumentação de Novak (1977) traz uma contribuição importante:

> Segundo Novak (1977) para se conseguir a "reconciliação integrativa" de maneira mais eficiente, a instrução deve ser organizada de tal forma que "desça e suba" [grifos do autor] nas hierarquias conceituais, à medida que a nova informação é apresentada. Isto significa que, embora de acordo com a abordagem ausubeliana se deva começar com os conceitos mais gerais, mas é necessário que se mostre logo como estão relacionados os conceitos subordinados a eles e, então, se volte, por meio de exemplos, a novos significados para os conceitos de ordem mais alta na hierarquia (MOREIRA, 2000, p.51).

Os princípios citados devem ser observados na **Organização Sequencial** que consiste em estabelecer um sequencia dos tópicos, ou unidades de estudo de maneira "tão coerente quanto possível" com as relações de dependência que naturalmente existem na matéria de ensino a que pertencem. Dois aspectos são fundamentais: em uma disciplina existem sequencias naturais dependentes entre si, e para se aprender ou compreender um tópico é necessário, com freqüência, aprender ou compreender outro tópico relacionado. Para Ausubel, se forem aproveitados estes dois aspectos, pode-se maximizar a retenção e a disposição de idéias-âncora relevantes para a

aprendizagem significativa. A determinação da organização seqüencial é um problema que depende dos princípios anteriormente citados e "considerações de análise lógica da tarefa" (AUSUBEL, 1978, apud, MOREIRA, 2006, p.178).

A **Consolidação** ou mestria é o domínio do que está em estudo que precisa ocorrer antes que novos conteúdos sejam disponibilizados para que seja assegurada a "contínua prontidão na matéria de ensino e sucesso na aprendizagem seqüencial organizada". A consolidação é um pré-requisito para que seja apresentado o novo conhecimento, pois, confere ao conhecimento precedente clareza, estabilidade e organização. Tendo em vista que o fator isolado mais importante para a TAS é o que o estudante já sabe, quanto maior o grau de consolidação melhor a ancoragem que irá promover a futura assimilação (ibid., p.178).

Para Moreira, a facilitação da aprendizagem significativa deve ser a preocupação central para a organização do ensino que usa a TAS como sistema de referência. Argumenta ainda que a avaliação é fundamental para essa abordagem, baseado nas seguintes razões:

> 1) A importância dada à identificação daquilo que o aluno já sabe, antes de tentar ensiná-lo;
> 2) A necessidade de acompanhar a aprendizagem à medida que ela acontece, a fim de corrigi-la, clarificá-la e consolidá-la;
> 3) A importancia de determinar a eficácia das estratégias de ensino e da organização e sequenciação do conteúdo, assim como de avaliar até que ponto os objetivos estão sendo alcançados. (AUSUBEL, 1978, p. 587, apud, MOREIRA, 2006, p. 180).

Estas são as bases da atuação do professor que direcionam o processo de ensino voltado à ocorrência da aprendizagem significativa, mas que não encontramos consolidada na prática educacional atual. Para consolidá-las são necessárias pesquisas sobre como operacionalizar tais bases na ação educativa. Significa investigar na prática, no âmago da sala de aula, metodologias, estratégias e recursos, a ação e o discurso do professor, bem como, comparar os resultados da aprendizagem, tendo como referência a TAS e, essencialmente, divulgar os resultados e incentivar aplicações.

Considero fundamental na abordagem de qualquer teoria o reconhecimento de suas limitações, para isso, é necessário se estimular a abordagem de varias teorias de aprendizagem durante a formação do profissional que atua com o objetivo que ocorra aprendizagem. Alguns pontos da TAS são discutidos em vários trabalhos como, por exemplo, o de Cachapuz (2000) que coloca quatro limitações a teoria de Ausubel.

A primeira limitação está centrada na sobrevalorização dos saberes conceituais e diz respeito à ausência de interligação com os demais aspectos ou dimensões que compõem a complexidade da aprendizagem. Esta abordagem está coerente sob a ótica da própria crítica que está explícita, ou seja, na perspectiva de uma teoria que dê conta de todo o processo de aprendizagem. Por outro lado, numa perspectiva de pluralidade epistemológica ou de complementariedade, a TAS pode ser um elemento dentro da construção de uma concepção individual sobre a aprendizagem.

A segunda limitação proposta pelo autor consiste na controvérsia sobre a organização hierárquica dos conceitos dos mais inclusivos para os menos inclusivos na mente do aluno:

> Há fundamentadas razões para pensar que não só a organização psicológica não tem necessariamente que seguir um tal padrão lógico (sobretudo nos alunos mais jovens) mas que tal organização hierárquica é provavelmente mascarada por constrangimentos relativos às próprias instruções dadas aos alunos para a construção dos designados mapas de conceitos bem como pelos exemplos geralmente propostos (domínios altamente estruturados). Tal não significa não reconhecer o interesse [didático] de tais instrumentos, mas tão só alertar para a confusão que frequentemente se estabelece entre o construto e a sua representação acessível (CACHAPUZ, 2000, p. 68-69).

A não atribuição da tomada de consciência pelo estudante dos seus processos de aprendizagem é a terceira limitação proposta, ou seja, além de verificar o que o estudante já sabe e ensinar de acordo, é necessário que seja averiguado também o que o estudante sabe sobre como sabe e ensinar de acordo.

A quarta limitação está associada a ausência da dimensão da construção social do conhecimento na TAS. Fazendo referência a Vigostsky, Cachapuz destaca a relação da linguagem na construção do conhecimento e a necessária contemplação das eventuais dificuldades e potencialidades dos estudantes, o que considera "*uma visão mais completa e optimista da aprendizagem*" (ibid.).

Galagovsky (2004) traz uma proposta de um modelo teórico para a aprendizagem que surge a partir de reflexões sobre a TAS – a Aprendizagem Sustentável (*aprendizaje sustentable*). A autora cita os trabalhos de Lawson e White (citado por De POSADA, 2000) que apesar de destacar a aquisição de conceitos minimiza a "influencia do desenvolvimento das operações cognitivas do indivíduo", e nesse modelo, o professor tem o papel central de provedor de conhecimentos e os estudantes aprendem por recepção. Segundo a autora, está configurada por

trás dessa proposta a idéia de "aprendizagem indutiva" [tradução nossa] (GALAGOVSKY, 2004, p. 230).

Reconhece a fragilidade da idéia de Novak sobre uma aprendizagem significativa conduzida a partir de um discurso docente bem organizado. Tal fragilidade reside sobre o fato de que a diversidade de estudantes não será contemplada na sua totalidade por todas as pontes cognitivas necessárias a partir do discurso docente, admitindo que a construção do conhecimento é idiossincrática. Mesmo o reconhecimento de quais pontes seriam necessárias para a assimilação de certos conceitos, necessitaria que o docente estivesse convencido que pode dizer o que sabe e como sabe e como supõe que os estudantes devem aprender. Para Galagovsky, esta é uma idéia perigosa [tradução nossa] (ibidem).

A partir do seu ponto de vista crítico, a autora coloca que e necessário:

> reconsiderar o lugar que ocupa o discurso docente a respeito dos processos mentais requeridos para sua apropriação por parte do sujeito cognoscente [e] reconsiderar o conceito de aprendizagem significativa tanto desde sua origem na teoria da assimilação da aprendizagem como desde o significado prático que adquiriu no mundo educativo real. [tradução nossa] (ibid., p.231).

A aprendizagem sustentável ocorre com o aumento da rede de conhecimentos prévios a partir da apropriação da informação recebida (ou parte dela) como um novo conhecimento. Trata-se de uma nova construção que é ao mesmo tempo uma reconstrução da estrutura cognitiva pré-existente. Tal reconstrução, segundo a autora, ocorre através da resignificação dos conceitos de apoio (*conceptos sostén*) que serviram de nexo para a incorporação do novo conhecimento.

Admite que é possível ocorrer um tipo de aprendizagem que depende de esforços de mecanismos de memória de longo prazo do indivíduo e que ocorre quando o sujeito não interliga informações que recebe com conhecimentos prévios. É a aprendizagem isolada (*aprendizaje aislado*) que se opõe a aprendizagem sustentável.

A aprendizagem sustentável proposta por Galagovsky e as limitações destacadas por Cachapuz colaboram para o que Ausubel e Novak não aprofundaram na medida em que questionam e estimulam a reflexão, a investigação e novas propostas. Porém, segundo Ausubel:

> É importante reconhecer que a aprendizagem significativa (independente do tipo) não quer dizer que a nova informação forma, simplesmente, uma espécie de ligação com elementos preexistentes na estrutura cognitiva. Ao contrário, somente na aprendizagem mecânica é que uma simples ligação, arbitrária e não substantiva, ocorre com a estrutura cognitiva preexistente. Na aprendizagem significativa, o processo de aquisição de informações resulta em mudança, tanto

> da nova informação adquirida como no aspecto especificamente relevante da estrutura cognitiva ao qual essa se relaciona (AUSUBEL, 1978, p.57, apud, MOREIRA, 2006, p. 25).

Ao considerar que o conhecimento prévio e o novo conhecimento (e a própria estrutura cognitiva), uma vez interagidos, se modificam e não voltam a seu estado inicial, Ausubel abre uma demanda para linhas de pesquisas sobre como ocorre e quais os resultados desses conhecimentos modificados. Ou seja, ao afirmar que ocorre uma relação sem aprofundar como esta se processa na estrutura cognitiva, a TAS se mostra aberta a novas investigações. Moreira, com base nas idéias de Novak (1977), já aponta para a complexidade desse processo quando diz:

> O aluno é **pessoa** e, como tal, **pensa, sente e faz** [grifo do autor]. Seus pensamentos, sentimentos e ações estão integrados para o bem ou para o mal. A aprendizagem significativa subjaz a integração construtiva, positiva, engrandecedora desses três elementos. Portanto, a facilitação da aprendizagem significativa deve também levar em conta os sentimentos do aluno; dar atenção ao afetivo, além do cognitivo; considerar o aprendiz como pessoa (MOREIRA, 2006, p. 182).

Os aspectos da pessoa apontados implicam em uma abordagem que reúne várias áreas do conhecimento (Psicologia, Sociologia, Linguagem, Filosofia, entre outras). Parece-me difícil encontrar uma teoria de aprendizagem que dê conta dessa interação multidisciplinar para elucidar como se aprende. O que me é mais plausível é o conhecimento de teorias e modelos de várias áreas de forma que propicie ao professor uma ação educativa que seja uma (re)construção desses conhecimentos.

Mesmo a perspectiva de um discurso educativo que parece deixar implícito que uma aprendizagem significativa sempre esteja correta, como destaca Galagovsky, corrobora para o empreendimento investigativo que se faz necessário para a compreensão de como ocorrem as complexas ligações na estrutura cognitiva que resultam em aprendizagem.

Aproximando a TAS ao processo de ensino e a ESA, defendo que o conhecimento prévio existente na estrutura cognitiva pode ser estimado ou avaliado pelo professor ao se levantar as concepções que os estudantes possuem, os questionamentos sobre as hipóteses que tentam explicar o fenômeno ou o problema abordado. Algumas teorias ou aspectos de algumas teorias podem surgir dependendo do nível de conhecimento dos estudantes sobre a informação em questão. Logicamente, quando se pretende estabelecer relações entre o novo conhecimento e

o conhecimento prévio, a ordem a ser seguida com o objetivo de levantar os conhecimentos prévios parte da apresentação do problema ou do fenômeno para depois ser apresentado o novo conhecimento.

Ao selecionar recursos didáticos ou estratégias metodológicas relacionados com o cotidiano do estudante, o professor prepara um estímulo ou um mecanismo de acionamento do conhecimento prévio do mesmo. Trata-se de um conhecimento tácito, potencialmente problematizador e estimulador dos canais de percepção do estudante. Quanto maior a potencialidade de estimular o interesse dos estudantes sobre a aula, torna-se mais provável que este manifeste uma disposição de relacionar o novo material de maneira substantiva e não-arbitrária a sua estrutura cognitiva. Sugere permitir aos estudantes aprender a observar o fenômeno ou refletir sobre o problema, conceito ou proposição e, simultaneamente, incrementar a sua curiosidade.

A partir das observações realizadas pelos estudantes, o novo conhecimento, ou nova informação potencialmente significativa, pode ser apresentado adquirindo mais significado e há o enriquecimento do conhecimento prévio, ou em termos de significados, fica mais diferenciado, proporcionando-lhe estabilidade.

No processo de ensino é preciso considerar que as representações que o estudante faz da realidade em que está inserido ou do conhecimento que é tido como funcional, coloca-o como um agente no processo de aprendizagem. Isto é, coerentemente com as correntes cognitivistas da aprendizagem, incluindo a própria aprendizagem significativa, o estudante deixa de ser um mero receptor de informações e é considerado como um sujeito capaz de perceber e representar o mundo ao seu redor, ou mais especificamente, de um fenômeno ou propriedades observadas. A práxis educativa deve também considerar a possibilidade da aprendizagem pelo erro e o uso da linguagem como possibilidade de percepção. Para além da dependência das concepções do professor, a natureza problematizadora da abordagem dos conteúdos e o confronto direto das idéias dos estudantes podem conseqüentemente levar a aprendizagem significativa.

Acredito que a aprendizagem significativa é adequada para a formação do cidadão capaz de transformar o meio em que vive de forma consciente, e que a “decoreba”, a mera reprodução do conteúdo explicitado, é um tipo de aprendizagem que reproduz e mantém as estruturas sociais que aumentam as diferenças e as injustiças sociais.

1.2 Contribuições para uma visão atual sobre o Ensino de Química

O objetivo desta sub-seção é levantar alguns pressupostos que possam situar o ensino de química, e a partir deste, posicionar o uso da ESA nos cursos de formação e a necessidade de fundamentação teórica de como se aprende. Esses pressupostos também expõem indiretamente as concepções que compõem o meu olhar de pesquisador.

Maldaner (2003) aponta que o "consenso tácito" nos programas de ensino de química consiste em um dos fatores que contribuem para uma crise no ensino de Química. Independente de carga horária e da característica do curso, os programas apresentam semelhanças, os mesmos conteúdos são desenvolvidos e os livros didáticos de Química mais utilizados no Brasil apresentam índices que "parecem ser cópias uns dos outros". Trata-se de um "consenso" sobre um programa de Química - voltado para o exame do vestibular - que está livre para fazer qualquer pergunta dentro de um vasto rol de conteúdos e com a garantia de estarem "sempre dentro do programa". Este consenso reflete-se no campo da prática das aulas de química. Utiliza-se o laboratório, quando possível, para práticas comumente encontradas em livros didáticos e módulos de ensino que consistem em seguir um procedimento para se obter um resultado esperado para se comprovar uma teoria ou exemplificá-la (MALDANER, 2003, p. 202-203).

Existem várias tentativas de mudanças para como ensinar e o que deve ser ensinado em química. Entretanto, o alcance destas alternativas depende de iniciativas pessoais de professores e encontram obstáculos como, por exemplo, propostas pedagógicas de escolas voltadas à aprovação no vestibular ou ao cumprimento de um programa.

Maldaner atribui esse "consenso" sobre o que é um "bom programa de ensino de Química" a um senso comum "produzido e reproduzido sem base científica e descolada das teorias educacionais mais consistentes". O autor sinaliza para razões como a falta de uma visão epistemológica, ou uma visão inadequada ou restrita desta, que sustente sua prática; o desconhecimento de programas alternativos; a falta de autonomia e motivação, dentre outras.

Attico Chassot, ao questionar a utilidade do ensino de Química, propõe alternativas para este, e dentre elas,

> a que parece ganhar maiores adeptos e já ter conseguido produzir alguns resultados concretos **é a vinculação da Química com o cotidiano e a preocupação com o aproveitamento dos saberes populares** [grifo do autor]. É preciso destacar que essas tentativas de ligação do ensino com situações mais

> próximas dos estudantes têm, ainda, trânsito difícil nas escolas de ensino médio (CHASSOT, 2004, p. 132).

Portanto, Chassot defende o ensino de química menos "hermético", menos fechado, e defende que as aulas de química sejam "espaços privilegiados onde se estabeleçam diálogos que conduzem a descobertas". E, mantendo sua característica de sempre fazer alusão à história das ciências e da humanidade, cita Lavoisier, no texto *Sobre a maneira de ensinar Química*:

> (...) Estas diferentes memórias e discursos gerais serviriam de introdução à Química. Formariam a cadeia que liga ao resto dos conhecimentos humanos. Partindo em seguida destes dados, parece-me possível conduzir o aluno por um caminho quase geométrico, procedendo do conhecido para o desconhecido, sem empregar jamais uma palavra que não tenha sido definida, sem se valer de qualquer idéia de experimentos que não seja derivada de experimentos precedentes, sem inverter a seqüência natural das idéias; e, assim fazendo, chegar até os confins da ciência Química. Não é o mestre quem deve ensinar nesta forma de proceder. Ele deve colocar em (todas as cabeças dos) seus alunos o mínimo de si que seja possível. E apenas a experiência deve falar aos olhos deles, a todos os seus sentidos, ao seu entendimento. Todo o mérito do professor deve consistir em escolher as experiências mais simples, mais eloqüentes, em rejeitar aquelas mais complicadas (ibid., p.115).

Ao que parece, o mérito hoje está em fazer acontecer o que Lavoisier há mais de duzentos anos escreveu ao criticar como se ensinava química. Mesmo com os avanços tecnológicos e das teorias cognitivas, os professores estão sendo formados dentro de um modelo que não os capacitam para desenvolverem em sua sala de aula atividades onde não haja a sua centralização no processo de ensino e de aprendizagem.

Ao procurar responder a questão: "Como se ensina química?", Chassot seleciona cinco características freqüentes no ensino de nível médio dessa disciplina: "asséptico, abstrato, dogmático, a-histório e avaliado de maneira ferreteadora" (ibid., p. 44). Buscar fornecer um referencial de que o ensino de Química, ou de qualquer disciplina, pode ser atrativo e diferente do ensino tradicional baseado na transmissão de conteúdos, consiste numa contribuição significativa para a formação do cidadão critico.

Numa crítica inquietante e ao mesmo tempo desafiadora, Chassot levanta a hipótese de que "o ensino que se faz, na maioria das escolas, é – literalmente – inútil. Isto é, mesmo se não existisse, muito pouco (ou nada), seria diferente." (CHASSOT, 1995, p. 73). O termo "inútil" empregado reflete claramente um posicionamento político do autor e consiste em uma

provocação. Qualquer tipo de ensino é fruto de uma intencionalidade que, no mínimo, serve para a manutenção do sistema vigente, portanto, tem uma utilidade.

Santos e Schnetzler (2003), no livro Educação em Química – Compromisso com a cidadania, além de validar a hipótese acima, após o estudo de diferentes trabalhos sobre o ensino de Química, constataram que "o tratamento do conhecimento químico tem enfatizado que a Química da escola não tem nada a ver com a química da vida" e ainda que "os objetivos, conteúdos e estratégias do ensino de química atual estão dissociados das necessidades requeridas para um curso voltado para a formação da cidadania" (SANTOS; SCHNETZLER, 2003, p. 13).

Neste trabalho, os autores focam na necessidade de um ensino de química voltado para a formação da cidadania. Deixam claro, entretanto, que cidadania vai além de ensinar química, pois, a "questão da cidadania é muito mais ampla, englobando aspectos da estrutura e do modelo de organização social, política e econômica" (ibid., p. 36).

A partir da análise de pesquisas com educadores químicos, os autores comentam as principais considerações obtidas: o conteúdo mínimo, temas químicos sociais, linguagem química, papel social da Ciência, extensão do conteúdo, tópicos químicos fundamentais, abordagem do conteúdo com articulação entre os níveis macroscópicos e microscópicos do conhecimento químico e a experimentação. O aprofundamento de cada item citado pode ser mais adequado no referido livro. Para este trabalho, há um interesse especial nos dois últimos itens.

Quanto ao item experimentação, os autores evidenciaram que a sua importância foi justificada pelos educadores pesquisados:

> em função do seu papel investigativo e pedagógico de auxiliar o aluno na compreensão dos fenômenos químicos, propósito este que não demanda condições sofisticadas nas escolas. Ficou evidenciado, também, que o papel da experimentação não seria no sentido da ***formação de cientistas*** [grifo dos autores], como foi concebido pelos projetos inovadores de ensino de ciências da década de sessenta. (ibid., p. 107).

A experimentação pode ser tida como um processo de adaptação entre a teoria e a realidade sócio-cultural do estudante através de análises de situações reais de ocorrência natural ou fruto de uma nova produção humana. Essa conotação da experimentação está presente nas Leis de Diretrizes Curriculares para Cursos de Química, Bacharelado e Licenciatura Plena, na seção Competências e Habilidades tanto para Bacharelado quanto para o Licenciado em Química:

> Reconhecer a Química como uma construção humana e compreendendo os aspectos históricos de sua produção e suas relações com os contextos culturais, socioeconômico e político (BRASIL, 1996).

Também encontra subsídios nos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio, nas Competências e Habilidade a Serem Desenvolvidas em Química ao se condenar uma postura meramente de transmissão de conhecimentos, de forma que, sem jamais desprezar a ciência química, os conceitos devem ser trabalhados dentro desta referencia:

> A proposta apresentada para o ensino de Química nos PCNEM se contrapõe à velha ênfase na memorização de informações, nomes, fórmulas e conhecimentos como fragmentos desligados da realidade dos alunos. Ao contrário disso, pretende que o aluno reconheça e compreenda, de forma integrada e significativa, as transformações químicas que ocorrem nos processos naturais e tecnológicos em diferentes contextos (...). Assim, em consonância com a própria história do desenvolvimento desta ciência, a Química deve ser apresentada estruturada sobre o tripé: transformações químicas, materiais e suas propriedades e modelos explicativos. Um ensino baseado harmonicamente nesses três pilares poderá dar uma estrutura de sustentação ao conhecimento de química do estudante especialmente se, ao tripé de conhecimentos químicos, se agregar uma trilogia de adequação pedagógica fundada em:
>
> • contextualização, que dê significado aos conteúdos e que facilite o estabelecimento de ligações com outros campos de conhecimento;
>
> • respeito ao desenvolvimento cognitivo e afetivo, que garanta ao estudante tratamento atento a sua formação e seus interesses;
>
> • desenvolvimento de competências e habilidades em consonância com os temas e conteúdos do ensino (BRASIL, 1999)

O outro tópico citado, a articulação entre os níveis macroscópicos e microscópicos do conhecimento químico, traz conceitos importantes para o tema desta pesquisa. Dentro da abordagem experimental é necessário que o estudante, através da mediação do professor, transite entre aspectos macroscópicos, relacionados ao fenomenológico, e entre aspectos microscópicos do conhecimento químico, sendo estes últimos, relacionados com o teórico-conceitual, a noção de partículas, ou seja, modelos e conhecimentos que requerem uma abstração maior do estudante:

> O nível macroscópico caracteriza-se pela visualização concreta ou pelo manuseio de materiais ou substâncias e de suas transformações, bem como pela descrição, análise ou determinação de suas propriedades, enquanto o nível microscópico caracteriza-se por uma natureza atômico-molecular, isto é, envolvendo explicações baseadas em conceitos abstratos, como átomo, molécula, íon etc., para racionalizar, entender e prever o comportamento das substâncias e de suas transformações (JOHNSTONE, 1982, apud, SANTOS; SCHNETZLER, 2003, p. 107).

Neste sentido, os autores destacam que o ensino atual realiza o caminho inverso, o que facilmente pode ser verificado na organização dos conteúdos nos livros didáticos.

A educação em Química para a cidadania requer, para os autores, um processo de mudanças de paradigmas que encontra uma resistência no ensino atual voltado para a preparação de estudantes do ensino médio para a realização do vestibular e, conseqüente, o ingresso no ensino superior, o que mantém os "conteúdos tradicionais do ensino de química", exigidos pelo vestibular. Para uma formação cidadã, Santos e Schnetzler, referem-se a idealização de "uma sociedade democrática que, por mais que seja utópica na sua concepção, um dia poderá dela se aproximar". A dúvida entre uma formação para o vestibular e a formação cidadã caracteriza uma crise no ensino que está ligada ao *quê* deve ser ensinado e *como* deve ser ensinado em química (ibid., p. 129).

A formação do professor necessita vislumbrar esta perspectiva educacional de crise a fim de capacitar o futuro educador quanto a análise de concepções alternativas, quanto a uma *ação reflexiva*, investigativa de sua própria prática e quanto ao trabalho com a diferença:

> Fundamentalmente, num sentido genérico, pode-se afirmar que todo ensino, como atividade humana, é intercultural, devido às múltiplas identidades microculturais de todos os estudantes e, por essa razão, os indivíduos reagem e são afetados diferentemente pelas ações dos professores. Assim como há diversidade cultural entre estudantes, ocorre o mesmo entre estes últimos e o professor, onde se pode incluir, neste caso, a diversidade devida à própria cultura científica. Conseqüentemente, a sala de aula impõe impedimentos às aplicações pedagógicas fundamentadas em exclusivas entidades teóricas e objetivas, redutoras da totalidade da realidade humana (LABURÚ, 2003, p.252)

Compreendo que o objetivo maior do educador é a formação do cidadão crítico e consciente através da tentativa de mediar um tipo de aprendizagem, que talvez seja melhor definida por Moreira (2000) como "aprendizagem significativa crítica" que consiste:

> [...] *aquela perspectiva que permite ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela* [grifo do autor]. Trata-se de uma perspectiva antropológica em relação às atividades de seu grupo social que permite ao indivíduo participar de tais atividades, mas, ao mesmo tempo, reconhecer quando a realidade está se afastando tanto que não está mais sendo captada pelo grupo (MOREIRA, 2000, p. 5)

O conhecimento construído da educação em Química possibilita "uma diferente leitura do mundo" (CHASSOT, 1995) uma visão mais ampla da realidade, resultando na

formação de cidadãos ativos e conscientes, ou como indica a pesquisa de Wildson Santos e Roseli Schnetzler:

> a química no ensino médio não pode ser ensinada como um fim em si mesma, senão estaremos fugindo do fim maior da educação básica, que é assegurar ao indivíduo a formação que o habilitará a participar como cidadão na vida em sociedade (SANTOS; SCHNETZLER, 2003, p.50).

Todas as características citadas sobre o ensino de química devem ser objeto de estudo e investigação dos cursos que formam os professores de Química, ou seja, os cursos de licenciatura em Química. Mas, como aponta Silva et al:

> Um aspecto a destacar no Curso[7] é a importância secundária da Licenciatura frente ao Bacharelado. Tal fato pode ser compreendido pela histórica situação de desprestígio social da profissão de professor, assim como pela constante predominância de bacharéis e engenheiros químicos entre os docentes do Instituto de Química. Tais formadores de professores, por desconhecimento de estudos sobre ensino de ciências/química, mantêm-se no nível do "senso comum" docente, considerando o processo de ensino de química como algo simples, desde que se tenha um bom conhecimento da matéria e algumas ferramentas psicopedagógicas (SILVA et al., 2007).

Nesse mesmo trabalho, os autores abordam a distância entre as disciplinas oriundas da Faculdade de Educação e as disciplinas ligadas à parte técnica ou ao conhecimento químico. Uma maior interação entre as disciplinas ainda precisa ser implementada de forma efetiva no curso, segundo os autores, e que dentro de uma reestruturação curricular são objeto de atuação e pesquisa de um núcleo de pesquisa em ensino de química.

A idéia ingênua de que o ensino de ciências, ou de qualquer outra área do conhecimento, é algo simples, alicerça a discriminação dos docentes das disciplinas de conhecimento químico sobre o conhecimento pedagógico, sobre as teorias de aprendizagem e as pesquisas educacionais. Como resultado, a discriminação se reflete na atitude dos licenciandos que priorizam seus estudos para um bom rendimento nas disciplinas de conhecimento químico, deixando as de cunho pedagógico para segundo plano.

---

[7] Desde 2001, o curso de Química da UFBA possui três habilitações: Licenciatura em Química, Bacharelado em Química e Bacharelado em Química Industrial. UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA. Histórico do Curso de Graduação em Química da UFBA. Disponível em: http://www.quimica.ufba.br/

Essa distância é tratada como uma dicotomia por Schnetzler (2000) que reconhece dois caminhos paralelos, independentes e isolados na grade curricular dos cursos de licenciatura: o caminho das disciplinas de conhecimento específico e o das disciplinas pedagógicas. Mesmo admitindo que estes caminhos poderão se encontrar em disciplinas da dimensão de prática de ensino, algumas implicações para a formação do licenciado são apontadas pela autora: a primeira consiste no tempo em que os estudantes passam em contato com uma prática voltada para a transmissão de conteúdos para cumprir o programa estabelecido. As disciplinas de conhecimento químico correspondem a maior parte da carga horária do curso de licenciatura[8], logo, na maior parte da sua formação o licenciado tem a ação dos docentes dessas disciplinas como referência. E essa referência que tende a ser utilizada pelos futuros professores, como afirma a autora "os professores tendem a não utilizar os métodos de ensino que lhes foram artificialmente ensinados no decorrer de sua formação" (SCHNETZLER, 2000, p. 17).

Gonçalves e Gonçalves (1998) consideram que "não é possível dicotomizar" conhecimento pedagógico e conhecimento específico e nem que um tipo de conhecimento deva ser aprendido antes do outro. Os autores destacam que é a mediação do professor deve trazê-los de forma indissociada, pois, o conhecimento pedagógico é construído "na relação com aquele que aprende, manifestando suas formas de pensar, seus conhecimentos anteriores, seus conflitos" (GONÇALVES; GONÇALVES, 1998, p. 110).

Outra implicação refere-se ao tipo de aprendizagem que predomina nas disciplinas de conhecimento específico. Se no modelo tradicional de ensino há a predominância da transmissão dos conteúdos e a centralização do professor no processo de ensino, certamente, esse modelo não favorece a aprendizagem significativa pelo que foi visto quando tratamos especificamente da TAS. Quanto mais a aprendizagem em tais disciplinas estiver mais próxima da aprendizagem mecânica, mais comprometido fica o desenvolvimento das habilidades e competências necessárias para a abordagem dos conhecimentos específicos no contexto de uma aula, pois:

---

[8] Tomando como exemplo o curso de licenciatura em química da UNEB, a análise do fluxograma do currículo (ANEXO A) mostra que são 1905 horas para as disciplinas de Conteúdo de Natureza Científico-Cultural, considerando que 120 horas correspondem as disciplinas Didática e Psicologia da Educação, restam 1785 para as disciplinas de conhecimento específico (ou de Natureza Científica). Já as disciplinas de práticas de ensino e o estágio supervisionado correspondem a 810 horas. Considerando a carga horária total de 2915 horas, 61,2% das horas são destinadas as disciplinas de conteúdo específico.

> [s]e os métodos de ensino não são estudados no contexto no qual são implementados, os professores podem não saber identificar os aspectos essenciais, nem adaptar as estratégias instrucionais – que lhe foram apresentadas em termos abstratos - à sua matéria específica ou a novas situações. (MCDERMOTT, 1990, apud, SCHNETZLER, p. 17)

Toda essa problemática envolvendo a formação de professores remete a necessidade de se questionar constantemente a eficiência dos cursos de formação de licenciados quanto ao profissional que estão formando e o que pretendem formar. O papel dos professores formadores é essencial, todavia:

> não há preparação formal para o formador, e que em muitas áreas do conhecimento os processos seletivos relacionados à contratação docente em Instituições de Ensino Superior (IES) priorizam as linhas de pesquisa na área técnica. Em consequência, os processos de desenvolvimento profissional ficam na dependência de cada instituição e de como esta concebe a formação do formador (BENITE e outros, 2010, p. 259).

Os autores pontuam que todos os professores dos cursos de licenciatura são "profissionais envolvidos nos processos de aprendizagem da docência de futuros professores", portanto, são professores formadores. Enquanto professor formador compreendo que esse compromisso profissional não admite que se possa escolher a responsabilidade por apenas a dimensão de ensino ou apenas a dimensão do conhecimento técnico ou da Ciência. Antes de tudo sou um educador e, assim como os mesmos autores:

> [d]efendemos que a formação do formador é um processo contínuo, que envolve dimensões individuais, coletivas e organizacionais, que se desenvolve em contextos e momentos diversificados e em diferentes comunidades de aprendizagem constituídas também por outros formadores (ibid.).
> .

Por isso é importante retomar a iniciativa do núcleo de pesquisa da UFBA que, com o objetivo de "ampliar e intensificar a interação educação e química", e através do reconhecimento da dimensão prática (grifo dos autores) na Licenciatura, promoveu a inserção dos eixos de discussão: o ensino de química como práxis; a história e a epistemologia como próprias do ensino de química; o papel da experimentação no ensino de química; a contextualização no ensino de química (SILVA et al, 2007).

Para os autores a dimensão prática do currículo é entendida como "um conjunto de atividades que privilegiam a interação e integração das áreas da educação e da química", o que levou a introdução das discussões

> a) o trabalho do químico, ultrapassando as simples questões de segurança no laboratório e incorporando a discussão do trabalho como constitutivo do humano. Assim, ganharam realce as questões éticas e ambientais.
> b) a química como uma atividade cultural, como um processo social de produção e apropriação de conhecimento, ou melhor, de uma realidade social , opondo-se à visão de algo pronto e acabado;
> c) posições epistemológicas subjacentes à descrição histórica dos fatos (ibid.).

Os avanços observados neste trabalho do curso de Licenciatura de UFBA revelam um passo significativo no sentido de instrumentalizar o referido curso para que cumpra verdadeiramente seu papel de formar educadores em química. Entretanto, apesar de já existirem modificações nos componentes curriculares, a licenciatura, como destacaram os autores, é colocada em segundo plano por docentes e discentes. Implantar mudanças que alterem as práticas pedagógicas com o objetivo de formar o educador em química consiste verdadeiramente em quebrar paradigmas e passa pela conscientização sobre a realidade do ensino de química e suas implicações. Dentro das possibilidades de discussão os autores vêem o experimento no ensino de química como "um poderoso recurso para a educação científica/química, pois possibilita aos estudantes aprender ciências/química, aprender sobre as ciências/química e fazer ciências/química" (HODSON, 1992, apud, SILVA et al, 2007).

A necessidade de se ter uma formação voltada para a consolidação de concepções é reafirmada ao citar que "uma sala de aula não é um laboratório de investigação, pelo que as estratégias a adotar têm que ter legitimidade quer filosófica quer pedagógica", ao contrapor que a "*práxis* (grifo dos autores) dos químicos" é explicitada pelo ensino no laboratório. Dentro desta perspectiva, e atenuadas as dificuldades práticas de implementação da reestruturação do curso, é possível que a ESA, uma vez proposta, se consolide como um recurso prático dentro do referido curso (SILVA et al, 2007).

Uma implicação que se faz mister é o *aprofundamento do debate epistemológico*[9] que é apontado na pesquisa de Lobo (2004) como uma necessidade, "em especial, sobre as concepções epistemológicas e sua influência sobre a prática pedagógica e a formação do professor de Química" apontando para o que chamou de "uma reorientação do trabalho experimental" e, como conseqüência:

---

[9] Mesmo reconhecendo a importancia da abordagem de questões epistemológicas, é necessário salientar que a presente pesquisa tem um viés mais centrado em questões metodológicas e da didática das ciências. A opção por abordar algumas referências sobre aspectos epistemológicos foi uma necessidade decorrente da análise das ações e das reflexões dos docentes que fizeram parte da pesquisa.

> (...) poderá resultar em práticas curriculares mais consistentes com as questões atuais da filosofia da ciência, do ensino e da formação do professor de ciências. No caso do ensino de Química, uma reorientação do trabalho experimental, voltando-o para a pesquisa, superando a ênfase sobre a comprovação de teorias; o emprego de estratégias didáticas que utilizem a história da Química, combinada com questões epistemológicas, para uma melhor compreensão do processo de produção do conhecimento químico e dos embates inerentes a esta produção; a reorganização curricular, visando maior interação teoria/prática, razão/empiria, nas disciplinas de conteúdo específico de Química e entre elas e as de conteúdo pedagógico (LOBO, 2004, p. 255).

Parece-me lógico que para um professor reconhecer que seu posicionamento ou sua condução de uma aula com experimento é positivista, indutivista ou racionalista, é necessário que a capacidade de reconhecer tais correntes filosóficas no seu trabalho seja desenvolvida na sua formação. Ou, o que considero ser mais agravante, a sua formação precisa abordar tais correntes e a sua relação com o trabalho pedagógico.

Durante a pesquisa bibliográfica para este trabalho investigativo, foram observadas várias referências sobre o filósofo francês Gaston Bachelard na literatura que abordava o ensino de química, mais especificamente para o ensino por experimentação. Assim, logo surgiu a necessidade de uma tentativa de diálogo com este autor diretamente através de duas de suas obras: *Ensaio sobre o conhecimento aproximado*, 2004 (título original: *Essai sur la connaissance appochée,* 1928) e *A formação do espírito científico*, 1996 (título original: *La Formation de l'espirit scientifique,* 1938) e indiretamente nos trabalhos onde é citado (MORTIMER, 1995; GIORDAN,1999; OLIVEIRA, 2001; LOBO, 2004; MALDANER, 2003, GONÇALVES; MARQUES, 2006).

Bachelard defende uma posição racionalista, oposta ao empirismo, como uma "construção que permite a interação humana e com o meio em níveis de maior justiça e com a participação de todos" (MALDANER, 2003, p.100). O posicionamento racional de Bachelard é aprofundado na tese de Lobo (2004):

> A sua análise crítica ao positivismo, ao experimentalismo e indutivismo como forma de produção de conhecimento, leva-o a defender, não um empirismo puro, mas um empirismo respaldado por uma razão que anima e dá sentido ao empreendimento científico. Uma razão que realiza, que se aplica à realidade estudada. (LOBO, 2004, p.88)

No sentido de complementação, segundo a autora, a razão e a empiria, enquanto "aplicação do conhecimento científico como transcendência, como realização do racional, como

aplicação realizante", são colocados juntos no pensamento científico, pois, a partir da realização da razão, que ocorre com o contato com o real (empiria), ocorre a "estruturação da ciência do século XX" (ibid., p.88-89). Logo, não é mais somente a empiria ou somente a razão que determinam a concepção de ciência, mas, a interação entre estes.

A autora destaca a proposta de Bachelard de um racionalismo concreto, aberto a "novos valores das experiências que ajudou a construir" e que contrapõe ao "racionalismo puro" dos filósofos. Bachelard concebe um realismo técnico que consiste na realização da razão em contato com a experiência física:

> Na Química, especialmente nos séculos XVIII e XIX, o recurso às concepções realistas (para Bachelard, *realismo ingênuo*) era muito comum, fato que pode ser atribuído à tendência descritivista das substâncias e dos fenômenos químicos, durante este período. Para o realista, conhecer a substância significa descrevê-la quanto a sua forma, cor, dureza e outras propriedades físicas. Nesta perspectiva, conhecer o fenômeno significa observar as transformações que ele sofre como, por exemplo, mudanças de cor e liberação ou absorção de calor sem, no entanto, relacionar as suas propriedades a aspectos como a natureza química das partículas e as ligações entre elas (aspectos microscópicos). (ibid., p.90)

As concepções realistas levavam "a atribuição de qualidades às substâncias químicas que, na verdade, elas não tinham" e Bachelard traz alguns exemplos onde posturas realistas ou do que chamou de um "realismo ingênuo" levaram a descrição de fenômenos a partir de qualidades atribuídas de acordo com uma impressão primeira destes fenômenos ou de características de substâncias, quando, uma investigação mais aprofundada levaria a um resultado mais próximo do real a partir de verificações e demonstrações. Para Bachelard:

> O físico vai mais longe em sua tarefa de esquematizar e de simplificar: tenta reduzir a experiência à comparação visual. Porque a visão é, de todos os sentidos, o mais seguro, o mais rápido, o mais preciso, o mais positivo. Os outros sentidos são mais subjetivos. Provar a objetividade de um fenômeno equivale afinal a visualizá-lo, equivale a mostrar ou a demonstrar. (BACHELARD, 2004, p. 61)

Essa maneira de provar a objetividade através da visão é uma característica da concepção realista que é frequente ao se interpretar um fenômeno. Se um experimento libera bolhas de gás, normalmente, a primeira impressão que causa ao observador é de que se trata de

uma reação química. Entretanto, algumas transformações físicas podem também proporcionar uma liberação intensa de gás na forma de bolhas[10].

Ao se observar um fenômeno dentro de uma experimentação ou as qualidades das substâncias ou do objeto e ao se aceitar a multiplicidade de suas qualidades, chega-se rapidamente ao que Bachelard considera noção de aparência. É o que pode levar à exclusão ou bloqueamento do ser pelos seus próprios atributos ou qualidades. Entretanto, o que poderia ser considerado um obstáculo à observação, constitui-se na oportunidade do observador entender o seu papel, pois:

> As leis da representação aparecem como os verdadeiros princípios de estabilidade das coisas, em detrimento de um substantivo que é mera ferramenta verbal. Isso equivale a afastar-se definitivamente da ontologia (ibid., p.57).

O sofisma ontológico fala sobre a busca do espírito somente por "verificações de ordem quantitativas, o que, segundo Bachelard, "acaba considerando real tudo que é quantificado". E continua:

> O real se despoja, mas se estabiliza. De tanto afastar qualidades de segunda ordem, crê-se estar diante das qualidades primordiais. Crê-se estar diante do sujeito porque se eliminam os atributos. Crê-se pensar afinal o substantivo, já que só se considera um substituto. Não haverá outra oportunidade de reduzir esse sofisma ontológico porque, toda vez que se reduzirem propriedades ao predicado fundamental, julgar-se-á tê-las referido ao ser e atingido o termo da explicação (ibid.).

A relação entre o observador e o objeto em uma experiência é analisada dentro desta epistemologia, não como um ato isolado onde o observador se mantém distante e isolado, pois:

> Nosso conhecimento do objeto físico não ultrapassa a experiência. Contar os componentes de um objeto não nos fornece nenhum esclarecimento sobre a composição. O mecanismo é uma teoria do senso comum; essa teoria é considerada na escala da experiência comum. É apenas uma doutrina de primeira aproximação e pode tornar-se perigosa quando se desce a uma ordem de grandeza bem menor que o mundo da experiência usual. A combinação intra-atômica apresenta em relação à combinação química comum uma verdadeira ruptura de escala. Pode haver ruptura de método e até de princípio. (ibid., p. 60)

---

[10] Um exemplo desse tipo de transformação física é a adição de sal de cozinha a água gaseificada. A interação das moléculas de água com os íons provenientes da dissociação do sal é energeticamente mais favorável do que as interações entre moléculas do dióxido de carbono (o gás presente na água gaseificada) e as mesmas moléculas de água. O resultado é uma efervescência que muitos estudantes caracterizam como reação química.

As rupturas tornam-se evidentes ao verificar a evolução dos modelos científicos para a explicação do universo sub-microscópico e do universo dos objetos de grandes proporções como os astros. A física newtoniana que era usada para explicar o universo conhecido, tornando-se um paradigma que impediu até a interação entre a ciência ocidental e a oriental, não foi suficiente para explicar a atração dos corpos celestes de dimensões muito elevadas e o comportamento das partículas subatômicas.

Encontro na abordagem de Bachelard aspectos fundamentais a serem considerados na experimentação enquanto atividade de reprodução de um fenômeno. É necessário que o professor seja capaz de conduzir à redução ou anulação de tal sofisma ontológico e assim atingir o caráter científico das explicações sobre o fenômeno em estudo. Para tal, o experimento deve constituir uma ponte que permite sair da generalização, a crença em se ter atingido a explicação exata e real e a verificações quantitativas; passando pelo conhecimento científico, conferindo qualidade e valor epistemológico, e chegando a estabelecer relações de dependência com situações, atributos específicos e características contextualizadas até mesmo de cunho social e político.

Emerge nesta (re)construção uma questão qualitativa importante quanto à segurança das conclusões atingidas ao se observar um fenômeno ou os atributos de um objeto dentro de uma experimentação. Primeiramente, é preciso ter como premissa que o recurso metodológico tem sua aplicação relacionada ao recorte que se deseja fazer do conteúdo a ser trabalhado. Logo, é necessário estabelecer este limite bem como os critérios experimentais, o que implica tomar cuidado também com as variáveis ou condições experimentais.

Reconheço uma aproximação com a TAS quando Bachelard faz alusão ao *conceito composto* proposto por James (1915), como sendo o "estado de consciência em que reconheço um objeto não é a repetição do estado de consciência em que conheci; é um estado de consciência novo" (JAMES, 1915, apud, BACHELARD, 2004, p.31). O conceito composto é análogo ao Princípio da Assimilação e também ao processo de dissociação do produto interacional, onde o conceito subsunçor e o novo conhecimento se modificam, excluindo a possibilidade de repetição de um destes uma vez proporcionada a interação entre ambos. Até mesmo a idéia de que a aprendizagem significativa só pode ser dimensionada quando o aprendiz aplica o conhecimento novo em situações inéditas em relação às do momento em que ocorreu a aprendizagem, pode ser associada ao que Bachelard diz sobre o conceito composto:

> Empregar o conceito é precisamente fazê-lo intervir numa experiência nova. Isso equivale a dizer que a conceptualização só pode prosseguir por composição. A própria análise só é possível por cooperação dos conceitos. Afinal, a conceptualização sempre nos aparece como essencialmente inacabada. (BACHELARD, 2004, p.31)

É curioso notar como o filósofo fala sobre a formação de conceitos. Revela suas concepções sobre conhecimento e como se aprende. É esse entrelace entre várias áreas do conhecimento é que pode ser o alicerce para a prática do professor. Entretanto, esses entrelaces não são comuns, como por exemplo, o que ocorre com a didática. Para Candau (2007):

> a forma de apresentar a didática traz como conseqüência um esfacelamento da relação teoria/prática. Ela é ensinada, dentro dos currículos, separadamente das disciplinas profissionalizantes quer seja nas licenciaturas em geral, quer seja nos cursos de Pedagogia (...) é apresentada como se fosse um conjunto de mecanismos assépticos e isolado de "como fazer" alguma coisa (grifo da autora). (...) Essa didática - hipertrofia de técnicas, esfacelamento da relação teoria/prática, redução dos fundamentos da prática educacional – a meu ver, tem muito pequeno papel na formação de um educador comprometido com um projeto pedagógico, tradutor e executor de um projeto histórico de desenvolvimento do povo (CANDAU, 2007, p. 31-32).

O termo hipertrofia deixa evidente na sua fala a mesma dicotomia já citada que isola a prática educacional dos fundamentos da mesma prática em pró da apologia do conhecimento específico das ciências. Isso me remete ao sentimento de estranheza, por diversas vezes recorrente, diante da fala de colegas educadores em química que dizem não saber de educação.

Além da didática, os aspectos filosóficos, políticos e epistemológicos da educação deixaram de ser considerados suportes em troca de uma centralização das técnicas do "como fazer", o que se acentuou no Brasil a partir da lei 5692/71 (LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação), segundo a autora (p. 30). Tais aspectos foram tratados isoladamente na formação, como afirma Candau, e continua assim na visão e na prática do professor das disciplinas de conhecimento específico que formam novos professores.

1.3 Pressupostos para a Experimentação em Sala de Aula (ESA)

"o conhecimento só nasce da prática com o mundo, enfrentando os seus desafios e resistências (...) o conhecimento só tem sentido pleno na sua relação com a realidade"(LUCKESI, 1984, p.49)

O tipo de experimentação característico da ESA e investigado nas aulas propostas por esta pesquisa é o que utiliza materiais alternativos aos de laboratório, que prioriza materiais de baixo custo e de fácil aquisição. Materiais de uso comum no cotidiano dos estudantes.

Considero ser pouco provável estabelecer um marco temporal para quando se começou usar experimentos com essas características no ensino de Química ou mesmo no ensino de Ciências. É provável que esse marco remetesse aos primórdios da própria escola, quando alguém tentou reproduzir um fenômeno para seu aprendiz. Assim, o marco que construí é um ilustrativo que consiste no levantamento dos experimentos publicados na seção EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA em edições da Revisa Química Nova na Escola (QNEsc). A QNesc é uma publicação da Divisão de Ensino da Sociedade Brasileira de Química, cuja edição número 1 foi publicada em maio de 1995, e a última, o volume 32, número 4, foi publicada em Novembro de 2010. Segundo o site da revista [11] a seção destina-se à:

> [d]ivulgação de experimentos que contribuam para o tratamento de conceitos químicos no Ensino Médio e Fundamental e que utilizem materiais de fácil aquisição, permitindo sua realização em qualquer das diversas condições das escolas brasileiras (SBQ, 2010).

Os experimentos publicados servem para ilustrar e facilitar o entendimento sobre qual o tipo de experimentação que considero característico da ESA. No total são 79 experimentos distribuídos em 38 publicações, sendo que somente 4 delas não apresentaram a referida seção. Algumas edições chegam a apresentar até 4 experimentos sob forma de artigos. Uma análise rápida dos materiais empregados revelou que apenas 7 experimentos (menos de 10% do total) requerem o emprego de soluções e reagentes específicos de laboratórios de química (em um destes também são necessários alguns equipamentos de laboratório). A maioria dos demais artigos, quando traz reagentes e equipamentos específicos de laboratório, também apresenta

[11]Todas as edições da revista estão disponíveis no endereço: http://qnesc.sbq.org.br/online/

substitutos a partir de produtos comerciais ou materiais de fácil aquisição. Portanto, o tipo de experimentação característico da ESA apresenta-se relevante e consolidado na revista QNEsc, uma das referencias para o ensino de química no Brasil. O mesmo tipo de experimentação é apresentado também no livro Química na Cabeça (MATEUS, 2001) que traz mais de 80 experimentos com mesmo tipo de material e aplicabilidade na sala de aula.

Admitindo o mesmo pressuposto de Silva e Zanon (2000) de que "ter aulas experimentais não assegura, por si só, a promoção de aprendizagens significativas; não assegura, por si só, o estabelecimento de relações entre teoria e prática", destaco a ESA, não como um fim em si mesma, mas, como um meio para a construção do conhecimento científico. As autoras destacam que atualmente existe a prevalência de uma "visão simplista" de que a experimentação contribui automaticamente para a melhoria das aulas de ciências e para a aquisição do conhecimento científico por parte dos estudantes. E apontam para a importância da experimentação como promotora de aprendizagens significativas de ciências e na contribuição "para a construção do conhecimento no nível teórico-conceitual e para a promoção das potencialidades humanas/sociais" (SILVA; ZANON, 2000). Na verdade, inserir a ESA, juntamente com os termos próprios da Química e outras singularidades, permite a apropriação do conceito referente à experimentação e suas bases epistemológicas, como o construtivismo e o sócio-interacionismo, conferindo-lhe significado e familiaridade.

Nesse sentido, a ESA é apenas uma entre as ferramentas possíveis dentro de um *pluralismo metodológico no ensino de ciências*, como defende Laburú e outros, de acordo com a epistemologia de Feyeberand. Em artigo, os autores questionam uma prática pedagógica baseada em um "único estilo didático, que só daria conta das necessidades de um tipo particular de aluno ou alunos e não de outros" (LABURÚ et al., 2003, p. 251).

Para iniciar a discussão sobre os pressupostos da ESA, busquei alguns elementos da história do ensino de ciências, dentro de uma concepção epistemológica que construo continuamente e que reconhece a contribuição da História das Ciências para o ensino. Inicialmente, o trabalho de GALIAZZI et al. (2001) traz informações sobre o como ocorreu o desenvolvimento desse tipo de atividade. A partir da década de 60, os autores destacam o desenvolvimento de projetos de ensino como o CHEMS (*Chemical Educational Material Study*) e o CBA (*Chemical Bond Aproach Project*), oriundo dos Estados Unidos, que foram desenvolvidos por causa do

> vertiginoso desenvolvimento da Ciência e da tecnologia contemporânea, que tornou imperioso que se cuidasse não só da atualização, mas até da reformulação de ensino da Química na escola secundária (CHEMS, 1976, p. VI, apud, GALIAZZI et al, 2001, p. 252).

Os dois projetos, junto com o IPS (*Introductory Phisical Science*) e o *Nuffield*, traduzidos e divulgados no Brasil, para os mesmo autores, possuem uma qualidade técnica inegável e foram responsáveis por "muitas das crenças dos professores sobre a importância das atividades experimentais" (GALIAZZI et al. 2001, p. 252). Para argumentar a afirmação anterior, associam alguns dos objetivos dos projetos citados aos dez motivos apontados por professores para realização de atividades experimentais na escola levantados em uma pesquisa feita por KERR (1963) e apontadas por Hodson (1998):

> 1.estimular a observação acurada e o registro cuidadoso dos dados;
> 2.promover métodos de pensamento científico simples e de senso comum;
> 3.desenvolver habilidades manipulativas;
> 4.treinar em resolução de problemas;
> 5.adaptar as exigências das escolas;
> 6.esclarecer a teoria e promover a sua compreensão;
> 7.verificar fatos e princípios estudados anteriormente;
> 8.vivenciar o processo de encontrar fatos por meio da investigação, chegando a seus princípios;
> 9.motivar e manter o interesse na matéria;
> 10.tornar os fenômenos mais reais por meio da experiência
> (HODSON, 1998c, p. 630, apud, GALIAZZI et al., 2001, p. 252-253).

Os autores destacam o interesse destes projetos em formar cientistas e fazem referência ao lançamento do satélite Sputnik pela Rússia como a causa para o desenvolvimento desses projetos:

> O tipo de ensino proposto tinha por objetivo formar cientistas. Para se tornar um cientista era preciso, entre outras coisas, aprender a observar e registrar dados, aprender a pensar de forma científica, desenvolver habilidades e técnicas no manuseio do instrumental do laboratório (ibid., p. 253).

Pesquisas mais recentes apontam os mesmos motivos da citada pesquisa de Hodson (1998), ou seja, o objetivo de formar cientistas, bem como os outros também citados, estão presentes na prática atual do educador em ciências. Para os mesmos autores, os princípios empiristas continuaram presentes quando houve a pretensão de que a história do ensino experimental fosse uma inovação "e que contribuem para a manutenção da crença irrefletida sobre a importância do ensino experimental" (ibid., p. 254).

A experimentação é realizada também como um elemento motivador dos estudantes, o que diante do que já foi exposto, parece ser um propósito que reduz o potencial deste recurso. Entretanto, a motivação pode ser o primeiro passo para:

> impulsionar a aprendizagem de conteúdos para níveis mais significativos e ser um meio crucial para promover a iniciação ao desenvolvimento epistemológico do inquirir científico e de instigar os estudantes em habilidades cognitivas, de atitudes e práticas (LABURÚ; BARROS, 2009).

Nesse caso, a experimentação é vista como desencadeadora de habilidades e competências[12] para uma educação em ciências, além de posicioná-la como "central" na própria ciência (MILLAR, 1987, apud, LABURÚ e BARROS, 2009, p.152). Vários trabalhos apontam as competências que podem ser desenvolvidas através da experimentação. Fernandes e Silva (2004), ao tratar sobre o Trabalho Experimental de Investigação, fazem referencias a autores como Tamir e Rovia (1992), Gil Pérez e Castro, (1996) e Hodson e Reid (1993), cujos trabalhos levantaram como competências procedimentais:

> executar técnicas práticas manipulativas; contextualizar/ formular problemas; predizer/ formular hipóteses; planear experiências; executar experiências; controlar experiências; recolher e apresentar dados; interpretar dados e tirar conclusões; discutir resultados obtidos; comunicar resultados; analisar limitações da atividade experimental; formular novas perguntas; e, utilizar diversas fontes de pesquisa. Para as competências atitudinais, cooperação com outros; reflexão crítica; reflexão sobre o erro; responsabilidade; autonomia; criatividade; espírito de iniciativa; perseverança; auto-confiança; auto-motivação; e, gestão do tempo (FERNANDES; SILVA, 2004, p. 50).

Oliveira (2001) tece uma crítica a abordagem que desloca o eixo pedagógico verbal para o experimental e que acredita, assim, "resolver os problemas do ensino de ciências", por outro lado, destaca que:

> A essas manifestações por um ensino mais experimental somam-se importantes contribuições das teorias de aprendizagem, corroborando a concepção de que a experimentação está na origem do próprio processo de elaboração de conhecimento científico. (AXT e GUIMARÃES, 1985: 39, apud, OLIVEIRA, 2001, p. 120).

Pistas sobre algumas mudanças no ensino experimental podem ser obtidas na análise que Santos e Schnetzler fazem sobre o movimento de ensino CTS (Ciência, Tecnologia e

[12] Compreendo o conceito de competência como "a capacidade de um sujeito mobilizar o todo ou parte de seus recursos cognitivos e afetivos para enfrentar uma família de situações complexas", principalmente, situações problematizadoras inéditas (PERRENOUND, 2001, p. 21).

Sociedade). Trata-se de um movimento do início da década de setenta que tem sua origem explicada "pelas conseqüências decorrentes do impacto da ciência e da tecnologia na sociedade moderna" e tem relação com a "mudança de visão sobre a natureza e do seu papel na sociedade" (SANTOS; SCHNETZLER, 2003, p. 17). Dentro desta perspectiva, o trabalho experimental tende a apresentar mudanças quanto a sua importância e abordagem à medida que se mudam as concepções sobre o próprio ensino de ciências. Este ensino apresenta:

> um caráter interdisciplinar, manifestando a preocupação central com os aspectos sociais relativos às aplicações da ciência e tecnologia, o que se vincula diretamente à formação da cidadania (ibid., p. 17)

A ESA é, antes de tudo, uma atividade experimental, por isso, é importante abordar algumas concepções que a literatura traz sobre esse tipo de atividade. Alguns trabalhos consideram a expressão "atividade de demonstração" ou "atividade experimental de demonstração" para referir-se às:

> atividades experimentais que possibilitem apresentar fenômenos e conceitos de Física, cuja explicação se fundamente na utilização de modelos físicos e priorize a abordagem qualitativa. (GASPAR & MONTEIRO, 2005, p. 228)

Os autores, ao citar Ferreira (1978), trazem a denominação "experiências de cátedra" para as atividades de demonstração em sala de aula, cujos principais objetivos são:

> - Ilustrar e ajudar a compreensão das matérias desenvolvidas nos cursos teóricos;
> - Tornar o conteúdo interessante e agradável;
> - Desenvolver a capacidade de observação e reflexão dos alunos. (FERREIRA, 1978, apud, GASPAR & MONTEIRO, p. 229).

E em seguida, trazem o destaque do mesmo Ferreira sobre a apresentação de experiências de demonstração em sala de aula que:

> negligencia as interações entre os estudantes e entre eles e o instrumental. São aulas expositivas nas quais o experimento realizado pelo professor equivale a um recurso audiovisual (ibid.).

Para este trabalho a experimentação consiste, na maioria dos casos, em uma atividade de demonstração que apresenta preferencialmente a reprodução de fenômenos do cotidiano e utiliza modelos e conceitos da ciência química visando a compreensão do fenômeno, bem como, a aprendizagem significativa dos conceitos envolvidos. Entretanto, também são possíveis experimentações que propiciem a participação dos estudantes. Mais do que uma aula expositiva,

as características da experimentação que serão aqui destacadas direcionam sua utilização a interatividade entre o professor e os estudantes e entre estes, transpondo a idéia de um mero recurso audiovisual para um recurso dialógico, problematizador, contextualizador, interdiscipinar e que apresenta características que se relacionam com os conceitos da aprendizagem significativa de Ausubel.

Uma das características da experimentação em sala de aula é o seu potencial enquanto desencadeadora de problematizações:

> A experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação (GUIMARÃES, 2009, p. 198).

Ao sair de modelos de experimentos reprodutores de um fenômeno isolado pela utilização de materiais específicos (substâncias, reagentes, aparelhagens, equipamentos), resultados esperados e observações descontextualizadas, para experimentos que reproduzem um fenômeno real e comum ao contexto histórico-social onde o estudante está inserido e que utilizam materiais comuns ao seu dia-a-dia, a gama de problemas que podem ser abordados aumenta consideravelmente, assim como, a eficiência da estratégia que Guimarães (2009) se refere.

O ensino por soluções de problemas, segundo Candau, foi muito utilizado "como uma metodologia para desenvolver criatividade", mas que, em busca de um ensino por objetivos, passou a ser:

> um mero jogo intelectual que, embora tenham o poder de desenvolver algumas atitudes de habilidades de pensamento, correm dentro de um mundo que nada tem a ver com o mundo cotidiano (CANDAU, 2007, p.68).

Ao reproduzir um fenômeno do cotidiano do estudante, o professor pode estabelecer relações desse fenômeno com problemas de cunho social, ambiental, econômico e político. Dessa forma, pode ocorrer uma "incomodidade" fundamental, segundo a autora, que poderá levar a inserção do estudante na realidade numa perspectiva que este veja o "problema como insuportável" e a solução imprescindível. Para tal, o estudante aprende a usar os "conhecimentos disponíveis para arrancar sempre mais informações do real, até torná-lo compreensível" (ibid.).

A autora traz um esquema (FIG. 4) de como a mente se movimenta entre "um plano teórico para um empírico numa continuada movimentação do pensamento". Este esquema se distancia de uma concepção empirista-indutivista (apesar de admitir a indução e a dedução como caminhos entre os referenciais) ao dar destaque ao referencial teórico e ao referencial empírico,

além da abertura a um conhecimento inacabado e provisório capaz de permitir a percepção de novas implicações, novos desencadeamentos. Candau vai ao cerne do problema da aplicação de um ensino problematizador (ou por meio de solução de problemas, como prefere a autora) ao colocar a preparação do professor como uma das maiores dificuldades para este tipo de ensino. São atribuídas a esta preparação as ideologias e concepções que alicerçam o trabalho do professor e, ainda, a dificuldades técnicas.

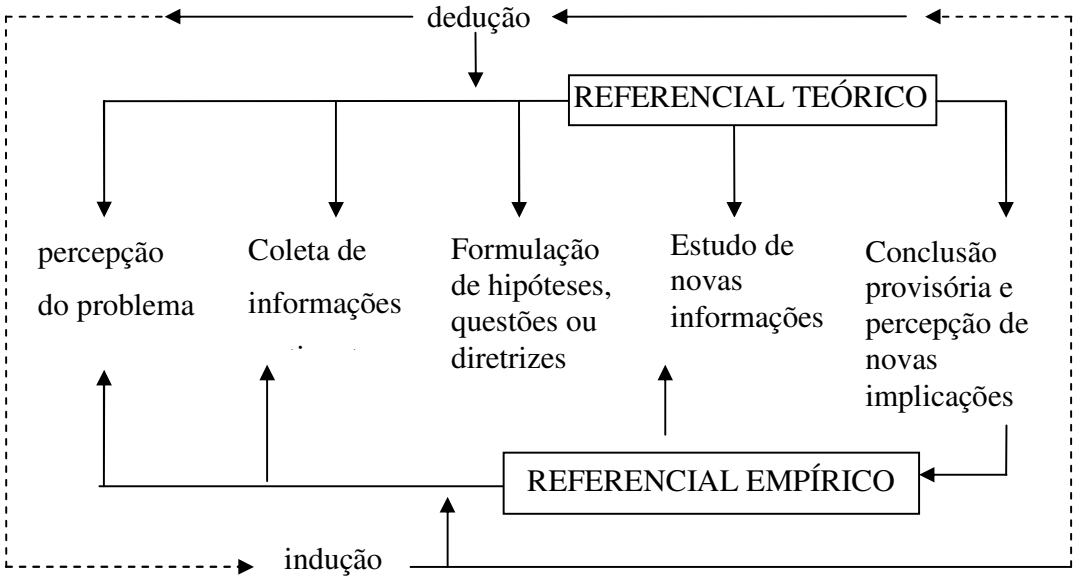


FIGURA 4 – Esquema do processo de solução de problemas (CANDAU, 2007, p. 69)

Para o curso de Licenciatura em Química da UNB,

> a experimentação no ensino fundamenta-se em três eixos orientadores: não-dissociação entre o ensinar e o aprender; papel da experimentação no ensino de Química e Ciências; e experimentação como um instrumento de avaliação dos aspectos sociais, ambientais, políticos e éticos do "fazer" químico (GAUCHE e outros, 2008, p. 27).

O primeiro eixo já foi abordado na seção anterior quando tratei da dicotomia entre as "disciplinas de conhecimento específico e as disciplinas pedagógicas" (SCHNETZLER, 2000, p. 17). Segundo os autores, o segundo eixo procura evitar que os objetivos da experimentação sejam "típicos do Ensino Superior", tais como:

> ensinar técnicas específicas da atividade do químico (destilação, titulação, pipetagem, filtração etc.); dar nomes a equipamentos e vidrarias; ensinar o método científico; demonstrar como, na prática, a teoria funciona etc. (ibid.).

Em outros termos, a experimentação está sendo aqui proposta como um instrumento direcionado para uma formação que possibilite uma compreensão dos fenômenos a partir da "relação teoria-prática", articulada "entre três dimensões ou níveis de conhecimento nunca dissociados entre si: a) o fenomenológico ou empírico; b) o teórico ou de "modelos" (grifo dos autores); e c) o representacional ou da linguagem" (ibid., p. 28).

Os aspectos que são avaliados pela experimentação no terceiro eixo são: "aspectos sociais, ambientais, políticos e éticos do 'fazer'(grifo dos autores) químico" (ibid.). São aspectos importantes para a formação do licenciado, como também para um bacharel ou um técnico em química, entretanto, sob meu ponto de vista, a experimentação como um instrumento de avaliação requer o destaque do aspecto didático, destacando sua importância para se obter um retorno dos processos de ensino e de aprendizagem, permitindo ao professor corrigir eventuais falhas e consolidar ou aperfeiçoar as ações que resultaram em aprendizagem.

O artigo de Giordan (1999) sobre "O papel da experimentação no ensino de ciências" traz a concepção de Bachelard sobre os obstáculos ao sujeito (ou ao *espírito*, como prefere o filósofo) frente ao conhecimento científico. O primeiro obstáculo surge diante da concepção do sujeito sobre o erro na experimentação que pode levar a anulação ou "processo de freagem" do sensível e ao impulso do "cientista à precisão discursiva e social, subsidiando o desenvolvimento de técnicas e teorias" (BACHELARD, 1996, apud, GIORDAN, 1999, p.46), o que para Bachelard consistiu no principal papel do erro no progresso da ciência.

> Uma experiência imune a falhas mimetiza a adesão do pensamento do sujeito sensibilizado ao que supõe ser a causa explicativa do fenômeno, em lugar de promover uma reflexão racionalizada (GIORDAN, 1999, p. 46).

Para Giordan, o comprometimento com a própria aprendizagem é mantida quando o estudante percebe a possibilidade de erro e de acerto na experimentação, pois "ele a reconhece como estratégia para resolução de uma problemática da qual ele toma parte diretamente, formulando-a inclusive". O autor considera estar em questão neste ponto uma dimensão psicológica da experimentação, pois, "o erro em um experimento planta o inesperado em vista de uma trama explicativa arraigada no bem-estar assentado na previsibilidade, abrindo oportunidades para o desequilíbrio afetivo frente ao novo" (ibid.).

Nos processos de ensino e de aprendizagem é preciso considerar as características das pessoas que participam destes e como se deram estes processos. Nesse sentido, a experimentação deixa evidente elementos que compõem a prática e idiossincrasias do professor. É o que é identificado por Sacristán (1999) ao destacar a necessidade de "reconhecer o valor das ações e o papel dos sujeitos", sem negar o papel das estruturas e a intencionalidade do sujeito ou agente que desenvolve ações educativas. O mesmo autor destaca a indissociabilidade entre a "qualidade em educação" e a "qualidade humana dos docentes", o que está intrinsecamente ligado à sua formação na graduação (SACRISTAN, 1999, p. 32, apud, VASCONCELLOS et al. 2006, p. 449).

Provavelmente, a transformação da realidade através da qualidade na formação de cidadãos seja o desafio emergente e urgente da prática educacional atual. Isso implica uma mudança na visão que o docente acadêmico tem sobre o estudante. É preciso vê-lo como um sujeito em formação, que possui uma identidade própria que o difere dos demais, mas, que juntos constituem a diversidade sempre presente em uma sala de aula. Igualmente necessário, é conceber esse estudante como o elemento central do processo de aprendizagem e, portanto, o docente deve planejar suas ações e mobilizar recursos a partir do conhecimento que é possível diagnosticar a partir da sua complexa estrutura cognitiva.

1.4 – Funções da ESA de Aula – as categorias da pesquisa

As relações entre os princípios relativos à programação eficiente do conteúdo propostos por Ausubel (1978) e as características da ESA, juntamente com a reflexão sobre a formação de professores, permitiram a identificação de três funções desse tipo de experimentação para uma aprendizagem significativa: Função Diagnóstica, Função Facilitadora da Assimilação e Função Consolidadora.

1.4.1 - Função Diagnóstica

Essa função consiste em levantar o conhecimento prévio dos estudantes, a variável mais importante para a TAS. Quando o professor intenciona conhecer o que o estudante já sabe, usualmente, executa o experimento no início da aula, antes de abordar o conteúdo específico. A partir da observação do fenômeno, o professor pode estimular a memória do estudante com questões que levam à interpretação, a partir da construção de hipóteses fundamentadas em conceitos subsunçores.

O tipo de material utilizado pode ser intencionalmente selecionado para facilitar uma relação com o cotidiano do estudante, o que pode ser potencialmente significativo, facilitando a relação de forma não arbitrária com as informações que já possui sobre os materiais e suas propriedades. Para a função diagnóstica, o tipo de material pode facilitar o reconhecimento dessas informações ou conhecimentos pré-existentes.

1.4.2 - Função Facilitadora da Assimilação

O experimento pode ser executado concomitantemente à abordagem do conteúdo. Por exemplo, quando o experimento é executado visando destacar características gerais do fenômeno associáveis a conceitos gerais e, a partir dessas características, buscar conceitos mais específicos que explicam o fenômeno. Dessa forma, o princípio da diferenciação progressiva pode ser contemplado. Este princípio está ligado ao próprio caminho que normalmente é traçado ao se observar um fenômeno. As características mais gerais são inicialmente percebidas pelos sentidos (alterações de cor, temperatura, desprendimento de gases, etc.) e a partir dessas primeiras informações, a sequência pode ser planejada para levar a questionamentos cada vez mais específicos, que exijam a abstração, como o emprego de modelos explicativos.

Entretanto, o principio que me parece mais facilmente aplicável à experimentação é a reconciliação integrativa. O experimento pode ser usado para explorar relações entre idéias, apontar similaridades e diferenças significativas (principalmente por permitir a comparação entre o estado final e o estado inicial de uma transformação), reconciliando discrepâncias reais ou aparentes. O estudante pode estabelecer relações, diferenciações, similaridades, e ainda,

estabelecer novas hipóteses oriundas do desenvolvimento conceitual a partir de sua estrutura cognitiva. A interpretação de um fenômeno pode ser feita através das relações de idéias e de comparações entre o estado inicial e o final de uma transformação ou, entre sistemas semelhantes ou ainda, entre variáveis que influenciam a transformação. Estas são características da reconciliação integrativa conforme foi visto na abordagem sobre a TAS.

Dessa maneira, a reconciliação integrativa e a diferenciação progressiva podem ser favorecidas e a experimentação assume a função de Facilitadora da Assimilação do novo conhecimento.

Tendo como objetivo essa função, o professor pode usar a experimentação como um recurso que avalia o processo de ensino durante o próprio processo. Através das hipóteses e das relações estabelecidas pelo estudante diante do fenômeno é possível obter um retorno imediato sobre como estão se desenvolvendo os processos de ensino e de aprendizagem. Permite, portanto, ajustes durante o processo visando a consolidação dos conceitos abordados.

Na função de Facilitadora da Assimilação, o conhecimento teórico é abordado de maneira a proporcionar um desenvolvimento de conceitos a partir do resultado das interações entre as observações do fenômeno e a estrutura cognitiva do estudante. Este pode confrontar as suas próprias representações e hipóteses sobre o fenômeno com explicações e modelo teóricos. Promovendo meios para a explicitação dos resultados dessa confrontação, o professor pode ter uma avaliação de sua ação ou desempenho, bem como de todos os recursos e estratégias utilizadas no processo de ensino. Ao mesmo tempo, pode ser realizada uma análise de como ocorreu o processo de aprendizagem, principalmente, dos fatores que favorecem ou dificultam os resultados esperados.

1.4.3 - Função Consolidadora

Depois de abordado o conteúdo, o experimento pode ser usado pelo professor para obter uma idéia sobre a clareza, estabilidade e organização do novo conhecimento, constituindo assim, um alicerce para um conhecimento posterior. Ou seja, obter uma idéia sobre a consolidação do conhecimento.

A ESA pode ser executada com a função Consolidadora do novo conhecimento também para permitir ao professor realizar uma avaliação global sobre o processo de ensino e de aprendizagem. Desse modo, é possível levantar dados que permitirão realizar ajustes e obter informações para novos planejamentos.

Em geral, é possível obter tal avaliação global colocando o estudante diante de um fenômeno novo, ainda não estudado ou comentado, constituindo uma situação nova. A explicação desse fenômeno à luz da teoria abordada, ou dos conceitos abordados, consiste em um instrumento poderoso para o professor avaliar se houve ou não uma aprendizagem significativa, na medida em que o estudante revela o domínio desses conhecimentos assimilados. O fenômeno deve ser inédito, pois, essa é uma condição *sine qua non* para avaliar se a aprendizagem foi significativa.

Colocar o estudante diante de uma nova situação ou de um novo problema é a base do conceito de competência de Perrenound (2000) quando se refere a mobilização de recursos em uma situação prática nova. Se o problema proposto já é de conhecimento do estudante, a atuação do professor não está na zona de desenvolvimento proximal proposta por Vigotsky (2007), pois, para tal, deveria atuar entre o nível de desenvolvimento real, que já faz parte da estrutura cognitiva do estudante, e o nível de desenvolvimento potencial. Essas concepções sobre a aprendizagem distanciam-se da aprendizagem mecânica e implicam na necessidade de se avaliar o que pode ser elaborado pelo estudante a partir do que existe na sua estrutura cognitiva.

As três funções propostas, na verdade, são formas de avaliação do processo de ensino e de aprendizagem que diferem quanto aos objetivos e o momento propício para sua aplicação. A concepção de avaliação que subsidia essa assertiva é de que esta é indissociável do processo, como define Hoffmann (2008), a "avaliação é essencial à educação. Inerente e indissociável enquanto concebida como problematização, questionamento, reflexão sobre a ação" (HOFFMANN, 2008, p. 15).

Avaliar através das três funções significa que:

> a avaliação deixa de ser um momento terminal do processo educativo (como hoje é concebida) para se transformar na busca incessante de compreensão das dificuldades do educando e na dinamização de novas oportunidades de conhecimento (ibid., p.19).

Provavelmente, sob uma concepção de que avaliar significa classificação, caberia uma quarta função (possivelmente uma função chamada avaliativa) que atribuiria ao experimento o papel de compor a nota que vai representar o desempenho do estudante. Porém, essa função não seria coerente com a própria TAS, pois, estaria mais adequada a aprendizagem por memorização, por tudo que já foi exposto até aqui.

CAPÍTULO 2 - METODOLOGIA

Tendo em vista a totalidade da pesquisa, esta consiste em uma investigação qualitativa de cunho exploratório que exige o envolvimento ativo do pesquisador. O método qualitativo está caracterizado considerando que a pesquisa pretende levantar as características que os sujeitos de pesquisa atribuem à experimentação em sala de aula. Tais características são frutos de suas percepções, visões e significados dentro do contexto da aula e que são responsáveis pela maneira como compreendem e direcionam as suas ações. A pesquisa parte da compreensão do olhar dos seus sujeitos (professores formadores) sobre a experiência. O uso de entrevista na produção dos dados reflete esta interação interpretativa, fruto da reflexão e da experiência, uma vez que busca uma descrição de particularidades oriundas da construção de cada sujeito. Consequentemente foi possível encontrar uma diversidade de realidades, já que cada docente construiu significados pela mediação da linguagem.

Enquanto pesquisador fui responsável pela seleção dos fatos durante a observação, o que me torna o próprio instrumento de pesquisa. A minha posição de pesquisador é levantar as características, descrevê-las e analisá-las, e em seguida, categorizá-las. Já nestas está implícita a crítica pessoal que é construída por aspectos ontológicos e epistemológicos do ser-pesquisador, posicionando-me inserido na realidade pesquisada. Meus valores e concepções influenciaram tal seleção e contribuíram para os possíveis pontos fortes e fracos da pesquisa.

Tal inserção é ainda mais evidente ao considerar que também sou professor formador no mesmo curso da UNEB investigado. Mais que um contato esporádico do investigador com o contexto de investigação, é fato que faço parte do contexto, constituindo a potencialidade de uma visão abrangente e integrativa do ambiente investigado.

A pesquisa consiste em uma intervenção na práxis do professor formador, envolvendo pesquisador e participante na busca do levantamento de dados que permitam a análise da experimentação na situação didática. Isto também denota a não neutralidade do eu-pesquisador, bem como, meu compromisso com concepções sobre o processo de ensino e de aprendizagem e sobre o processo de formação de professores.

Pelo exposto, trata-se de uma metodologia qualitativa de pesquisa que é influenciada pelo paradigma construcionista. Este paradigma pode ser compreendido como sendo:

> a visão de que todo o conhecimento e, portanto, toda a realidade significativa, como tal, está subordinada a práticas humanas, a ser construída dentro e fora da interação entre os seres humanos e seu mundo, e desenvolvida e transmitida dentro de um contexto essencialmente social [tradução nossa] (CROTTY, 1998, p. 42).

Considero que há um viés construcionista muito forte pela opção em levantar características da experimentação construídas pelo professor formador de licenciados em química no espaço de interação que é a sala de aula. Assim, é possível que alguns significados sejam construídos socialmente a partir da relação docente-discente e pelos aspectos sócio-históricos que influenciam a ação e reflexão do professor. E encontro coerência com a abordagem do mesmo autor sobre o construcionismo:

> Não há nenhuma verdade objetiva nos esperando para descobri-la. Verdade, ou seja, passa a existir dentro e fora do nosso compromisso com as realidades do nosso mundo. Não há sentido sem uma mente. O significado não é descoberto, mas construído. Nesta compreensão do conhecimento, é evidente que pessoas diferentes podem construir significado de diferentes maneiras, até mesmo em relação ao mesmo fenômeno. Não é isso precisamente o que encontramos quando passamos de uma época para outra ou de uma cultura para outra? Nesta visão das coisas, sujeito e objeto surgem como parceiros na geração de sentido (ibid. p.8-9).

Sem excluir as críticas feitas a esse tipo de pesquisa, principalmente por romper com a estrutura rígida e consolidada da pesquisa tradicional positivista, objetivei utilizar a natureza argumentativa da pesquisa qualitativa como percussora da interpretação da realidade observada. Mantive sempre ativa a consciência da necessidade do estabelecimento de relações comunicativas com as pessoas investigadas como uma busca de aceitação de um "intruso" nas relações existentes em cada aula. A aceitação da pesquisa foi facilitada pelo fato do pesquisador fazer parte do grupo de docentes investigado. Quanto aos discentes, o foco da investigação centralizada na ação docente contribuiu como um elemento atenuador da inserção do investigador na realidade da sala de aula.

2.1 Coleta de Dados

O levantamento de dados para responder a questão central dessa pesquisa começou pela seleção do universo a ser pesquisado, o curso de licenciatura em química da Universidade do

Estado da Bahia (UNEB) e das pessoas participantes da pesquisa, os docentes das disciplinas de cunho teórico do curso. O resultado desta seleção é primeira fonte de dados.

Após um planejamento que foi realizado a quatro mãos, por mim, pesquisador, e por cada docente participante da pesquisa, dentro do programa de sua disciplina e de um determinado conteúdo previamente programado, foi feita a observação de aulas envolvendo a ESA que foram registradas em vídeo. Este registro consiste na segunda fonte de produção de dados. A influencia do pesquisador na etapa do planejamento foi limitada à sugestão (ou construção) do experimento adequado ao conteúdo abordado pelo docente pesquisado, caso este não possuísse um experimento pertinente. Não fiz referências à teoria da aprendizagem significativa durante o planejamento ou nas próximas etapas. Também tomei o cuidado de não fazer sugestões sobre em qual momento da aula o experimento deveria ser executado e, principalmente, sobre a finalidade do experimento dentro da aula.

Analisei o vídeo dessa aula com experimentação destacando as partes onde havia alguma referência sobre o experimento executado, com vistas às categorias construídas a partir do referencial teórico. Esta análise, origem da terceira fonte de dados, deu alicerces a um questionário semi-estruturado que subsidiou a Entrevista Estimulada (*Stimulated Recall*[13]) (CROTTY, 1998).

A Entrevista Estimulada consiste em estimular às pessoas a recordarem a sua ação durante um evento gravado em sequência de vídeo. Através desse procedimento é possível investigar os processos cognitivos que ocorreram durante o evento e estimular a reflexão sobre a própria ação gravada.

Essa técnica de levantamento de dados é uma ferramenta usada com frequência em ambientes interativos como a sala de aula podendo resultar em contribuições importantes para a formação de professores. Lyle (2003) destaca os pontos fortes e fracos dessa técnica de investigação, respectivamente: reordenamento para ativação de memórias mais profundas, vícios de controle e afirmação teórica a priori ou potencial de viés nas respostas. Seu estudo reafirma o consenso da literatura que o procedimento tem uma série de limitações em potencial, mas que é um mecanismo valioso para a investigação Naturalista sobre a tomada de decisão e os processos cognitivos, sem recorrer à simulação. Destaca ainda que o valor dessa ferramenta é maior quando

[13] Uma tradução possível para a expressão *Stimulated Recall* é *"lembrança estimulada"*, entretanto, admitindo a junção da entrevista com o estímulo a lembrança através do vídeo, considerei a expressão "Entrevista Estimulada" mais apropriada à técnica de coleta de dados dessa pesquisa.

há "a imediatez da recordação, a consonância entre as perguntas e organização cognitiva e meios indiretos de introspecção em complexos contextos interativos, como a sala de aula" (LYLE, 2003)[tradução nossa].

Nesse sentido, em um segundo momento com o docente, apliquei a técnica de Entrevista Estimulada pela qual, através da visualização de trechos do vídeo selecionados, o docente respondeu ao questionário semi-estruturado, sendo esta a quarta fonte produtora de dados. A entrevista visou coletar as intenções, reflexões e ações dos professores durante a aplicação da experimentação analisando sua fala e a própria utilização do experimento dentro da estrutura da aula. Após a análise das sequências gravadas, apresentei as questões da entrevista ao docente a fim de coletar elementos que pudessem ser associados à pesquisa. Outras questões surgiram a partir das respostas e ajudaram na complementação da coleta de dados.

2.2 Caracterização do Universo e dos Sujeitos da Pesquisa

O curso de Licenciatura em Química da UNEB foi implantado no início de 1998. O seu currículo foi reformulado em 2004 (VARJÃO, 2008) e, segundo o site da instituição:

> [f]orma profissional com sólidos conhecimentos em Química, capacitado para uma ação pedagógica em sala de aula, que possibilite ao aluno compreender a linguagem das ciências, desenvolver o raciocínio lógico dedutivo e utilizar-se deste em situações do cotidiano e em outros campos do conhecimento (UNEB, 2010).

A seleção dos docentes foi feita observando como critério o caráter teórico da disciplina que ministram. Em outras palavras, parti do pressuposto que estas disciplinas caracterizariam melhor a relação teoria de aprendizagem e prática pedagógica por terem como objetivo a aprendizagem de conceitos específicos da ciência. Enquanto que as disciplinas da dimensão de prática de ensino[14] estão direcionadas à abordagem dessa prática.

[14] As disciplinas tidas como prática de ensino ou estágio supervisionado (segundo o fluxograma do ANEXO A) perfazem um total de 11 disciplinas e não foram objeto de investigação. Destas, duas disciplinas são ministradas por dois docentes participantes da pesquisa e, quatro disciplinas são ministradas por mim.

Analisando a grade curricular representado no fluxograma do curso (ANEXO A) e as ementas das disciplinas, foram selecionadas as disciplinas teóricas relacionadas com o conhecimento da ciência Química: Química Geral I, Química Geral II, Panoramas da Ciência, Físico-Química I, Físico-Química II, Físico-Química III, Química Inorgânica I, Química Inorgânica II, Química Orgânica I, Química Orgânica II, Química Orgânica III, Química Analítica I, Química Analítica II, Química Analítica III, Química e Meio Ambiente e Bioquímica. Para essas 16 disciplinas são 12 docentes, já que 4 docentes ministram mais de uma disciplina. Assim, dando prioridade às disciplinas que tratam do conhecimento químico mais específico, dentro de sua respectiva sub-área, foram selecionados 5 docentes para representar o universo a ser pesquisado o que garantiu uma amostra superior a 30 por cento dos docentes.

Todos os participantes da pesquisa assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, cujo modelo encontra-se no APENDICE A.

Atribuí ao professor formador o papel de levantar as características da experimentação em sala de aula. Fiz essa escolha com respaldo na riqueza de possibilidades resultante da interação dos participantes da pesquisa (professores formadores) com o objeto de investigação (experimentação em sala de aula). A opção por esta estratégia está fundamentada na perspectiva teórica do ensino prático reflexivo (ação-reflexão-ação) (SCHÖN, 2000).

Para Schon:

> Quando um profissional vê uma situação nova como um elemento de seu repertório, ele tem uma maneira nova de ver e uma nova possibilidade de agir, mas a adequação e a utilidade dessa nova visão ainda deverá ser descoberta na ação. A reflexão-na-ação envolve necessariamente, experimento (SCHÖN, 2000, p. 63).

O termo "experimento" tem uma conotação relacionada a qualquer ação intencional que o profissional (o professor, no caso desta pesquisa) executa dentro de sua práxis. O que não consiste em uma distinção da experimentação em sala de aula, pelo contrário, é um exemplo muito apropriado de uma ação intencional do professor.

O desenvolvimento de uma prática reflexiva origina-se a partir de três ideias centrais: o conhecimento na ação, a reflexão na ação e a reflexão sobre a reflexão na ação. A partir de tais idéias Schon traz os conceitos de *design* e *performance*. O *design* para o autor é a ação do profissional que vai além do conhecimento profissional. Envolve "perspicácia", "talento", "intuição" ou "talento artístico". A *performance* é a ação que se pode instruir aos estudantes, é o "como se faz" (ibid., p. 22).

O professor, através da reflexão-na-ação, deve ser capaz de passar livremente do design para a descrição do design e para a reflexão sobre a descrição e para o design.

Schon chama de *"*ensino prático reflexivo – um ensino prático voltado para ajudar os estudantes a adquirirem os tipos de talento artístico essenciais para a competência em zonas indeterminadas da prática*"* (ibid., p. 25). O talento artístico profissional, por sua vez, consiste nos tipos de competência que os profissionais demonstram em certas situações da prática que são únicas, incertas e conflituosas (ibid., p. 29).

Não estou admitindo aqui que o ensino praticado na formação de professores do curso em questão pode ser caracterizado como um ensino prático reflexivo. Mas, parto do pressuposto de que há um design na prática de cada professor que é fruto de sucessivas ações intercaladas com reflexões capazes de determinar a ação subsequente. As reflexões podem ser fruto de vários estímulos, entre estes, resultados esperados ou inesperados, conflitos, desafios, identificação com outras experiências. Ainda que sua prática esteja fundamentada na racionalidade técnica, o design da sua *performance* é fruto de reflexões em ações.

Com base nessa evidente *reflexão na ação* e no *talento artístico profissional* atribuí aos profissionais que formam professores a identificação das características da experimentação em sala de aula. A reflexão sobre a ação de aplicar tal experimentação na sua aula foi estimulada pela técnica de coleta de dados da Entrevista Estimulada.

Mesmo concordando que há uma diferença entre o contexto da prática e o da pesquisa, destacada por Schon (2000), a reflexão do professor é o ponto forte da investigação, pois, é a origem da etapa de categorização das características levantadas da ESA na teoria da Aprendizagem Significativa.

Propositalmente, não apresentei a etapa de categorização com a TAS para os professores pesquisados para que não houvesse uma tentativa de enviezamento da reflexão para situá-la ou aproximá-la da teoria.

A observação (filmagem) subsidiou a entrevista, o que pôde permitir uma triangulação dos dados durante a sua análise e assim checar alguma divergência nas informações. Ainda que o professor atribua um viés às suas respostas, é possível relacionar essa ação como fruto da reflexão sobre a sua ação visualizada na gravação de vídeo.

Como um dos objetivos engloba levantar as características da experimentação, quanto maior a reflexão, maior será a tendência de validação de tais características. Assim, a questão de

realizar a entrevista com espaço de tempo curto em relação à filmagem, ou seja, a imediatez da recordação apontada por Lyle (2003) foi minimizada.

CAPÍTULO 3 - OS DADOS

Os dados foram levantados em quatro momentos distintos. O primeiro foi a seleção das disciplinas, seus respectivos docentes e programas. O segundo momento foi o planejamento da aula com cada docente. A aula onde foi aplicada a ESA, gravada em vídeo, constituiu o terceiro momento. As ações do docente nessa aula, bem como, as participações dos estudantes que implicaram em reflexões do docente, foram transcritas e serviram de base para o questionário semi-estruturado aplicado na entrevista. A entrevista com o docente constitui o quarto momento da coleta de dados, que também foi gravada em vídeo.

Os docentes participantes da pesquisa são identificados como D1, D2, D3, D4 e D5, de acordo com a ordem de entrevista. Busquei evitar a filmagem dos estudantes, mantendo o foco nos docentes. Entretanto, quando a fala de algum estudante foi registrada, este foi identificado pela letra maiúscula E seguida do número cardinal que indica a ordem em que o estudante participa da aula (E1, E2, e assim, sucessivamente). Nos momentos em que não foi possível identificar o estudante, ou quando mais de um estudante respondia ao mesmo tempo alguma questão proposta pelo docente, a identificação foi feita usando a mesma letra E seguida do ponto de interrogação (E?).

Vários fatores relativos à disponibilidade do docente e do pesquisador, além da programação de cada disciplina, influenciaram nos intervalos de tempo entre uma etapa e outra. A TAB.1 mostra o intervalo de tempo entre a aula com ESA e a entrevista para cada docente.

No caso da entrevista com D1, apesar do espaçamento de tempo relativamente longo entre a gravação da aula e a entrevista, o docente mostrou-se muito consciente sobre o que ocorreu na aula, chegando a lembrar de um exemplo que usou para esclarecer como as pessoas em São Paulo se referem à chuva ácida. A reflexão sobre a ação ficou evidente, não só nas respostas que dava, mas também na observação de atitudes recorrentes no vídeo e nas relações que fez com sua ação em outras disciplinas que ministra.

DOCENTE	DATA AULA COM ESA	DATA ENTREVISTA	INTERVALO DE TEMPO
D1	19/02/2010	04/11/2010	8 meses e 16 dias
D2	14/10/2010	08/12/2010	1 mês e 24 dias
D3	03/11/2010	20/01/2011	2 meses e 17 dias
D4	09/12/2010	21/12/2010	12 dias
D5	30/11/2010	11/01/2011	1 mês e 12 dias

TABELA 1 – Intervalo de tempo entre a aula com ESA e a entrevista.

Não foi possível perceber diferenças acentuadas entre a capacidade de lembrar o que ocorreu na aula entre os entrevistados, nem mesmo, entre o D1 e o D4 (respectivamente, o maior e o menor intervalo de tempo entre a aula e a entrevista). As lembranças sobre a aula gravada, na qual o experimento foi aplicado, foram estimuladas pela apresentação dos trechos de vídeo, conforme a técnica da Entrevista Estimulada (CROTTY, 1998). O estímulo proporcionado pela apresentação desses trechos gravados no momento da entrevista mostrou-se eficiente nas reações e nas respostas dos docentes entrevistados.

Na análise do vídeo da aula busquei identificar os trechos nos quais os docentes faziam referências a alguma característica específica do experimento ou quando, a partir de tal característica, faziam alguma associação com conteúdos, exemplos ou desenvolvimento de habilidades dos estudantes. O viés teórico, principalmente as categorias estabelecidas no referencial teórico, possibilitou a identificação dos trechos em que ação ou fala do docente poderia indicar características da experimentação em sala de aula ou alguma aproximação com a TAS.

A entrevista também foi gravada em vídeo com o objetivo de aproveitar a dinâmica proporcionada pelo registro ao vivo, contribuindo para a análise da ação dos docentes com suas reações e expressões diante da sua própria ação gravada. A opção por mais essa gravação, na medida em que se constituiu em mais um momento de interação com cada docente, facilitou a construção das questões a partir da reflexão imediata sobre a ação dos docentes entrevistados. Portanto, o caráter dialógico da entrevista, em lugar de um questionário respondido pelo docente

sozinho permitiu a elaboração de novas questões a partir das respostas dos docentes. Assim, algumas questões foram elaboradas no momento da entrevista a partir dessas respostas que são fruto de reflexões e da reflexão do pesquisador sobre estas. Essa dinâmica seria dificultada se a entrevista fosse através de um questionário com respostas escritas.

O questionário semi-estruturado, que foi a base para a realização da entrevista, contém questões previamente estabelecidas e outras advindas do contexto da entrevista ou da aula e foi dividido em três blocos conforme protocolo de entrevista no APENDICE B.

As questões das entrevistas estão divididas em três blocos:

- Primeiro bloco: caracterizando o entrevistado e a aula com ESA
- Segundo bloco: refletindo sobre a ação
- Terceiro bloco: avaliando a ESA

Os blocos foram definidos a partir de uma estratégia consoante com a própria TAS. As primeiras questões da entrevista visam levantar a formação dos docentes e a experiência com a disciplina cuja aula foi gravada e também a experiência com a ESA, ou seja, é um direcionamento para um diagnóstico dos participantes da pesquisa. Em seguida, elaborei questões a partir do que foi observado nas aulas gravadas e das respostas dadas durante a entrevista, que considero ser uma fonte de dados que fornecem pistas de como ocorreu a construção feita pelo docente ao usar a ESA. Por último, a avaliação de cada entrevistado sobre a ESA e a reflexão sobre o uso que fez desse recurso consistem em fontes de dados essenciais para uma pesquisa que considera fundamental a significação que as pessoas atribuem ao objeto de estudo.

Sob o olhar teórico, especificamente da TAS, busquei analisar a fala dos entrevistados, relacionando-a com a sua ação na aula gravada em vídeo e da minha reflexão, enquanto pesquisador, sobre o que presenciei na aula e na entrevista. A partir dessas três fontes de dados, fiz uma triangulação que busca validar a categorização dos dados. Em outros termos, dentre as possibilidades de análises dos dados, é possível que o mesmo dado apareça em mais de uma fonte, validando-o; por outro lado, um dado pode ser confrontado por outros dados conflitantes, o que pode levar a outros questionamentos ou refutá-lo.

Permeando de forma transversal à triangulação, as categorias estabelecidas no referencial teórico correspondem às funções que a ESA pode assumir dependendo do uso que o professor pode lhe atribuir no seu processo de ensino. As funções são: Função Diagnóstica, Função Facilitadora da Assimilação e Função Consolidadora.

3.1 O primeiro bloco de questões: caracterizando o entrevistado e a aula com ESA

A TAB. 2 mostra a formação e a experiência dos docentes entrevistados. Segundo os dados da tabela, todos atuam em disciplinas do curso de licenciatura, no mínimo, a cinco anos.

DOCENTE	FORMAÇÃO	DISCIPLINAS QUE LECIONA NO CURSO	DISCIPLINA EM QUE REALIZOU A ESA	PERÍODO QUE MINISTRA A DISCIPLINA
D1	Técnico em Química Licenciatura em Química Mestrado e Doutorado em Química, com área de atuação em Química Analítica Ambiental	Química Analítica II e Química e Meio Ambiente. Já atuou em Química Geral, Química Orgânica, Química Analítica I e Química Analítica III	Química e Meio Ambiente	Cinco anos
D2	Bacharel em química Mestrado em Química Analítica Inorgânica Doutorado em Ciências	Panoramas da Ciência Química Analítica III	Química Analítica III	Quinze anos
D3	Licenciatura e Bacharelado em Matemática Bacharelado em Química. Mestrado e Doutorado em Química Analítica	Química Geral I Oficina de Produção de Ensino de Química	Química Geral I	Dez anos
D4	Licenciatura e Bacharelado e Química Mestrado em agroquímica Doutor em Ciências	Química e Meio ambiente, Química Analítica I (teoria e prática) Química Analítica II	Química Analítica I	Cinco anos
D5	Licenciatura e Bacharelado em Química Mestrado e Doutorado em Química Analítica	Química Geral I (prática) Química Geral II (teoria e prática)	Química Geral II	Cinco anos

TABELA 2 – Caracterização dos Docentes Entrevistados

Quatro dos cinco entrevistados fizeram curso de Licenciatura em Química, de modo que, durante a sua formação estudaram conteúdos voltados especificamente para o ensino de Química. É possível esperar que tenham entrado em contato, em algum momento da sua formação, com elementos que os levem a uma reflexão sobre questões relativas aos processos de ensino e de aprendizagem. Também é importante salientar que o D2 e o D3 ministram disciplinas

de conteúdo de natureza científico-cultural e disciplinas da dimensão prática de ensino, segundo o fluxograma do curso (ANEXO A). Porém, isso não garante uma atuação com qualidade do profissional formado. A minha própria experiência como discente do curso de licenciatura em química da UNEB e docente deste mesmo curso e do curso de licenciatura da UFBA me permite confirmar os problemas da formação docente apontados por Schnetzler (2000), sobretudo no que tange a visível dicotomia entre as disciplinas de conteúdo específico e as disciplinas de cunho pedagógico.

Segundo a autora, ambas apresentam "um curso independente e isolado" (SCHNETZLER, apud, SCHNETZLER e ARAGÃO, 2000, p. 14). Como há essa dicotomia e considerando que a formação do licenciado deve dar suporte para que saiba o que deve ensinar e saiba como ensinar, os cursos de licenciatura apresentam deficiências na abordagem de aspectos pedagógicos. Apesar disso, admito como pressuposto que todos os docentes de um curso (seja este licenciatura ou não) necessitam ter em vista a formação do profissional. Concebo a atividade profissional do professor como necessariamente reflexiva e que exige uma busca constante de aperfeiçoamento. Refiro-me à formação continuada cuja necessidade é destacada em documentos oficiais, como os PCN´s (1999) e a LDB (1996) e em pesquisas como a de Maldaner (2003).

Assim, independente da sua formação, a reflexão de qualquer docente do curso de licenciatura é pertinente para a pesquisa. Na verdade, a reflexão é fruto, em grande parte da formação e da experiência do docente entrevistado.

No que se refere a aula com a ESA, a seleção dos experimentos para cada aula foi feita no momento do planejamento da aula com cada docente. Para a compreensão do uso que cada docente fez da ESA na sua respectiva aula, faço uma descrição breve de cada experimento na TAB. 3.

Os experimentos do D1 e do D5 foram propostos por mim e providenciei todo o material necessário para a execução. O experimento do D4 foi proposto pelo docente e o material providenciado também por mim. Já os experimentos do D2 foram planejados e tiveram o material providenciado pelo docente (o D2 fez questão de não me informar antecipadamente sobre os experimentos que iria realizar). Participei do planejamento de uma parte do experimento realizado pelo D3, mas, todo o material foi providenciado pelo mesmo, assim como, as modificações realizadas.

DOCEN-TE	EXPERIMENTO
D1	Simulação da chuva ácida através da absorção de gases provenientes da queima do enxofre sólido em solução de extrato de repolho roxo (ver fotos 1 e 2 no ANEXO B). O caráter ácido resultante da interação do dióxido de enxofre com a água, formando o ácido sulfuroso, altera a coloração roxa (ver foto 1 - ANEXO B) do meio (proveniente das antocianinas presentes no repolho roxo) para uma coloração rósea (ver foto 2 – ANEXO B). Para evidenciar o efeito do caráter ácido na solução de extrato de repolho roxo, antes de executar o experimento, foi realizado um teste adicionando um pouco de vinagre (solução aquosa de ácido acético) em um pouco do extrato.
D2	Experimento 1 - Apresentação de separadores de moedas, construídos pelos estudantes (ver foto 3 no ANEXO C). O D3 solicitou em aula anterior que os estudantes separados por grupos construíssem sistemas que propiciassem a separação de moedas de um certo valor contidas em uma amostra de moedas variadas Experimento 2 - Lançamento de dados – os estudantes separados em equipes lançam dados e registram os valores obtidos, na primeira etapa, cada equipe lança um dado e registra o valor obtido, e na segunda etapa, lançam dois dados, registrando a soma dos valores obtidos em cada dado (ver foto 4 no ANEXO C) Experimento 3 - Amostragem de amendoins cobertos - os estudantes coletam amostras variadas de amendoins cobertos de cores diferentes (anteriormente separados e contados pelos próprios estudantes, ver foto 5 no ANEXO C) de um recipiente que não permitia ver o seu interior (ver foto 6 no ANEXO C). As amostras retiradas tiveram dois tamanhos diferentes: a amostra menor é tomada com um copo de cafezinho (ver foto 7 no ANEXO C) e a amostra maior com um copo de 250 ml (ver foto 8 no ANEXO C).
D3	Observação de sistemas inicialmente compostos por copos transparentes com água, água gaseificada, álcool etílico e solução de hipoclorito de sódio (ver foto 9 no ANEXO D) e posterior adição do sal cloreto de sódio aos sistemas. No primeiro sistema ocorre a dissolução do sal na água (ver foto 10 no ANEXO D). No segundo sistema, a adição de sal acelera o desprendimento de bolhas de gás (ver foto 11 no ANEXO D). Primeiramente os estudantes fazem observações dos sistemas iniciais com o seus respectivos conteúdos e, em um segundo momento, fazem observações das misturas.
D4	Equilíbrio de solubilidade de íons prata: precipitação do cloreto de prata, adição de nitrato de prata e cloreto de sódio e posterior adição de amônia para alterar o equilíbrio de solubilidade de íons prata. Em uma solução de cloreto de sódio (sal de cozinha) contida em um copo transparente, é adicionada uma solução contendo cátions prata (preparada a partir no nitrato de prata vendido como medicamento em farmácia). Após a observação da precipitação do cloreto de prata (ver foto 12 no ANEXO E) que é um sólido branco que confere a solução um aspecto leitoso(ver foto 13 no ANEXO E), é adicionada uma solução comercial de amônia (encontrada em lojas de produtos de beleza e em farmácias). Ocorre então a mudança do aspecto leitoso da solução para uma solução incolor (ver foto 14 no ANEXO E).
D5	Preparo de café com água quente e com água na temperatura ambiente. Dois sistemas idênticos são montados, usando dois copos transparentes, dois filtros de papel para preparo de café e dois suportes feito com garrafas PET (ver foto 15 no ANEXO F). É adicionada aproximadamente a mesma quantidade de pó de café em cada filtro (uma colher de sopa aproximadamente) e a mesma quantidade de água (medida em copos iguais). Em um dos sistemas é adicionado água quente e no outro, água a temperatura ambiente (ver foto 16 no ANEXO F). O aspecto final dos dois sistemas é observado.

TABELA 3 – Experimentos usados nas aulas gravadas.

Como mostram as descrições e as fotos dos experimentos, todos usaram materiais simples, de fácil aquisição e que podem ser comuns ao cotidiano das pessoas. Os procedimentos são simples e não exigem um roteiro que todos os estudantes devem conhecer previamente.

A aula do D5 foi realizada no laboratório porque o docente adiantou o conteúdo no horário das aulas teóricas e deixou o experimento para fazer no horário das aulas práticas. Como os materiais atendiam aos critérios da pesquisa, considero que não há prejuízo para a investigação do uso da ESA pelo docente. É possível que tenha alguma implicação para a percepção dos estudantes sobre a aplicabilidade do experimento dentro do espaço da sala de aula.

Todos os entrevistados afirmaram que consideram as aulas experimentais importantes no ensino de Química. E quando perguntei como as aulas com experimentação podem contribuir para o ensino de química, deram as seguintes respostas:

> D1 – Bom, de várias formas, desde o desenvolvimento de competências e habilidades que são extremamente importantes, como também, a questão do desenvolvimento de conceitos, modelos e conteúdos, que eu acredito piamente que eles ficam bem mais fáceis quando você consegue, ou desenvolver esses conceitos ou aproximar de algo que você ta vivenciando, então pra mim é fundamental.
>
> D2 – Fazendo com que o aluno se envolva no espírito de investigação, de investigador... hã... que ele vá buscar suas duvidas e buscar formas de tirar as suas... de minimizar as suas duvidas, dando pra ele um aspecto, um caráter, desculpe, um caráter de descobrimento. Isso é o mais interessante da parte... é o que tem de mais interessante no experimental.
>
> D3 – Eu acho assim, existem diversas formas, a depender do que você quer abordar você pode, é... querer desenvolver no estudante a habilidade da observação, que eu acho que em Química é extremamente importante, eles desenvolverem essa habilidade, fazerem diferença entre observação e resultado, né, essa parte, realmente, que a gente precisa de experiência e fazer as correlações, eu não sei se a expressão é exatamente essa, mas eu vou colocar assim, as correlações da teoria, né, que normalmente assim, como em geral ta dissociada, apesar do professor falar muito da experiência, experiência fica normalmente muito caixinha. A teoria de um lado e experiência do outro. Então, assim, apesar de não utilizar em sala de aula, nas aulas do laboratório, eu sei que você ta sempre buscando fazer a correlação. Então dessa maneira eu acho que contribuiu bastante até na questão do desenvolvimento do raciocínio, essa habilidades de observação, ou o de saber o que é concluir o que é um resultado.
>
> D4 – Eu acho que, o seguinte, ela pode contribuir no sentido que ela... ela permite aos estudantes visualizarem, né? A visualização de algo que muitas vezes pra eles é abstrato. Principalmente, é... creio eu, na minha avaliação, naquelas disciplinas que tem o número um na frente, ou aquela disciplinas que estão começando, tipo Analítica I, Inorgânica I, Orgânica I, e por aí vai. Porque, é... o indivíduo vai ver muitos [conteúdos] de uma forma um pouco mais aprofundada em relação a Química Geral e naquelas disciplinas, né? E, as vezes, eles não vem com aqueles conceitos muito bem fundamentados na cabeça, e tendo uma explicação teórica logo após, ou concomitantemente, com uma demonstração prática, isso favorece a sedimentação de algumas coisas.
>
> D5 - É o complemento, é um complemento. Eu vejo que... é... teoria tem que ser acompanhada de uma parte prática, né? Por quê? Porque, dessa forma, a gente consegue facilitar, muitas vezes, a compreensão do aluno. É... o aluno quando ta vendo a parte teórica, nem sempre, é... diante de um

> certo conteúdo vai assimilar aquilo de acordo como é pra ser assimilado, né? É... e fica a coisa muito... imaginação. Quando você vai pra o laboratório e que, diante de um roteiro, diante de um colóquio, que você tava fazendo lá antes da pratica, começa a puxar: olha vocês viram na teoria que foi dada tal definição, tal conceito, e isso aqui a gente vai tentar fazer aqui e vocês vão ver o motivo pelo qual a teoria também é importante, né? E que pode ser incluída num modelo adequado. Então, eu acho que a contribuição é dessa forma, né? É a prática complementa a teoria no sentido de aprendizagem como um todo, eu vejo dessa forma

Diante das respostas, destaco que os docentes D4 e D5 associam à experimentação aos conteúdos ou teorias (comprovando, sedimentando, assimilando, complementando). Essa função do experimento (tratada na seção 2.2) permite a crença de se ter atingido uma explicação exata e real do fenômeno e uma visão dogmática de que a ciência é imutável e de que suas verdades são comprovadas na prática.

Já D1, D2 e D3 dizem que a experimentação contribui para o desenvolvimento de habilidades (investigação, observação). Essa diferenciação entre as respostas é, provavelmente, fruto de concepções diferentes, o que também pode ser verificado quando pontuam os objetivos dos experimentos realizados:

> D1 – Nesse caso foi, desenvolver e mostrar a questão da... do conceito de precipitação ácida, né? Que é algo que a gente verifica no dia a dia, a questão das conseqüências e das causas da precipitação acida que é mais conhecida como chuva acida, e a questão dos óxidos de enxofre na atmosfera. Então, nesse caso, nesse experimento a gente verificou, né, realmente a produção de ácido a partir da queima de enxofre.

> D2 – [Referindo-se ao Experimento 1] A questão... a questão de uma classificação. Eu posso chegar... hã... por exemplo (...)[15] Pra fazer isso, eu preciso entender as características Ora, o chocolate é uma boa idéia, uma moeda é uma boa idéia. A moeda tem características... o que vai diferir na moeda? O material, o tamanho, cor... a brincadeira do... da agulha no palheiro, ela é usada nessa prática.... uma brincadeira que é trabalhada no livro Arte e Ciência da Química Analítica, do Enke[16] que é um dos primeiros capítulos mais curiosos, mais interessante de Química Analítica, quando ele fala sobre o que é a análise e a necessidade do químico analítico em antecipar... hã... antecipar as respostas. Ele... o que aconteceria se isso aqui acontecer? Isso é... é um exercício que ... passa a ter... tem uma grande... tem uma importancia fundamental quando você pensa em fazer uma análise, ou seja, se eu tenho um grupo de coisas, vou querer separar aquele grupo... é... algumas coisas que me dêem a informação que eu quero. Portanto, hã... o resto das coisas... o resto do... aquilo que não me traz informação naquele momento não me interessa. Então, eu vou buscar aquilo que é informação pra mim, e portanto, esse é o experimento da moeda. Quer dizer, saber você falar: "olha deve ter coisa muito interessante naquilo que eu não analisei, mas naquele momento me interessa é aquilo que eu estou pegando". Hã... pra onde caminha a Analítica? Hoje, as análises químicas cada vez você quer determinar menos, e espécies... certas espécies, não mais quantidade totais de um determinado íon ou elemento, então, eu preciso criar estratégias que permitam... localizar aquilo.

---

[15] Nesse ponto o D2 faz um relato extenso de um experimento que consistia na seleção de um determinado tipo de chocolate contido em uma mistura de vários tipos de chocolates diferentes a partir das características que os estudantes apontavam.

[16] Enke, C. G. **The art and science of chemical analysis**. 1st ed. New York: John Wiley & Sons, 2000. Referência fornecida pelo D2.

> [Referindo-se ao Experimento 2] Hã... e aí trabalhava com a soma não é? É... tem, claro, claro que sim e, então, é como que vai se distribuir e como a distribuição vai tender a ser uma normalidade maior quando as coisas se somam, quando as coisas se cruzam, situações absolutamente estanques. (...) Óbvio, que entre eles, na amostra posso ter conversões. E o que seria fazer uma análise total e uma análise de especiação, onde cada um representaria sua individualidade, ou quando todos representariam a soma de todos, que seria a soma dos... a soma dos números de um... dos dados que saíram, etc e tal. Ali tem muita coisa pra você brincar, pra se brincar. (...) É melhor eles observarem, o que ocorre com a distribuição do que eu dizer o que vai ocorrer.
>
> [Referindo-se ao Experimento 3] Os experimentos das balinhas é para avaliar o efeito do tamanho da alíquota tomada (tamanho da amostra) sobre a precisão e exatidão.
>
> D3 – Eu coloquei aqui pra eles exatamente o que eu falei anteriormente agora, a questão de desenvolver a habilidade da observação e que eu não falei agora, mas na hora eu mencionei foi o levantamento de hipóteses. Essa turma é uma turma inicial, né? Então assim, o que eu tenho observado, aí vem realmente da experiência, que os meninos chegam com dificuldade de... primeiro de expressão, né, de dizer o que eles pensam, às vezes até do que eles descreverem o que eles estão vendo e fazer associações, então levantar hipóteses é uma coisa muito importante. E, em Química, existe a questão da confusão, eles normalmente confundem muito o que é o que ta sendo observado, o que é o resultado, o que é conclusão, se ele já ta colocando a justificativa ali no meio, né? E isso precisa ta assim, pro futuro, pra uma formação global, aquela coisa assim bem alicerçada e no crescente, ele precisa saber a diferença entre essas etapas.
>
> D4 – Com o objetivo de, primeiramente, demonstrar a... o conceito básico da precipitação, e depois, abordar deslocamento de equilíbrio, tá? Em termos de posição disso dentro da aula, eu não começaria exatamente no iniciozinho da aula, porque eu acho que teria, tiveram, na verdade, alguns comentários resgate de experiências deles com a questão da solubilidade, resgatando isso aí, eu acho que o terreno tava preparado pra... então o momento... o objetivo foi abordar a questão básica do equilíbrio de solubilidade, deslocamento de equilíbrios, então, um dos fatores que afetava o equilíbrio, e em termos de posicionamento do momento de fazer o experimento, eu acho que é da metade da aula pra frente. No sentido de dar tempo pra resgatar algumas vivencias deles, né?
>
> D5 - Certo. O objetivo foi... teve dois objetivos, né? O principal foi relacionar com a segunda lei da Termodinâmica, né? É... e um objetivo que eu achei interessante expor foi a primeira lei, que foi voltada pra energia, né? Uma vez que, naquele processo, ta certo? Um deles, quando você usa água quente, o sistema está... por ter sido trabalhado aberto, então, houve troca de energia com a vizinhança, e aí ilustra completamente ou totalmente a primeira lei, né, em cima do que... que diz que a energia é mantida constante, a energia do universo né? Então, há a contribuição da vizinhança e vice-versa, né, a contribuição do sistema. E a segunda lei, foi o objetivo principal, né, foi mostrar o aspecto de entropia, diminuindo ou aumentando a entropia, da entalpia, que é o processo endo ou exo, juntamente esses dois fatores e o fator da propriedade temperatura, né, é... essas três variáveis, pode se atribuir aí um processo que venha ou não a ser espontâneo, que é através do delta "G", energia livre de Gibbs. Então, os objetivos foi esse, mostrar a segunda lei e, também, um pouco da primeira lei da Termodinâmica.

O D1, apesar de apontar outras contribuições para a experimentação, traz como objetivos o desenvolvimento ou a abordagem de conteúdos específicos da disciplina.

Dois docentes, o D2 e o D3, trazem objetivos mais voltados ao desenvolvimento de habilidades. Os experimentos que ocorreram nas suas aulas foram participativos, deixavam clara a intencionalidade de desenvolver habilidades necessárias nos estudantes para a compreensão da Química Analítica e da Química Geral, respectivamente, ou de elementos destas (como a

amostragem e a interpretação dos fenômenos). Antecipar as respostas, fazer uma seleção para identificar os componentes de interesse, criar estratégias, observar e levantar hipóteses, decididamente não refletem uma sequencia de conteúdos específicos. Os experimentos não foram usados nessa aula para comprovar teorias ou apenas motivar o interesse dos estudantes, mas, sim, constituíram oportunidades de desenvolvimento de habilidades.

O D4 e o D5 trazem objetivos voltados a abordagem do conteúdo de suas respectivas disciplinas. Demonstrar a teoria ou relacionar com a teoria são objetivos que são coerente com a questão anterior sobre a importancia da experimentação para o ensino de química. Essa coerência entre os objetivos e a forma como vêem o experimento é um indício forte de que ambos podem ter uma concepção de ensino focada na transmissão de conteúdos.

Há um discurso que pretende ser lógico entre os docentes formadores: os responsáveis pelas disciplinas de conteúdo específico, dizem que não se preocupam com as questões de ensino, ou pedagógicas. A legitimidade desse discurso está na própria formação do docente predominantemente voltada para a lógica conteudista. Algumas pistas que parecem corroborar com a existência desse discurso estão na resposta dada por cada docente quando justamente perguntei sobre o conhecimento de alguma teoria de aprendizagem. As respostas dadas a essa questão encontram-se a seguir, e apesar de só um entrevistado afirmar que tem algum conhecimento, é interessante observar o que diz cada docente:

> D1 – Não. Apesar de ser formada em Licenciatura em Química, isso aconteceu nos tempos de mil novecentos e Cristo nasceu...Portanto, já não me lembro mais de quaisquer teorias, apenas a da vida e do dia-a-dia.
>
> D2 – Não. Não, eu li alguma coisa, mas, não tem [sic] consciência de nada.
>
> D3 - Um pouco. Olhe, porque assim, na verdade é... a... como é que eu digo? Tem coisas assim que eu não sei exatamente o que é o quê, vou lhe confessar. Mas, por exemplo, a aprendizagem significativa é uma teoria de aprendizagem, não é? Então, e eu tenho uma outra teoria, que eu não sei exatamente se é uma teoria ou não, porque como tem muito tempo que eu vi, já não sei exatamente se é. Mas, Paulo Freire, a linha de Paulo Freire, eu não sei dizer o nome, mas, o que eu tenho na minha cabeça é muito próximo da aprendizagem significativa. Porque, eu nunca esqueço num livro que eu li que ele falava de um aluno sendo alfabetizado na feira. Então, um aluno que trabalha na feira, ele não, quer dizer, não é o mais adequado que ele aprenda a ser alfabetizado falando de é... como é que eu digo, uma questão de indústria, por exemplo, ta? Então, assim o é mais próximo pra mim é essa da aprendizagem significativa.
>
> D4 - Muito pouco, muito pouco. Embora tenha feito, tenha feito a licenciatura, mas era assim uma licenciatura que, comparada a licenciatura da UNEB, foi muito mais "light". Comparada no sentido que eu falo é.. da abordagem mesmo de teorias da parte pedagógica... então... tanto é que isso foi minha última turma foi assim, logo na outra seleção já tava separada a licenciatura de bacharelado,

> justamente porque eles viram que a parte pedagógica tinha que ser um pouco mais incrementada, então, eu não tenho, realmente eu não tenho muito conhecimento da teoria.
>
> D5 – Eu acredito que não, se eu tiver é muito, muito, muito superficial mesmo, né? É... não tenho esses conhecimentos não.

Para averiguar um pouco mais sobre a influência de algum referencial teórico nas concepções dos docentes sobre aprendizagem, perguntei ainda: Você planeja aulas com base em alguma teoria de aprendizagem ou alguns elementos de uma teoria? As respostas seguem separadas em dois grupos de acordo com a semelhança entre as concepções dos docentes:

> D1 – Não.
>
> D4 – Não, minha aula ela é mais baseada na literatura da Analítica.
>
> D5 – Não. As minhas aulas, seja lá prática, seja lá teórica, são do ponto de vista conteudista mesmo. Porque eu parto do princípio... aí também é um lado meu, característico, é... de se preocupar com a parte do conteúdo. Bom, aí em cima do conteúdo, eu me preparo e vejo que tipo de estratégia eu posso ali aplicar naquele momento, pra aquela situação. Mas, em cima... é... a estratégia é uma coisa que eu digo : não eu vou fazer por aqui. E chamando lá na hora, é assim que eu me planejo, chamando lá na hora, lá na hora da aula, exemplos, né, que seja próximo do cotidiano dele, tal, e dessa forma aí eu consigo planejar minha aula. Mas não uso teorias assim profundas... metodologia, não. Meu planejamento é assim, estudo a parte teórica, a parte do conteúdo, conteudista mesmo, me preparo, em cima disso eu digo: pronto. Uma vez apresentado as definições, os conceitos, enfim, a parte teórica mesmo, o que é que eu posso ilustrar como exemplo, de tal maneira que esse exemplo seja o mais próximo do... da realidade, né, do cotidiano e que venha a ser algo de... aí entra aquele lado do comparativo, né? Um referencial e aí você começa a ter vários outros parâmetros que possa comparar. É dessa forma, mas eu não tenho nenhum preparo prévio aí, não.

Os três docentes, D1, D4 e D5, afirmam ter muito pouco ou nenhum conhecimento de teorias de aprendizagem e que não usam elementos de alguma teoria de aprendizagem para planejar suas aulas. As respostam reforçam as implicações da formação para sua práxis atual (principalmente a do D4 que faz uma comparação entre a licenciatura que fez e a licenciatura em que atua como docente), bem como, aponta para a necessidade de formação continuada que atenue o intervalo de tempo entre a formação e práxis atual, como aponta nesse sentido a fala do D1. Outra implicação oriunda da formação é a concepção de que o conteúdo é suficiente para ministrar aulas, a ponto do D4 e do D5 terem o conteúdo como princípio que parece ser único para suas aulas. O D5 chega a afirmar não ter nenhum preparo, a não ser o estudo da parte teórica (relativa aos conteúdos a serem abordados), que também é a origem de sua estratégia de aula. Na própria fala do D5 existem elementos como a contextualização com o cotidiano e a comparação, entretanto, não parece haver uma consciência crítica do papel desses elementos na sua aula.

Nesse ponto, a resposta que mais me chamou a atenção foi a do D2 que, além de afirmar não ter conhecimento de teorias de aprendizagem (apesar de afirmar ter lido "algumas coisas", mas não ter consciência de nada) disse ser "senso comum" usar o conhecimento que o estudante já tem ou conhecimento prévio:

> D2 -"eu acredito que a gente aprende a partir do que sabe, depois vai fazendo..." (...) Você não acha isso como senso comum? Eu acho isso senso comum. Não tenho que ter teoria, você tem que ter método. Acho que... ou procedimento.

O D2 mostra-se resistente à necessidade de teorias sobre aprendizagem, o que faz questão de deixar claro. Sobre a influência de alguma teoria, respondeu:

> D2 - De jeito nenhum, de jeito nenhum, de jeito nenhum. Minha prática? De jeito nenhum

Entretanto, o D2 apresenta um conhecimento tácito (já que se diz não precisar de teorias), que revela uma reflexão sobre o processo de aprendizado:

> D2 – Eu acredito numa situação de construtivismo, construtivista, de construção de conhecimento... já deixei de alguns anos de acreditar que a química morre na química. E eu acho isso um... mas não é fácil. Não é fácil, não acho que alguém formado em química tenha essa... essa... essa fluência. Não acho que vai conseguir navegar por esses mares. E... o que mais? E acho que qualquer pessoa é capaz de construir conhecimento a partir do que sabe e você só vai ajudando, orientando de certa forma. (...) O interessante é que eles façam e eles coloquem entre eles, eles consigam despertar no final da prática, as dificuldades que tiveram, o que aprenderam, que aí você consegue multiplicar os conhecimentos. Então eu considero, quando eu falo cada um faz o seu experimento, eu acho que é a mesma coisa, é muito similar a fazer um experimento em sala de aula... hã...eles definam a... eles definem a velocidade deles, eu acho que é muito parecido.

A fala do D2 traz uma referencia da dificuldade de alinhamento entre a formação e o ensino dentro de uma concepção construtivista, reconhecendo que é necessário algo mais que somente o conteúdo da química. O que o D2 denomina como "fluência" parece ter implicações para as necessidades de direcionamento dos cursos de formação, entre elas, papel do professor na construção do conhecimento. O foco no estudante para o processo de ensino e o de aprendizagem aparece claramente na sua reflexão.

O D3 respondeu assim a mesma questão:

> D3 – Olha, vou falar isso assim, intuitivamente. Não propositadamente, digamos. Aí voltando um pouquinho pra minha formação, eu nunca deixo de pensar nisso. Eu falei a você, sou formada em matemática, licenciada em matemática, mas, quando me licenciei em matemática, isso é meu pensamento de hoje, o meu pensamento, o meu momento é que eu não tinha maturidade suficiente para

> aprender é... talvez tudo o que eu tenha estudado. Porque se você me disser: que teoria você estudou? O que eu tenho na minha cabeça é Paulo Freire. Se você me perguntar de outro, eu não tenho, certo? Então, Ausubel, né, eu ouvi o nome, o nome, agora. Agora que eu falo é uns quatro anos atrás. Então assim, o que eu tenho das minhas aulas são intuitivos, agora, pela necessidade do... e pela preocupação do alcançar o aluno, de ta preocupado como é que o que eu estou falando está chegando ao aluno, então, ai a gente vai pensar nos exercícios que você faz, enfim. Mas, não assim metodicamente, sistematicamente, não.

A forma intuitiva de atuar no processo de ensino e de aprendizagem pode apresentar alguma referencia em teorias (como a TAS e a Pedagogia de Paulo Freire, citadas pelo D3), ou elementos destas (como o conhecimento já existente usado tanto pelo D2 como pelo D3). Ainda que não haja uma consciência que se mostre consolidada ou crítica sobre teorias de aprendizagem, é possível notar algumas diferenças entre o uso que o D2 e o D3 fizeram da ESA e o uso dos demais docentes entrevistados. Tais diferenças serão destacadas mais adiante.

Os professores que defendem a necessidade de conhecimento de teorias relacionadas aos conteúdos são os mesmos que disseram não conhecer uma teoria sobre como o estudante aprende as próprias teorias e os conteúdos que ensinam. Além da dicotomia entre os tipos de conhecimento específico e os aspectos pedagógicos, ocorre a marginalização da parte formativa do professor citada por Maldaner (2003). Para este, "os currículos são pensados dentro de uma solução técnica: *se o profissional professor sabe Química, tanto teórica quanto prática, ele saberá ensinar!* [grifo do autor]" (p. 177).

Todos os docentes entrevistados disseram que consideram importantes as aulas experimentais no ensino de Química.

Quanto ao momento escolhido para realizar o experimento, observei que se repetiu a mesma divisão nos mesmos dois grupos nos quais separei as respostas anteriores. Os docentes D1, D4 e D5 executaram a ESA após a exposição dos conteúdos relacionados com o experimento. Já o D2 e o D3 realizaram a ESA antes da exposição do conteúdo e faziam referências constantes dos experimentos durante toda a aula. Assim, buscando pistas que permitissem relacionar a posição da ESA na aula com os objetivos planejados e com as concepções dos docentes, perguntei o motivo da escolha desse momento. As respostas foram:

> D1 - Naquele caso, por exemplo, foi algo que não havia realmente sido planejado. Eu acho que você trouxe o experimento, propôs pra mim, e aí assim, eu coloquei naquele momento da aula como sendo, vamos dizer, o momento adequado. Né? Eu imaginei. Talvez se eu tivesse proposto o experimento, eu não tivesse feito daquela forma. Por exemplo, já aconteceu em analítica, por exemplo, que o experimento, na verdade, ele antes mesmo de eu começar a aula de eletroquímica, eu faço o experimento. E questiono os estudantes quais informações a gente pode tirar daquilo, desde informações visuais a fenômenos, assim,a observação de alguns fenômenos, e a partir dali alguns

> conceitos que a gente pode desenvolver. Então, também não sei se teria feito diferente não... porque é uma coisa assim, que realmente pra mim agora fica complicado dizer. Foi o momento assim, né, que você trouxe, você tinha conversado comigo antes e aí foi o momento que eu considerei adequado[17].

> D4 – Com o objetivo de, primeiramente, demonstrar a... o conceito básico da precipitação, e depois, abordar deslocamento de equilíbrio, ta? Em termos de posição disso dentro da aula, eu não começaria exatamente no iniciozinho da aula, porque eu acho que teria, tiveram, na verdade, alguns comentários resgate de experiências deles com a questão da solubilidade, resgatando isso aí, eu acho que o terreno tava preparado pra... então o momento... o objetivo foi abordar a questão básica do equilíbrio de solubilidade, deslocamento de equilíbrios, então, um dos fatores que afetava o equilíbrio, e em termos de posicionamento do momento de fazer o experimento, eu acho que é da metade da aula pra frente. No sentido de dar tempo pra resgatar algumas vivencias deles, né?

> D5 – Porque não... pelo que entendi da sua pergunta, porque não o contrário, fazer o experimento pra depois entrar com a parte teórica. Bom, poderia ser dessa forma, inverter, né? Mas, eu... eu não... eu sempre utilizei a parte de mostrar primeiro a teoria pra depois enfatizar e, como eu te falei antes, é complementar com a prática. Porque um é o complemento da outra. Hã... eu nunca tive essa experiência de inverter, digamos é... abordar um certo conteúdo primeiro mostrando o lado prático, né, pra depois em cima da experiência começar a explorar a parte teórica. Eu nunca fiz isso aí não. É... minha metodologia sempre é da parte de conceito, de definições, para depois em cima disso é... mostrar que aquele modelo funciona muito bem através da prática, entende? E, eu acho, (...) por mais que você venha com algo de pratica para mostrar um certo conteúdo, é... a parte teórica tem que existir. Por que antes, previamente? Porque é a parte teórica que, queira ou não queira, ela vem a te dar um suporte, né, uma fundamentação, algo que você... é... comece a raciocinar, né, porque, pelo próprio nome, teoria é algo que é, dependendo do que está sendo explorado, é algo abstrato. (...) E isso é... só acontece, no meu ponto de vista, quando você dá um suporte teórico. Não adianta você dar, diante de um conteúdo, algo pra uma pessoa discutir se ele não tem informação daquilo, um certo conhecimento prévio, e esse certo conhecimento prévio é a teoria que vai dar suporte. Não adianta você discutir aí a... sei lá... um determinado assunto, se ele não sabe nada prévio dele, né? Então, você... não tem como. É isso.

Uma observação que merece destaque é que os docentes que associaram a ESA, através dos objetivos, somente à abordagem do conteúdo posicionam-na após apresentar os conteúdos aos estudantes. A resposta do D5 enfatiza ainda mais a sua crença de que a teoria é o conhecimento prévio que explica o fenômeno. Não admite, portanto, que o fenômeno possa ser observado à luz de outro conhecimento que não seja proveniente de uma teoria. Assim, termina por excluir a possibilidade do erro, de levantamento de hipóteses e de reconhecimento de características e propriedades dos materiais por similaridade com situações do cotidiano. A maneira como os três docentes usaram a ESA, inviabiliza o diagnóstico do conhecimento prévio dos estudantes.

---

[17] O planejamento do experimento foi realizado pelo D1 e por mim, momento no qual salientei que a forma como seria utilizado o experimento, incluindo o momento da aula, seria de livre escolha do docente. Assim, a escolha do D1 não se mostra consciente na fala anterior e, nem quando, continuando a fala, diz que "foi o momento que eu considerei adequado".

As respostas do D2 e do D3 foram:

> D2 - eu preferia, ou prefiro usar a estratégia que os resultados... analisando os resultados traga pra eles e não o contrário... que é eu dar de bandeja.
>
> D3 – Justamente porque, como eu queria enfatizar o levantamento de hipóteses, né, e isso muito em base de coisas que eles já tinham, então, usar também o conhecimento prévio dos alunos. O que é que eles tem? Né? Qual o conhecimento? E como é que eles estão utilizando aquilo que eles já tinham anteriormente? Então, por isso que já queria... que era buscar deles realmente... que eles se colocassem, forçar um pouquinho isso.

O experimento foi usado inicialmente e durante toda a aula pelos D2 e D3 de acordo com os objetivos planejados, atribuindo a ESA características que aproximam da Função Diagnóstica do conhecimento Prévio. Chama a atenção a escolha por experimentos participativos, não demonstrativos. Presenciei a participação dos estudantes durante as aulas desses docentes, bem diferente das aulas dos outros. Quando questionados sobre a importancia de experimentos participativos, os dois responderam:

> D2 - Colocar os meninos, todo mundo... você coloca todo mundo ao mesmo tempo raciocinando sobre a mesma coisa. Na verdade, você fazer uma pergunta pra eles... pra uma pergunta só, você não garante que... esse feedback vai ser efetivo, mas na hora que você começa a fazer e não tem pergunta e a coisa começa a levar um tempo, não pode ser muito longo... é... você consegue em um certo momento deixar com que quinze, vinte pessoas , cinquenta pessoas fiquem ligadas exatamente naquilo que tá acontecendo, todos ficam ligados ali. Um pouco da arte dos pastores que você vai fazer de... hã... ele vai fazer, ele não vai precisar de uma serie de coisas que ele faz no inicio, no final de uma sessão, que ele jamais faria de inicio porque ele não teria o público ligado desde o inicio, acreditando daquele jeito.
>
> D3 – Você ta me perguntando muita coisa que eu nunca pensei. Bom, a importancia do participativo eu acho que é mostrar realmente ao aluno que ele é capaz de interagir. Que é possível, mesmo que ele não esteja assim sabendo, que ele ache que não esteja sabendo nada, assim ele pode interagir. Que é possível fazer, que ele pode experimentar.

Os docentes apontam para características inerentes à experimentação. A curiosidade sobre um fenômeno é da natureza humana e é a responsável pelo desenvolvimento do conhecimento. Essa característica pode ser intencionalmente usada pelo professor visando tornar possível a aprendizagem significativa, na medida em que atua na pré-disposição do aprendiz em relacionar o que está fazendo, que está experimentando (que pode vir a ser a fonte de um novo conhecimento) com a sua estrutura cognitiva. O professor não centraliza a sua ação em um "dar de bandeja" o novo conhecimento, mas, promove condições para que surjam os pré-requisitos para uma aprendizagem significativa.

Ainda buscando características da ESA perguntei aos entrevistados sobre o tipo de material usado. Normalmente são alternativos aos materiais de laboratório e facilmente

encontrados no cotidiano dos estudantes. Visando testar a hipótese de que esses materiais conferem características particulares a ESA, perguntei sobre a importancia desse tipo de material para o ensino de Química, para sua aula. As respostas foram:

> D1- O fato de a gente ta preparando, no caso do curso, professores de ensino médio, a principio, e que a realidade que eles vão encontrar nas escolas é que não existe um laboratório, como a gente encontra na universidade. Então, eles tem que ter criatividade e saber que química... não se produz só química em laboratório, química é uma ciência do dia a dia.

A associação da informação nova com o conhecimento prévio, oriundo da vivência do estudante em seu cotidiano é propiciada também pelo tipo de material utilizado no experimento que a D1 enfatizou na aula ser de fácil acesso e reforçou na entrevista, quando se referiu a necessidade do professor do ensino médio saber que a química é uma "ciência do dia-a-dia". Essa é uma característica fundamental da ESA e que pode resultar de uma escolha consciente sob influência das concepções e da vivência do professor.

O D2 apresenta uma certa resistência em responder diretamente às questões propostas, assim, foram necessárias mais intervenções para chegar a alguma fala que desse um idéia sobre a resposta como mostra o trecho da entrevista a seguir:

> D2 – Nenhuma.
>
> P – Não tem diferença?
>
> D2 – Não. Não, a questão de facilidade não ser nada... a bala é importante. O dado ainda não deu resultado... as pessoas aqui não jogam muito dado, não ter a cultura do jogo. Quem sabe em São Paulo, no Rio onde se joga muito mais banco imobiliário, "war" (jogo de tabuleiro da Grow), e coisas afins, aquele dado teria um atrativo diferente pra molecada. Na minha época teria. Aqui, pelo tipo de cultura, o dado não é tão importante. Muitos deles, a infância deles é na praia, não é no dado, não é em casa jogando, mas a balinha, meu amigo, a balinha, todo mundo ficou feliz, depois comer balinha...
>
> P - E o sistema montado pra fazer separação?
>
> D2 – O esquema montado... momento de liberdade, quer dizer, é... a liberdade é sempre bem vinda e bote tua criatividade, o que você conhece. Porque ao mesmo tempo que você vai fazer isso com moeda, daqui a pouco vou te pedir pra fazer isso com a Química e aí onde a coisa vai começar a ser complicada. E essa parte com a Química é agora, quando vou começar preparo de amostras e usar o conhecimento de Química pra você construir o seu separador, agora a coisa começa a ficar complicada, de moedinha, dadinho, garrafinha, todo mundo tão indo bem [sic], agora vamos ver se os conteúdos de química também é possível jogar.

Analisando os trechos apresentados, merecem destaque na fala do D2: o aspecto cultural, que pode ser associado ao conhecimento resultante da vivencia do estudante; o aspecto motivacional, direcionado a interesses individuais (comer a bala, na verdade, o amendoim

coberto usado no experimento); e a liberdade e a criatividade que podem propiciar habilidades que poderão ser usadas quando se referir a aplicação dos conhecimentos da Química quando será avaliado se "é possível jogar". Esses aspectos são possíveis de relacionar com o mesmo aspecto destacado do D1 de interação entre o conhecimento prévio, resultante de vivências, com o novo conhecimento, representado pelo conhecimento da Química. Os aspectos citados não são característicos das práticas de laboratório que, normalmente, consistem em um roteiro definido, com medidas específicas de quantidade e concentrações de reagentes, condições de temperatura e sequência de procedimentos.

O D3, D4 e o D5 atribuem a essa característica de usar materiais alternativos aos de laboratório como sendo uma improvisação que será necessária diante da realidade precária que acreditam existir nos laboratórios das escolas públicas de ensino médio:

> D3 – Qual a importancia desse tipo de material? Assim, é... olhando o ensino de química e as dificuldades que a gente atravessa no ensino, muitas vezes o que a gente ouve é... justificativas de outros professores que estão, nesse caso especificamente, no ensino médio, é que não fazem experiência porque não tem material de laboratório. E o que a gente tem vivenciado é que é possível fazer várias coisas que as pessoas vão, na verdade, se superar. E uma coisa que eu costumo falar pros alunos assim: não vamos tornar a dificuldade em problema, vamos tentar superar as dificuldades pra poder enfrentar o problema, ou seja, enfrentar o problema superando as dificuldades. Então, a importancia desses materiais, eles... primeiro, mostrar que é possível fazer, se você quer, você pode fazer. Você pode não fazer com a perfeição, pode não fazer com todo o rigor, com todo apuro, mas é possível fazer. E uma outra coisa é assim é... alertar, quer dizer, mostrar que, assim, se você não tem um caminho, busque outros, né, procure quem sabe fazer, veja alternativas.

> D4 – Num curso de licenciatura eu acho que tem toda a importancia. Porque nós estamos formando profissionais que vão... é... entrar no mercado de trabalho, num ensino fundamental, né? Ou no ensino médio. E já sabe que a nossa realidade de... de... laboratórios nas escolas públicas, principalmente, não são lá grandes coisas. Então, você ensina a fazer algo eficiente com pouco, pra nossa realidade brasileira, é bom. E não só pela realidade sócio-econômica, pela capacidade de improvisação também. Eu acho que isso pro profissional é importante.

> D5 - Muito importante, porque, veja só, nem sempre você quando vai fazer um determinado experimento, uma determinada prática, você tem, digamos assim, reagentes ou vidrarias específicas, ta? Em determinada realidade, até aqui mesmo da realidade da UNEB., por exemplo. Então, quando eu falo em materiais alternativos, eu substituo, né... digamos assim, limitadamente, mas que dá certo. Dá certo, porque aí é algo que, diante da tua realidade, se você não tem algo sofisticado para montar de aparato, você pode substituir satisfatoriamente, né? E aí foi que eu chamo de algo alternativo, algo de fácil acesso. E essa tua idéia aí foi excelente mesmo de trazer... alternativo nesse sentido aí, de substituição de tal maneira que não deixa a desejar. Claro que quando você substitui é... nem sempre a resposta vai ser, em termos de eficiência, igual ao material que você deveria usar, mas, que já serve pra você mostrar de uma forma aí satisfatória.

Traçar um panorama da realidade das escolas públicas de ensino médio quanto as condições dos laboratórios de ciência é uma necessidade que certamente contribuiria para ações

que resultassem em melhoria da qualidade do ensino público. Sou professor do ensino médio público e trabalho em uma escola que possui um laboratório com equipamentos e reagentes à disposição para os professores e por vezes nem usados por estes. Leva a pensar queé pertinente questionar se o uso de materiais alternativos para oferecer uma opção no caso de falta de materiais de laboratório significa restringir a potencialidade que esse tipo de material oferece para o processo de ensino e o de aprendizagem como indicam as respostas dos docentes D1 e D2.

3.2 O segundo bloco de questões: refletindo sobre a ação.

Nesse bloco, as questões surgiram de aspectos que são originais de cada atuação do docente ao usar a ESA. Por isso, as questões e as respostas estão separadas por docente entrevistado.

O experimento do docente D1 parte do enxofre, substância pura na forma sólida. Já na descrição dos materiais, no início da experimentação, D1 destaca:

> D1 - Por exemplo, no diesel que a gente vai ver daqui a pouco sobre tecnologias limpas, o enxofre pode ta na forma de enxofre zero ou associado lá ha um carbono lá, dentro de uma cadeia heterogênea.

Com o objetivo de encontrar pistas das relações entre conteúdos prévios e os novos conhecimentos, foi perguntado, então, o que favoreceu a ligação do conteúdo com o exemplo do diesel:

> D1 - Nesse caso aí, a gente tava tratando da questão dos óxidos de enxofre na atmosfera, né? E a principal fonte de enxofre é a queima de combustíveis fósseis, em especial o diesel, e aí eu ia falar da parte de tecnologias de... em seguida, essa parte, eu ia falar de tecnologias limpas pra enxofre, e a forma que o enxofre está associada no combustível, em especial, no caso o carvão mineral. Então, ele é retirado de uma forma diferente, entendeu? Aí foi pra fazer o link com o próximo conteúdo que eu ia trabalhar.

Essa possibilidade de estabelecer uma ligação entre os conteúdos pode ser intencionalmente planejada, através do princípio da organização sequencial, pelo qual, a compreensão de um conteúdo favorece a compreensão de outro a que está relacionado. Essa sequência, por sua vez, pode favorecer o principio da consolidação. Ou seja, o professor pode realizar a experimentação com a função Facilitadora da Assimilação e a função Consolidadora.

Em vários momentos da aula, depois de realizada a experimentação, durante a abordagem dos conteúdos, o D1 apontava para o experimento estabelecendo claramente ligações entre os conteúdos e o que foi observado na experimentação. Tal observação levou ao questionamento sobre a função que o apontar para o experimento tem na sua aula. A resposta da entrevistada remeteu a sua própria forma de aprendizado:

> D1 - Eu imagino que... é... aquilo que eu faço, né?... é.... eu apreendo melhor. Então, uma coisa é você ouvir falar, outra coisa é você provar daquilo. Então... eu que chega um momento na vida da gente que a gente tem que ter característica de abstração, mas, eu sou ser humano, eu gosto de pegar, de cheirar, tocar... eu acredito que isso é importante. Eu mesma, eu só consigo fixar bem um conteúdo, depois que eu rumino. Como diz o professor Per Christian, depois que eu dou o mugido da vaca: hummmm. Né? E tem, assim, e é interessante, ao longo da carreira quanto mais você convive com o conteúdo, você começa a perceber facetas que você não percebia, né? Você vai amadurecendo. Isso se você tem uma ajuda de algo que venha somar pra que você apreenda, que você faça ligações, links, com aquilo que você já vivenciou, é fundamental (...). Eu tenho que associar com algo que pra mim seja significativo.

Considerando que o processo de aprendizagem precisa ser visto na sua integralidade e depende da estrutura cognitiva complexa e multideterminada, as sensações são mecanismos essenciais de interação que fazem parte desse processo. Quando se realiza um experimento, é necessário alertar aos estudantes que todas as impressões e sensações percebidas (cheiro, calor, mudança de coloração) são importantes na observação do fenômeno. É o que foi destacado pelo D1 na aula quando solicitou aos estudantes que cheirassem o vinagre usado no experimento ou quando comparou a variação de coloração do meio. As sensações subsidiam a observação e a elaboração de hipóteses.

A percepção das “facetas” sugere uma tomada de consciência que provavelmente é resultado de uma reflexão sobre suas experiências, o que é parte do amadurecimento citado. Claramente, D1 se refere ao próprio aprendizado, porém, em uma perspectiva de generalização do processo, é evidente quando diz que é “algo que venha somar pra que você apreenda, que você faça ligações, links com aquilo que você já vivenciou” que ajuda o processo. E, quando finaliza essa fala com a frase: “Eu tenho que associar com algo que pra mim seja significativo”, novamente remete aos princípios da assimilação, na medida que permite a associação com algo pré-existente, e aos da reconciliação integrativa pela necessidade de que este algo pré-existente seja significativo. Portanto, a visualização do fenômeno propiciada pelo experimento é uma característica que propicia a função Diagnóstica e a função Facilitadora da Assimilação.

Cabe destacar nesse ponto, que o fato de trazer a sua própria forma de aprendizado é evidência da reflexão sobre sua própria ação. O educador reflexivo é capaz de refletir seu próprio

desempenho a partir de testes sobre "sua compreensão a respeito de seu próprio processo de conhecer-na-ação, sua consciência das dificuldades [do] estudante e a eficácia de suas intervenções" (SCHON, 2000). Essa ação corrobora para validar o que a entrevistada fala sobre a experimentação.

Na aula do D2, como já foi dito, ocorreram três experimentos diferentes. O primeiro destes foi criado pelos estudantes e consistiu em montar um esquema pra separar moedas de diferentes valores. Perguntei ao D2 como foi proposto esse experimento e se houve alguma exposição de conteúdo referente ao experimento antes de propô-lo. O entrevistado respondeu que não houve exposição de conteúdos e que nem mesmo havia explicado em que situação o que chamou de "tipo de amostragem" teria aplicação.

Em certo momento da aula, o D2 fala sobre o conceito de seletividade e comenta que é muito usado matemática quando se aborda o conceito de conjuntos:

> D2 - Hã... você pode me dizer que, esse conceito de seletividade é uma coisa extremamente usada, esse conceito que vocês trabalharam aqui, ... ele é explorado à exaustão na matemática. Onde?

A estatística é outra disciplina que o docente faz alusão:

> D2 - Eu posso pegar em estatística e pensar em amostragem [compara a espessura do livro de estatística com o de amostragem].Não é uma maravilha esse texto de amostragem, mas é um texto que dá pra pegar, ta em portugues ... é aceitável, tá longe de ser minimamente... pra avaliar estatistica...mas acho que não tem tempo. A disciplina era outra, a disciplina era estatística aplicada a quimica...

Tais abordagens me levaram a questionar como o experimento facilita essa conexão com as outras disciplinas. O D2 respondeu:

> D2 – Simplesmente o aporte da... hã... da... o aporte da... é.... permitir *approach* diferentes por outros ângulos, né? O que que o experimento me permite? Eu ter todos os alunos focados numa única coisa. Naquele momento que eu tenho todos os alunos numa sala, no caso uma sala que pra mim é grande, é incrível, uma sala de quinze alunos pra mim, atualmente, é muito grande pra essa disciplina, claro, pra outra, a primeira que eu falei era cinquenta alunos, mas essa é uma turma muito grande. Quinze alunos, tem muito tempo que eu não tinha. É ter quinze alunos focados, pensando... ligados naquilo, falando aquilo, naquele momento, qualquer... hã... qualquer palavra que é dita, ela tem uma repercussão grave, dá uma impressão muito forte. Ela é ... ela tem um peso muito grande, se é isso que você ta perguntando, eu não sei. Tem a ver com o experimento mesmo, quer dizer o fato de permitir todo mundo vinculado em um experimento. O que foi diferente do que foi feito com a moeda que cada um fez um, cada um, cada grupo, cada um poderia fazer o seu separador do jeito que quisesse, utilizando a sua.... mas, diferente de um trabalho em casa em que todos trabalham em cima da mesma coisa.

Compreendo que "permitir *approach* (ou abordagem) diferentes por outros ângulos" como sendo a aplicação da interdisciplinaridade que é resultante do fato do experimento

reproduzir um fenômeno e usar materiais do cotidiano dos estudantes. Essa é uma característica do tipo de experimentação utilizada. A resposta atende parcialmente a questão da conexão com outras disciplinas, provavelmente porque a interdisciplinaridade, ainda que existente, não está como objetivo do docente. Entretanto, traz outra característica importante: o experimento mantém todos os estudantes focados.

Freire (2000) caracterizou o ser humano como naturalmente curioso, e acrescentou:

> Na verdade, a curiosidade ingênua que, 'desarmada', está associada ao saber do senso comum, é a mesma curiosidade que, criticizando-se, aproximando-se de forma cada vez mais metodicamente ao objeto cognoscível se torna curiosidade epistemológica (FREIRE, 2000: 106).

Tal "curiosidade ingênua" é ainda mais proeminente diante de um fenômeno ou de uma transformação visível. Alterações de coloração do meio, precipitação, desprendimento de gás ou combustões, são exemplos de processos que chamam a atenção dos estudantes. Como o D2 deixa claro, esse é o momento de aproveitar a concentração para abordar conceitos, usar termos específicos, ou seja, aproveitar as condições para favorecer a assimilação do novo conhecimento, ou, ainda, favorecer a "curiosidade epistemológica", usando as palavras de Freire (2000). É também o momento onde os estudantes dialogam entre si o que pode contribuir para estabelecer mais relações entre idéias, apontar diferenças e similaridades, revelar outros contextos, ou seja, é um momento propício para a reconciliação integrativa de forma que o experimento estará sendo usado com a função Facilitadora da Assimilação.

Durante a aula, o D2 diz que "vai pensar sobre essa prática dos dados de uma maneira diferente". Na entrevista chega a afirmar que essa prática vai ser mudada, e, também durante a aula, sobre o experimento das balas falou: "da próxima vez eu vou contar esse numero de balas azuis, vermelhas... porque tão muito parecidos e eu vou ter que mudar". Essas falas trazem um refletir sobre o experimento. Então, perguntei que características do experimento permitiam essa reflexão:

> D2 – Fazer coisa com o dia-a-dia, que se eu pegasse uma solução, uma amostra real, a minha capacidade de intervenção sobre essa amostra seria... seria... nojenta. Quer dizer, eu taria modificando a realidade, enquanto que aqui não. Aqui é uma... algo que ta pedindo: "me meche meu filho! Modifica do jeito que você quiser".

Essa flexibilidade que o tipo de experimento comumente usado na ESA apresenta, apontada nessa resposta, é uma característica que permite uma aplicabilidade muito grande, como, por exemplo, testar hipóteses e fazer correlações. Nessa resposta, o D2 traz a flexibilidade como diferença entre o tipo de experimento da ESA e as práticas de laboratório. Parece estar implícito na sua fala que a natureza do experimento é o fator que permite, ou mesmo instiga, modificações de acordo com a intenção ou necessidade do docente.

Considerando os três experimentos, ficou clara a intenção do D2 de trabalhar com os estudantes divididos em grupos e individualmente, chegando a solicitar um relatório individual sobre o último experimento no final da aula. Essa variação levou-me a seguinte questão:

> P – Qual a importancia da variação de trabalhar com estudantes individualmente e em grupos e como os experimentos contribuem para essa variação?
>
> D2 – Ah, como me interessava a questão do jargão[18], o jargão é de cada um e o jargão não pode ser no coletivo. Não posso me dar ao luxo de ler, de um ter resposta e os outros simplesmente aceitarem a resposta que... que foi dado pra um, então pra cada um vai ter a sua resposta.

O D2 traz uma preocupação em obter uma idéia sobre a clareza, estabilidade e organização do novo conhecimento quando se refere a não ser possível o "luxo" de uma resposta individual ser simplesmente aceita por outros. Há uma consciência de que não poderia obter essa idéia com base nas ações coletivas, de que é preciso obter essa resposta de cada estudante. A aprendizagem parecer ser vista pelo D2 como de fato é: um processo idiossincrático, mas, que sofre influências das interações interpessoais.

Na aula do D3, o primeiro fato a chamar minha atenção foi a explicitação dos objetivos da experimentação no início da aula:

> P – Então, você fala o objetivo geral, diz que tem outros. Antes de falar quais são esses objetivos, eu quero saber a importancia de falar os objetivos.
>
> D3 – Então, assim, primeiro é... a importância....vou falar desse aí [o experimento da aula mostrado em vídeo], mas tem coisas que são gerais. Então primeiro assim, o aluno tem que saber onde ele quer chegar. É aquela história, o que é o objetivo é onde ele quer chegar. E de uma certa maneira, é... quando você sabe onde você quer chegar, o caminho por onde você vai trilhar, fica mais fácil, normal, isso é o normal. Então assim, eu acho que as coisas não podem ser uma caixinha preta pros alunos. As coisas tem que estar claras. Obviamente que em algumas situações você pode esconder por um algum

[18] Jargão é entendido aqui como a linguagem própria de um grupo profissional, ou mesmo, gírias usadas por pessoas de uma determinada área profissional. Revela, portanto, certo conhecimento sobre a área.

> momento, algum período, algumas coisas pra que propicie que eles descubram, mas é importante que eles saibam que caminho, né, trilhar. Então eu acho assim, eu vou chegar em tal lugar. E também assim, porque eles podem estar livres pra fazer as próprias correlações, enfim. Acho que é nesse sentido.

A experimentação não deve ser usada sem direcionamento quando se objetiva a aprendizagem. Não basta somente colocar o aprendiz diante do fenômeno, é preciso alguma orientação. É isso que está explícito na resposta do D3. No entanto, não significa que o conhecimento prévio não está sendo considerado, mas, que se está fornecendo limites para que os estudantes possam "estar livres para fazer as próprias correlações". Apresentar os objetivos permite que o docente forneça uma ferramenta que seleciona os conhecimentos prévios necessários (ou esperados) para a interpretação dos fenômenos observados. Assim, a função diagnóstica da ESA pode ser mais eficiente, na medida em que avalia o conhecimento prévio em um processo de correlação para atender objetivos pré-estabelecidos. Dessa forma, é possível que o estudante faça uma seleção dos conhecimentos prévios que deverão ser correlacionados para interpretar o fenômeno.

A ESA quando usada somente como motivação aos estudantes tende a ser apresentada sem orientações iniciais. Apenas se apresenta um fenômeno atrativo ao sentido da visão, não são feitas interpretações, correlações, diagnósticos ou avaliações. O objetivo é chamar a atenção dos estudantes.

A função Diagnóstica esteve presente o tempo todo na aula do D3. Para verificar se havia uma consciência do docente sobre a função que a ESA desempenharia em sua aula, questionei sobre vários momentos da aula:

> P – Você fala assim: Vocês estão fazendo observações e já estão fazendo conclusões. Como isso influenciou na sua aula? Como esse fato deles estarem fazendo observações e já chegando em conclusões influencia na sua aula?

> D3 – Bom, a depender da situação, isso pode ser bom e pode ser ruim. Mas assim, primeiro mostrar pra ele que aí você pode fazer diferenciação entre observar e concluir, quando isso é possível, obviamente, porque existem situações que o experimento é muito é... a interface é muito tênue e você não consegue muito diferenciar que isso é só observação, que isso é só conclusão. Mas que propicie algumas situações que o aluno perceba que existem diferenciações.

Observações podem levar a conclusões, entretanto, as conclusões são construções que resultam, normalmente, de associações de conhecimentos. Diagnosticar o conhecimento prévio através de um experimento requer que o estudante tenha a habilidade de observar e de associar as

observações com as informações que possui na sua estrutura cognitiva. A consciência que o estudante pode ter de que são dois processos diferentes é fundamental para seu processo de aprendizagem e mais importante ainda para o professor, ou seja, para o processo de ensino. D3 mesmo admitindo a dificuldade, intenciona mostrar que é possível fazer essa diferenciação.

> P – Vamos a outro trecho... Os alunos estão usando os sentidos para fazer as observações. Como o uso dos sentidos contribui para o processo de ensino e o de aprendizagem?
>
> D3 – Eu acho que é essencial, em Química principalmente. Você tem a questão do conteúdo? Tem. Tem a teoria? Tem. Mas essa questão da percepção, quando utiliza as propriedades organolépticas, dos sentidos, né, é essencial. Nesse experimento especificamente, onde eles é... a gente tava trabalhando com materiais diferentes, tentar chegar... ter um indício de que tipo de material, de substância... realmente imprescindível. E aí, eles puderam começar a utilizar alguma coisa que eles já tinham. Então, realmente pra mim é imprescindível. Eles vão construindo literalmente, percebendo que... as diferenças e semelhanças, que é uma coisa importante, que a gente busca, normalmente de forma geral, nas disciplinas, ou na vida né? Compare: quando você compara você diz o que é igual, o que é diferente. Normalmente, as pessoas quando comparam, pensam nas diferenças, por assim dizer eu falo normalmente é da experiência que eu tenho vivenciado com as turmas de química. Eles buscam o que é diferente. Sim, e o que é igual?

Os sentidos são as portas para entrada dos dados observados e quando o mesmo dado é percebido por mais de um sentido, há um processo de consolidação da informação obtida. Afirmar que uma substância está no estado líquido é reforçado quando podemos ver como a substância ocupa o volume do recipiente que a contém, quando podemos manipulá-la, transferir para outro recipiente. Consistem em ações que podem levar a uma comparação com outras substâncias ou com modelos explicativos para as propriedades que sentimos. A experimentação é uma ferramenta poderosa de estímulo aos sentidos, superando nesse sentido, além da linguagem falada e escrita, o uso de imagens (fotos, vídeos, desenhos e representações). O D3 chama a atenção que esse estímulo, que considera imprescindível, é que proporcionou aos estudantes "começar a utilizar alguma coisa que eles já tinham". Ou seja, um estímulo para que surgisse o conhecimento prévio a partir das construções que os estudantes fizeram buscando semelhanças e diferenças em um processo natural, ou que buscamos "na vida".

Ainda com a intenção de investigar sobre uma provável função Diagnóstica da ESA pelo D3, perguntei:

> P – Vamos ver outro trecho. Sobre as informações que eles já tem, você já falou que chama isso de conhecimento prévio. Qual a importancia desse conhecimento prévio para sua aula? Você já previu ou contava com a presença desse elemento na sua aula?

> D3 – Vou inverter a ordem. É assim, pelo tipo de conhecimento, sim. Existem coisas que... situações que alguns alunos podem ter outros não. Mas assim, no nível que isso foi dado, foi abordado, sim. Achei que todos eles iam saber reconhecer o que a gente costuma chamar de álcool, agora...
>
> P – Então, você contava com esse elemento para sua aula?
>
> D3 – É, mas, assim, poderia acontecer ou não. Se ele não tivesse... se ninguém reconhecesse, a gente ia direcionando. Mas eu contava com ele. Qual foi a outra pergunta?
>
> P – Qual a importância do conhecimento prévio pra aula?
>
> D3 – Assim, o conhecimento prévio, ele é um... como se fosse uma escada. Você vai, na verdade, galgando os patamares. Então, quando você tem esse conhecimento prévio, normalmente, ele é uma base, ele serve de base. Então, pra você alicerçar outras coisas, acrescentar e ampliar ou aprofundar, isso é extremamente importante. Isso principalmente quando você quer aprofundar.

Pela sequência de respostas descrita, o D3 já planejou a sua aula contando com alguns conhecimentos prévios dos estudantes que serviram de base para outros conhecimentos. As características da ESA que foram usadas pelo D3, aproximam-na também da função Facilitadora da Assimilação. Essa função está caracterizada quando D3 fala em aprofundamento, que pode ser associado ao princípio da diferenciação progressiva, já que faz uma busca de conceitos mais específicos que explicam o fenômeno, que se inicia de características gerais do fenômeno associáveis a conceitos gerais.

Quando D3 fala sobre alicerçar, acrescentar ou ampliar pode estar se aproximando do princípio da reconciliação integrativa, uma vez, que essas ações podem estar voltadas a exploração de relações entre idéias ou apontar similaridades e diferenças significativas, reconciliando discrepâncias reais ou aparentes (como parece mais evidente nas respostas da questão anterior).

> P – Você fala: vamos agora utilizando um conhecimento mais aprofundado que não é simplesmente o conhecimento do dia-a-dia. Qual a diferença entre o termo conhecimento do dia-a-dia e conhecimento aprofundado?
>
> D3 – Esse conhecimento aprofundado, dessa maneira que eu coloquei, é você já utilizando o conhecimento científico, já utilizando essa coisa mais elaborada, o conhecimento científico. Que talvez nem apareça tanto como científico, mas, é nesse sentido deles já fazerem as correlações, deles já é... pensarem nas hipóteses que eles levantaram, já associar com algumas observações, já relacionar com a teoria que eles tem, então, é já sistematizando as informações. Então, realmente era óbvio.

Ao fazer essa distinção, podemos inferir que o conhecimento prévio pode apresentar duas origens para o D3: o conhecimento científico e o não-científico ou senso comum (conhecimento dia-a-dia). Entretanto, nesse momento da aula o conhecimento prévio que é solicitado aos estudantes é o que resulta das associações entre observações, hipóteses e teorias, ou

seja, o conhecimento que o D3 chama de aprofundado, o conhecimento científico. Associando ao trecho a seguir, podemos encontrar algumas pistas da ação consciente do docente:

> P – Aqui tem outra fala sua [mostro o trecho do vídeo], esse "restringir mais a abordagem do experimento, focando mais determinados aspectos", é uma estratégia?
>
> D3 – Isso na verdade foi pensado.
>
> P- Foi pensado. Como foi planejado e quais os objetivos?
>
> D3 – Isso foi pensado justamente pela questão de que, apesar de ser tudo muito... o experimento muito simples, né, você pode ir pra vários campos do conhecimento dentro da Química. E a gente tinha, na verdade, que tentar ali direcionar. Qual é o foco que eu queria chegar? Porque senão você perde o fio da meada, você perde o roteiro da aula. Então a restrição foi nesse sentido, foi proposital, e assim, pensada. Porque pode acontecer várias e várias hipóteses e direcionamentos e chegar a um determinado momento que eu vou direcionar. Aliás, eu fiz isso em algumas situações né? Mas essa daí especificamente, já tava direcionado pra isso. Eu me lembro que quando eu fiz a aula, eu fiz um roteirozinho, vou falar assim, vou chegar assim... pode acontecer isso e isso, se acontecer isso, vou por esse caminho... algumas coisas, né, foram pensadas.

Duas características da ESA são apontadas nessa fala. A primeira, já vista, é a possibilidade de acesso a "vários campos do conhecimento dentro da Química" (é possível ampliar a abrangência para outras ciências, se pensarmos na interdisciplinaridade), que é característica inerente da observação da reprodução de um fenômeno do cotidiano. Não conseguimos pensar de maneira disciplinar quando interpretamos o que ocorre no nosso dia-a-dia. Parece-me ser mais viável pensar disciplinarmente quando analisamos um sistema ou uma reação produzida em um laboratório, com variáveis selecionadas e outras anuladas ou atenuadas sob um viés teórico que permite antecipar resultados e interpretações.

A segunda característica da ESA apontada é que, ainda que seja possível abordar vários campos do conhecimento, o professor pode direcionar ou restringir os vários caminhos a serem trilhados. Talvez resida nessa ação do professor, uma dificuldade quando se usa a ESA: manter o foco em uma direção, administrando as possibilidades que são levantadas pelos estudantes, requer reflexão e ação imediata do professor. Algumas situações na aula do D3 estão ligadas a essa segunda característica e originaram as seguintes questões e respostas:

> P – A pergunta que o estudante faz (no trecho do vídeo mostrado) traz uma nova situação. Você fez um experimento, montou uma sequencia, e o estudante traz uma pergunta...
>
> D3 – que envolve outros assuntos...
>
> P- É, que envolve outros aspectos. Como você caracteriza esse tipo de pergunta que traz uma nova situação pra aula? Qual a importância desse tipo de pergunta? Isso atrapalha, colabora?

> D3 – Eu acho que todas as perguntas dos alunos, mesmo, assim... é... porque quando você me pergunta e é muito diferente do que você está esperando, até dá um baque, né? Mas, todas as perguntas dos alunos, elas são importantes. O que pode acontecer é, ou o aluno pergunta uma coisa muito fora que ta completamente... que ele ta viajando na maionese completamente, né? Isso pode acontecer. Aí você tem que respirar fundo pra poder trazer, porque acontece. Ou o aluno, ele tem uma visão já mais avançada daquilo ali, e... ou o conhecimento mais a frente que leva ele a dúvida, e isso é pertinente. E aí, claro, o professor naquele momento ali ele tem que saber até onde ele pode ir, e as vezes, realmente, até onde ele sabe ir, porque é outra coisa que a gente também tem que lidar com isso muito naturalmente. E aí nesse caso, aparecem outros elementos realmente que... aí tem a questão de... não é nem só interações interpartículas, que eu nem entrei, mas, tem a questão físico-química, enfim, várias indagações... outras correlações, né?

A resposta do D3 aponta novamente para a reflexão e ação necessária para que a atuação do docente possa manter a aula dentro dos objetivos traçados, mesmo em situações de perguntas distantes do foco e perguntas que trazem conhecimentos para além do que está sendo abordado. O docente, nesse momento, pode usar o experimento para permitir que o estudante saia da generalização e da crença em se ter atingido a explicação exata e real sobre o fenômeno observado, contribuindo para uma visão mais apropriada epistemologicamente da ciência. Nesse ponto, essa mesma ação deve abordar o conhecimento científico, ou ainda, estabelecer relações de dependência com situações, atributos específicos e características contextualizadas.

> P – Um estudante ao responder que tipo de interação ocorre entre sal de cozinha e água gaseificada, afirma que houve uma reação química [mostro o trecho do vídeo correspondente]. É um erro que o estudante comete, a partir de uma interpretação equivocada. Como você avalia o surgimento desse erro na aula? Que importância tem?
>
> D3 – Eu acho que é primordial, porque assim, o erro normalmente, ele é desmerecido. Quer dizer, eu não sei nem se eu posso falar esse normalmente. Vamos dizer assim, na minha experiência como estudante, o erro era desmerecido. E, a gente teve oportunidade de, trabalhando, de identificar que tinha o erro, porém, surgem várias situações que faz o aluno pensar, ou melhor, repensar. E aí quando você pergunta em cima daquilo que ele falou, que é o erro, foi o erro, mas, sem querer... na verdade, a intenção não é dizer que está errado, é questionar. Não é dizer: ah! Isso ta errado. É fazer com que ele pense, você faz com que ele reavalie. Você faz com que ele pense em outras possibilidades, você faz com que o outro que esteja do lado veja que tem outra possibilidade, enfim, então aí eu acho que vem a.. então, eu acho o erro extremamente importante, quando você sabe... quando ele é bem trabalhado. Assim como no acerto, o acerto também tem que ser bem trabalhado.
>
> P – Nesse outro trecho você fala: poder pode várias coisas. Revela um gama de possibilidades que o experimento traz. Como um experimento com uma gama de possibilidades de interpretações influencia no processo de ensino e de aprendizagem?
>
> D3 – Bom, primeiro assim, o estabelecimento do objetivo é extremamente importante. Então, o que eu queria nessa aula, como eu disse a eles, é a questão da observação e do levantamento de hipóteses. Mas, ta dentro do escopo dessa aula, um conteúdo, ou uma, digamos assim, uma parte de um conteúdo de Química. Então, na verdade, assim, apesar do experimento dar possibilidades de várias outras coisas, mas você precisa focar. Então um experimento que possibilite várias coisas pode ser retomado posteriormente e acrescentado. E aí, essa aula agora pode passar a ser o conhecimento prévio do próximo e do próximo. Então, isso na verdade, eu acho que é uma engrenagem, então, extremamente...

As três situações questionadas revelam a diversidade de abordagens que o experimento normalmente usado na ESA apresenta. Entretanto, a atuação do professor pode ser de maneira que essa diversidade seja positiva, principalmente, quando há a intenção de se realizar um diagnóstico do conhecimento prévio dos estudantes. Além da função Diagnóstica, a última resposta da D3 traz aspectos da função Facilitadora da Assimilação quando cogita a possibilidade de que o conhecimento obtido na aula "passe a ser o conhecimento prévio do próximo".

O D3 considera importante trabalhar bem o erro tanto como o acerto, no caso da experimentação. Trabalhar o erro é analisado por Giordan (1999), conforme o referencial teórico dessa pesquisa, como uma "estratégia para resolução de uma problemática" e como integrante de uma "dimensão psicológica da experimentação" (ibid. p. 46). A pré-disposição que apresentamos diante de um fenômeno do cotidiano, naturalmente nos conduz a busca de uma explicação com base no que temos em nossa estrutura cognitiva que pode ser acertada ou equivocada. A ação do professor pode ser determinante para o resultado dessa tentativa da explicação do fenômeno. Usá-la de forma adequada é algo que aproxima à assimilação da nova informação; desconsiderá-la, ou simplesmente rechaçá-la, pode se constituir em um bloqueio psicológico entre o conhecimento prévio e a nova informação, portanto, ao próprio princípio da assimilação.

O D3 traz expressões, intenções e ações que mostram proximidade com a TAS (conhecimento prévio e o seu uso na aula, por exemplo). Como essa observação estava muito evidente na entrevista, tentei averiguar mais sobre os conhecimentos do D3 sobre o papel do conhecimento prévio na sua aula:

> P - Em outro trecho, você comenta que talvez nesse momento os estudantes talvez já devessem ter um conhecimento prévio sobre o que estava abordando. Qual a implicação da falta desse conhecimento prévio para a sua aula?
>
> D3 – Eu sempre procuro encarar esse... é... isso aí que seria um fator... não é negativo né? O que ele deveria ter e que, na minha opinião, o aluno já deveria ter e não tem, a gente aproveitando pra acrescentar outras coisas. Porque, é aquela história, a gente tinha falado anteriormente que quando eles tavam tomando uma conclusão, se formava outra substância ou não. Então, se não formava, ele não poderia me dizer HCl, uma vez que ele... aí, a gente pressupõe que ele sabe que HCl é uma outra substância. Porque ali, agora mesmo, quando a gente vai fazer a representação no quadro é vamos agora representar, de que maneira simbolicamente a gente pode representar esse sistema que a gente viu. Ou quer dizer, na verdade, o que a gente não viu, o que a gente está... né... é... imaginando ou discutindo sobre o que ta por trás daquele sistema, porque a gente, na verdade você não ta vendo, você ta vendo o macro, mas aí ta tentando representar o micro.

Segundo a resposta, o D3 apresenta novamente uma ação fruto da reflexão diante da resposta do estudante. Sua ação, ao que parece, depende do conhecimento prévio do estudante que é aproveitado para a ancoragem (que pode ser ligada a palavra "acrescentando") de novos conhecimentos.

Durante a execução do experimento, outra característica da ESA (já apontada pelo D2) originou a seguinte pergunta:

> P – Você faz alterações no experimento. Você faz uma sequência do que planejou e o experimento te permite que você acrescente mais sal, faça novas misturas, Que importância tem isso?
>
> D3 – A questão da ampliação e do aprofundamento. Então, toda vez... você volta pra essa possibilidade de você é... construir, você reconstruir a partir do erro, de você construir a partir da observação, de você acrescentar, então, você vai ampliando e aprofundando. Então, isso aí é, sem dúvida, uma mola mestra no experimento.

Tal "mola mestra", uma vez que está ligada a "ampliação" e ao "aprofundamento", pode ser uma característica que favorece a função Facilitadora da Assimilação. Fazer alterações no experimento possibilita um dinamismo que atende as interações possíveis dos estudantes com o experimento. É possível que o estudante teste suas hipóteses, seus conhecimentos, as interpretações que faz diante das observações, ou seja, abre espaço para que o estudante confronte suas próprias idéias e encontre respostas ou novas questões. Isso rompe com um modelo de ensino onde o professor fornece as respostas e não permite que os estudantes testem seus próprios conhecimentos. Foram feitas várias alterações no experimento em relação ao que o D3 tinha planejado e este afirmou que realmente não planejou, mas que as alterações contribuíram para a abordagem do conteúdo ligações interpartículas[19].

Ainda sobre a aula do D3, o experimento no início da aula foi seguido das discussões e culminou com a representação dos fenômenos observados com a linguagem específica da ciência Química no quadro branco (equações químicas, modelos, fórmulas dos compostos). Mesmo nesse último momento da aula, o D3 continuou mostrando os sistemas usados na experimentação estabelecendo ligações entre aspectos macroscópicos (propriedades dos

[19] A expressão "ligações interpartículas" é reivindicada pelo D3 como sendo a expressão que usa para substituir "ligações intermoleculares", expressão comumente usada nos livros didáticos. A justificativa que o docente apresenta é que a expressão "ligações intermoleculares" é usada para designar ligações entre moléculas e outras partículas, como os íons, assim, considera mais apropriado fazer referência a expressão "ligações interpartículas" para abranger as possibilidade de ligações entre os vários tipos de partículas.

compostos e das misturas dos sistemas) e aspectos microscópicos (representações e modelos teóricos). Assim, julguei necessário perguntar:

> P – Sobre a etapa de representação que está bem clara na fala no próximo trecho (mostro outra parte do vídeo, onde o D3 chega até a levar um dos sistemas para próximo do quadro). Como o experimento contribuiu para você fazer a relação do micro com o macro?
>
> D3 – É essa conexão. Porque a grande dificuldade da Química é você fazer a correlação de micro e macro. [...] Então, o experimento, ele facilita essa questão de você fazer as correlações e de você mostrar pro aluno que, por exemplo, aí nesse caso, é uma representação do real, do concreto. Isso tudo são elementos que facilitam, que aproxima mais realmente.

Portanto, segundo o D3, o experimento facilitou a relação do real com o aspecto representacional. E a ação de apontar para os sistemas, chegando mesmo a levar um dos sistemas para próximo da representação no quadro, deixa evidente a intenção de promover essa relação. Assim, o D3 destaca como característica do experimento facilitar o estabelecimento de relações entre os aspectos macroscópicos, que pode ser relacionado aos aspectos observáveis (ou percebidos pelos sentidos, portanto, mais próximo do conhecimento prévio), e os aspectos microscópicos, que dependem fundamentalmente de modelos teóricos e conceitos. Essa é uma característica da ESA que pode ser categorizada dentro da função Facilitadora da Assimilação se considerarmos, principalmente, a dependência que existe entre as interpretações microscópicas e a teoria.

A aula do D4 iniciou com a exposição do conteúdo referente ao experimento seguida da sua execução. O primeiro evento que chamou a minha atenção na aula foi a mudança de postura dos estudantes no momento em que o D4 começa a preparar o experimento. No momento em que vai ocorrer a precipitação ocorrem uma movimentação na sala. Os estudantes, que passaram toda a aula sentados no fundo da sala, levantam e sentam-se nas primeiras cadeiras da sala. Por isso, perguntei ao D4 se havia percebido uma alteração do interesse dos estudantes, em relação a parte inicial da aula, quando não tinha iniciado a experimentação:

> D4 – Sim, não vou dizer de todos, mas de uma parcela bem significativa houve sim.

Esse aspecto da ESA associado à curiosidade e a motivação dos estudantes já foi discutido na parte referente à aula do D2 e é confirmado pelo D4.

Em dado momento da entrevista, perguntei ao D4:

> P – Mais adiante, aqui mesmo (mostro outro trecho do vídeo). Exatamente aqui... eu gostaria que você esclarecesse essa afirmação que você fala assim: "que a presença dos agentes complexantes vai aumentar a solubilidade porque desloca o equilíbrio", e você disse que "isso ficou bem claro no experimento". Eu queria que você destacasse um pouco mais como é que o experimento contribuiu pra essa sua afirmação?
>
> D4 – [...] a questão do contraste visual. A partir do momento que nós começamos com uma solução incolor que era de cloreto de sódio, o próprio nitrato de prata, até a gente explicou que como era... você teve que extrair aquilo, tava meio escuro, mas, não tinha partículas ali precipitadas. Então, a partir do momento que você precipita, é... mistura dois meios incolores, não é? É... a gente sabe quais são os constituintes químicos que estão ali, e quando você mistura, você tem aquele, aquela coisa leitosa imediata formando, né? E depois você coloca amônia, que é o que tem a solução comercial de amônia basicamente, não é um reagente extremamente puro, mas é basicamente moléculas de amônia tem ali. Então, a partir do momento... o impacto foi... foi grande nos dois sentidos. Tanto o impacto inicial de formar aquela coisa leitosa, quanto o impacto visual daquela coisa desaparecer. E como a única coisa que nós estávamos adicionando ali era amônia, então não tinha muita alternativa pra não considerar o equilíbrio de complexação. E aí você faz menção, obviamente, em cima da coisa teórica que você colocou no quadro.

O D4 traz a importância dos aspectos visuais da ESA que permitem a comparação entre estados iniciais e finais de uma transformação e como isso propicia a relação com o conteúdo trabalhado.

A abordagem teórica feita pelo D4 incluiu a avaliação de cinco fatores que influenciam no equilíbrio de solubilidade. Destes, somente um dos fatores foi analisado com o auxílio do experimento. Perguntei, então, se poderia resultar em uma diferença no processo de aprendizagem entre os fatores abordados de forma expositiva em relação ao fator abordado com a ESA. Sua resposta foi:

> D4 – É claro que aquele que a gente viu, não tenha dúvida que os estudantes vão sair da sala de aula com ele na cabeça. Mas, aí é que ta a questão: é... nós vimos um caso específico, cloreto de prata com amônia deslocando o equilíbrio com formação de complexo, mas se as relações forem bem estabelecidas, você pode puxar uma coisa da outra. Por exemplo, o oxalato de cálcio o que você tem? Não é uma formação de complexo que você tem, ali é formação de um ácido orgânico fraco, mas, o princípio é o mesmo, né? É algo que ta sequestrando um dos produtos do meio, não ta sumindo com ele, mas ta transformando em outra forma. Então, se o indivíduo, se o experimento que é específico pra uma situação, ele é bem abordado em termos de competição, de deslocamento, se isso realmente... se o professor e a turma conseguem em conjunto fazer isso de uma forma legal, o estabelecimento de relação com os outros, eu acho que fica bem mais tranqüilo. Então, assim, é claro que eles tão saindo com a cabeça, talvez eles não vão esquecer nunca o cloreto de prata com amônia, mas, na hora que eles forem confrontados com algo, não idêntico, mas de situação semelhante, aquela impressão que eles ficaram com ela, com certeza, vai dar condições pra eles caminharem com as próprias pernas praticamente.

Segundo essa resposta, foi possível perceber que o D4 atribui ao experimento não só a abordagem do conteúdo. Também faz referencia ao desenvolvimento da habilidade de

estabelecer relações e a competência de resolver situações novas. Por isso, encontro nessa resposta uma aproximação com a função Consolidadora. Todavia, é necessário avaliar qual foi o grau de assimilação dos conceitos pelos estudantes, principalmente, devido a aula do D4 ter sido predominantemente uma exposição de conteúdos, mesmo que tenha sido para explicar o fenômeno ocorrido na ESA, com pouca participação dos estudantes.

A aula do D5 teve dois aspectos que diferenciam das outras aulas. Em primeiro lugar, a ESA foi feita no laboratório, usando materiais simples e do cotidiano, conforme já foi comentado anteriormente. Segundo, antes do experimento da ESA, houve outra experimentação feita pelos estudantes com materiais de laboratório, dentro de uma proposta do docente. A proposta consistia que estudantes que estavam repetindo a disciplina deveriam pesquisar e realizar experimentos sobre o conteúdo que estava sendo abordado na aula prática de laboratório. Os experimentos propostos pelos estudantes deveriam ser diferentes do experimento programado na disciplina. Solicitei, então, ao D5 que comentasse sobre essa proposta tendo em vista os objetivos e os resultados.

> D5 – Olha só, é... isso me veio... essa idéia de utilizar, digamos assim, esse tipo de metodologia específica me veio porque me incomodou de certa forma. Por que? Eu percebi que os alunos que repetiam a disciplina comigo, quando eles iam pra prática, eles já iam com aspecto de monotonia, né, de ser monótono pra eles e repetir algo e ficar a coisa muito repetitiva e desinteressante pra eles. Eu percebia isso, né? E ái eu comecei a trabalhar o lado de como eu posso fazer para que esses alunos não fiquem tão desmotivados quando for pra parte prática, uma vez que ele já sabe que em tal conteúdo vai ter um experimento que o experimento é aquele... enfim. E nesse, nesse pensar, me veio a idéia de, olha eu posso fazer o seguinte, eu não vou dispensar porque não é interessante, aí já é mais um motivo pra ele desinteressar, né, dispensar da prática só porque eles fizeram... é... passaram por todo esse processo de repetição e tal. Eu não vou dispensar, isso não é também... não faz parte da minha... do meu perfil como professor. Eu procuro sempre fazer com que os alunos participem, né? É claro que aí em algumas situações a gente não consegue, né? Porque entra o lado pessoal, né, da pessoa que ta ali presente. Aí eu disse, olha então a única forma de não ficar tão monótono e tão assim é... deixado de lado, pedi pra esse alunos que eles tragam novos experimentos simples, mas, um simples que pode enfatizar muito bem e complementar a teoria, mostrar que a teoria tem razão, né? O que ta sendo dado pra gente como teoria, pode sim, é... ser justificada em função da prática. Não os mesmos experimentos que eles fizeram no semestre passado, que eu to fazendo com o pessoal recente, mas, algo que eles vão atrás mesmo. E ta dando certo. Isso aí desde que... há dois anos atrás que eu venho fazendo esse tipo de processo. Os resultados tem sido excelentes, porque eu tenho percebido interesse por parte deles, a preocupação de pesquisar, porque eu dou quinze dias pra eles, vem me perguntam: professor, isso pode ser substituído e tal? Olha, corre atrás do técnico. Porque o que ficou acertado entre nós, inclusive perante o pessoal, os novatos, foi que vocês vão ter que se virar em... nos trinta pra trazer algo. Esse algo não precisa ser sofisticado. Esse algo precisa ser algo que mostre que a teoria tem uma certa razão de estar ali presente até então e que funcione. Então, procure os técnicos, veja se o material tal... E diante disso, eu tenho visto que tem dado resultados excelentes, eu acho que você chegou até a gravar um pouco duma prática, né? Eu não me lembro bem qual foi... uma prática aí... é da cinética né?

Ainda que o experimento esteja voltado para justificar teorias (ou "mostrar que a teoria tem razão"), nas palavras do D5, e que o tipo de experimento não seja o objeto de estudo da pesquisa, destaco essa proposta como um exemplo de uso da experimentação que pode ser relacionada com a função Consolidadora, principalmente, no fato do estudante pesquisar e trazer outro experimento, ou seja, uma situação inédita para interagir com o conteúdo já visto. Dessa forma, o estudante que repete a disciplina pode revelar indícios da estabilidade e da organização do conhecimento que já foi abordado na primeira vez que participou da disciplina. Para o professor consiste em uma oportunidade de avaliar os processos de ensino e de aprendizagem, refletir-na-ação e agir a partir dessa reflexão. A reflexão do D5 sobre o desinteresse e a falta da participação desses estudantes originou sua ação de elaborar e adotar uma nova proposta que trouxe resultados considerados por ele excelentes. Assim, o D5 apresentou uma ação que se aproximou da função Consolidadora, com a ressalva que não foi especificamente para a ESA.

Entretanto, como já demonstrei em respostas anteriores, as concepções desse mesmo D5 sobre a ESA apresentam um direcionamento centralizado na comprovação de teorias, mesmo realizando um experimento que poderia diagnosticar facilmente o que o estudante já sabe, ele anula essa possibilidade, como é possível ser observado na resposta a seguir:

> P – Em outro trecho do vídeo, você ta montando o sistema ainda e já fala que vai usar água quente e vai conseguir de forma natural o café feito. Você também coloca que quando for usar água na temperatura ambiente, ou até mesmo, água refrigerada, vai dificultar que o café seja feito. Então, antes de realizar o experimento, você está antecedendo o que vai acontecer. Por que essa escolha?
>
> D5 – Essa escolha foi, basicamente, em função de um motivo. Isso... esse tipo de demonstração é algo que não é nada de novidade. Porque quando você pega café, quem é... por menos que a pessoa fez café, mas já observa que em água fria a solubilidade dele vai ser quase que mínima, enquanto... enquanto que a quente a solubilidade vai ser muito maior. Diante desse aspecto, partindo do princípio que, o que eu to pegando é... de material alternativo, ele já tem um certo conhecimento é... eu procurei antecipar esse lado aí, tá entendendo? Isso foi é... subjetivo, porque... ou mesmo o chá ou alguma coisa assim, quem não sabe hoje em dia, no nível em que a gente se encontra, não sei no nível do ensino médio, né, depende da realidade, mas, você pediu pra fazer pro pessoal que já se encontra na Universidade. Quem que não já sabe que um pacotinho de chá, certo, em água fria dificultará ser solúvel, enquanto que em água quente já há solubilidade, né? Isso o pessoal já tem idéia de certa forma e que o enfoque meu não era esse, né? E sim mostrar a parte da influência da... aumentar a entropia em água quente, né, e a diminuição da entropia em água fria. Por isso eu me antecipei, em vista disso, né, partindo do princípio que eles já sabiam o que é que tava acontecendo em um e no outro. E aí já tava sabendo dessa forma.

O D5 pressupõe que já existe um conhecimento dos estudantes sobre o processo e como o seu "enfoque" não era esse conhecimento, sua ação descarta as possibilidades de diagnóstico inicial a partir da experimentação. Não considera que o tipo de experimentação

dentro do contexto da sua aula é uma novidade e que existe a possibilidade de que alguns estudantes nunca terem preparado café, ou nunca observaram o preparo de café como um fenômeno, ou ainda, nunca fizeram alguma relação entre conteúdos e esse fenômeno. Ao mesmo tempo, liga os materiais alternativos ao conhecimento prévio dos estudantes. A investigação prosseguiu, então, no sentido de encontrar quais os objetivos do D5 para o uso da ESA. Assim, além de perguntar sobre os objetivos no primeiro bloco de questões, perguntei ainda:

> P – Vamos ver outra fala. Você diz aqui [mostro trecho do vídeo correspondente], os objetivos que mencionou no início[20]. Você diria que essa é a função do experimento nessa aula?
>
> D5 – Eu diria que sim.
>
> P – O experimento poderia ter outras funções além dessa?
>
> D5 – Rapaz, pelo que eu até agora vejo, não consigo enxergar se poderia ter outro, fora esses que foi citado, que a gente vem falando. Não.
>
> P – Vamos ver outro trecho. Você solicitou aos alunos situações e materiais do cotidiano pra relacionar com o experimento. Qual a importancia de relacionar esse experimento com outros materiais e situações do cotidiano?
>
> D5 – Isso aí, eu chamei a atenção é... e entra até na dos objetivos que você perguntou se tinha outros objetivos, é... despertar neles, no pessoal, a criatividade, esse seria um dos pontos que eu esqueci até de te dizer, agora me lembrei, a criatividade. Quando eu encerro pedindo pra ele que tipo de material poderia ter substituído o pó de café, ou até mesmo o sistema, é... mostrando, chamando a atenção dele que a criatividade daí também é um item que, principalmente, dentro de uma Universidade, a pessoa tem que ter esse lado de iniciativa, começar a criar, não criar por criar, né? Criar dentro do... da parte sistemática toda, em termos de conteúdo, coerente sendo... nesse sentido aí.

Esse diálogo revelou que a reflexão do D5 resultou no encontro de um outro objetivo: desenvolvimento da criatividade. Entretanto, a última resposta não apresenta uma consciência da importancia desse objetivo especificamente para a formação do licenciado, mas, generalizando para a Universidade e de novo priorizando a "parte sistemática", o "conteúdo".

3.3 O terceiro bloco de questões: avaliando a ESA

A partir de questões que visam avaliar a ESA, o terceiro bloco constitui um produto da reflexão dos docentes entrevistados diante da própria ação em sala de aula.

---

[20] O D5 afirmou que os objetivo do experimento foram "mostrar a segunda lei e, também, um pouco da primeira lei da Termodinâmica".

Como todos já haviam ministrado a mesma aula sem experimentação, pude então perguntar quais as principais diferenças que puderam detectar entre a mesma aula com experimentação e sem experimentação:

> D1 – Ah, ela foi mais gostosa, foi mais leve, né? Foi melhor, é melhor mesmo. Sem sombras de dúvidas. Porque, as vezes, vou lhe ser muito honesta, as vezes, existe muito pré-conceito, principalmente, quando você leva um material de baixo custo, né? Então você fica – ah... com medo, inclusive da crítica do outro. Tem um experimento que eu levo tão "simpleszinho" [sic] na aula de eletroquímica, mas é um experimento que eu acredito que é fundamental. Mas eu já ouvi: "ah, que bobagem!" Aí eu fico assim, poxa, e todo mundo tem medo de se expor. Eu não acho bobagem não. Acho que é interessante sim. Mesmo em experimentos simples, né, mas que traz diversos conteúdos. Você fica assim... as vezes eu fico preocupada assim: nem sempre, até por questão de tempo, eu consigo assim – bom, esse experimento eu consigo pra esse, vamos dizer, pra esse conteúdo, pra esse que eu quero desenvolver. Não que não seja impossível, mas é importante sim. Bem interessante!
>
> D2 – Ela não funcionaria sem experimentação.
>
> D3 – Aí eu acho assim, sem dúvida alguma a experimentação ou a aula com experimentação, mesmo o aluno mais acomodado, né, ele parece assim que mexe um pouquinho. Então, ela... eu acho assim, o aluno que é participativo, ele participa de qualquer aula. A questão do interesse. Mas, é... essa aula com experimentação ela consegue, além de captar mais ainda esse aluno que já é participativo, porque dá possibilidades outras dele ampliar, aquele aluno que é mais distraído, que dorme um pouquinho mais na aula, por exemplo, ou que não consegue fazer a conexão, né, porque as vezes você ta falando, achando que ta falando muito bem, ou muito claro, mas não está chegando ao aluno. Então, lhe dá possibilidade de chegar um pouco mais, isso aí sem dúvida.
>
> D4 – É... como nós já conversamos, uma parte significativa da turma, principalmente aqueles que são geralmente mais apáticos, eles, eles avivaram nesse momento. Porque, assim, é... isso é independente de avaliar o estudante A, B ou C, mesmo porque o professor também ele entra nessa avaliação. Sempre você vai ter um sistema meio que heterogêneo na turma, aqueles que são bem identificados com o tema, aqueles que já não são tão identificados assim. Aqueles que já são muito identificados com o tema ou que tem uma afinidade pela disciplina ou talvez até uma afinidade pelo docente, isso acontece, é óbvio, ele já tem um grau de animação bastante satisfatório durante a aula. Mas tem aqueles que não, por um motivo ou por vários motivos. E um experimento como esse claro que ele tem um efeito também pra aqueles que são mais animados, mas, eu acho que o efeito é bem maior pra aqueles que, ou tem mesmo receio porque tem uma dificuldade no assunto, ou porque acha que o professor talvez não seja muito acessível ou alguma coisa desse tipo. Não necessariamente que isso esteja ocorrendo na minha aula ou qualquer outro professor, mas, pode ocorrer. E aí eu acho que o experimento, ele... a pessoa talvez que fica mais acanhada, mais reprimida por um motivo qualquer, ela se sente mais a vontade de... mesmo porque ela vai sentir que não é só ela que ta indo no embalo, é a turma toda.
>
> D5 – É dá prá perceber, né? É... porque a partir do momento que você começa a abordar esse tipo de metodologia, você vê que a coisa pode ser mostrada simultaneamente, teoria e prática, teoria e prática e entra aquela parte da visibilidade, né? Enquanto você ta apresentando a parte teórica é... eles tão vendo o que está acontecendo. Por isso aquela pergunta da visibilidade é importante. Então, há essa vantagem. Agora tem um parêntese nessa história. Nem sempre, aí entra naquela limitação mesmo, nem sempre é possível a gente utilizar deste tipo de metodologia, porque, por mais que você se vire nos trinta, seja criativo, dependendo do conteúdo, você não tem como. E... quando você consegue é algo que fica muito distante, muito simplório, pra o nível de Universidade, talvez isso facilite lá no ensino médio, porque, é até uma forma de... é uma maneira de você incentivá-los e ver que eles tem condições de fazer. É só eles quererem. Então, voltando, nem sempre. Por exemplo, quando você vai pra Geral I, que tem umas... uma... uma teoria complexa como estrutura atômica, cara, quando você pega algo... aliás tem várias possibilidades de você... montar um sisteminha, mas, é muito distante.

> Estrutura atômica.... a coisa fica muito simplória. É claro que aquele simplório vai aproximar mais a compreensão da teoria, né, em termos de quem tá aprendendo, mas, é algo que deixa a desejar e fica muito desejado, fica muito assim simplório mesmo. Então, é... isso deu um ponto importante, quando se tem condições, né? Eu vejo a coisa simultânea, prática teoria, andando juntos, né? É... faz com que a compreensão seja mais ali forte, né? É nesse sentido.

Todas as respostas apresentam uma avaliação positiva da aula com experimentação. As respostas do D1, D3 e D4, apesar de não atenderem diretamente a comparação que a questão solicita, revelam uma dimensão da ESA diretamente ligada a aspectos cognitivos dos estudantes quanto ao interesse e participação. O D1 aborda o "pré-conceito" de que experimento simples é "bobagem". Estes aspectos só aumentam a necessidade de investigar esse tipo de experimentação para que respostas possam ser obtidas no sentido de desmitificá-la. É nessa mesma linha que o D5, além de manter a sua linha centrada na associação da experimentação com a teoria, traz um posicionamento de que o experimento típico da ESA é muito distante, "muito simplório, pra o nível de Universidade". Irei tratar dessa concepção do D5 mais adiante quando ele volta fazer o mesmo posicionamento.

Na tentativa de buscar os motivos para que os docentes não realizem ESA com mais frequência, perguntei:

> P - Quais as dificuldades pra realizar essa experimentação dentro da aula?
>
> D1 - Nenhuma. No caso dessa nenhuma.
>
> D2 – Esse? Não, esse é bom, esse é fácil.
>
> D3 – Bom, primeiro que foi a primeira vez que eu fiz. É porque assim, tudo é experiência, né? Então, você fazer pela primeira vez, você fica imaginando, por mais que você pense, quando você pensa um aula você, mesmo só teórica, sem experimentação, você fica... que perguntas podem aparecer? Que caminhos outros podem vir? Então, mas eu acho que isso na experimentação, você fica mais exposto a essas... outras coisas, equívocos que podem acontecer, até seus mesmo podem acontecer. Quer dizer, você fala e não percebe, mas, enfim, sai.
>
> D4 – É... a única dificuldade que eu realmente percebi foi que, depois de um certo tempo, o cheiro da amônia, mas, assim, é um experimento simples, não tem nada nocivo ali, né? Nada corrosivo, tóxico, nada desse tipo. É... mas talvez pelas próprias características, a sala é meio abafada, tava na tarde, a temperatura tava realmente elevada, e depois de um certo tempo, até o (...) falou: "opa". O cheiro começou a chegar em algumas...então é a questão... mas não inviabiliza desde que você faça o experimento, ele é muito rápido, e você leva as soluções que tão exalando esse cheiro pra fora, não vai causar desconforto pra ninguém. Então, o único... o único empecilho, digamos assim, ou algum aspecto que não poderia ficar muito tempo com o experimento, seria realmente o cheiro da amônia. Fora isso, não há dificuldade alguma de... de conduzir.
>
> D5 – Dificuldades... olha, especificamente, eu não vejo nenhuma dificuldade não. Eu não vi não, a coisa deu legal mesmo. É tanto que no final, eu agradeci a você, né? Uma coisa tão simples que não passava pela minha cabeça e que, aqueles alunos ou estudantes que são repetentes não tiveram essa

> idéia ainda. Porque poderia surgir deles: professor, tenho um trabalho de termodinâmica, vai ser legal. Ninguém chegou com esse tipo de situação. Mas, veja, que depois que eu terminei a prática, um disse leite em pó, o outro disse chá, não sei o quê. Então, começou a surgir né? Mas foi daqueles que tavam naquele primeiro semestre, não foi dos semestres anteriores. É... mas foi fantástico isso aí, eu não tive dificuldade nenhuma não. Algo que você... isso aí pode ser levado tranquilamente pra sala de aula.

As respostam indicam que a ESA não apresenta dificuldades que não favoreçam o seu uso. Porém, duas dificuldades são apontadas pelo D3 e pelo D4.

O D3 aborda a exposição do professor às várias possibilidades de abordagens (incluído as abordagens que apresentam erros) tanto dos estudantes como as suas próprias. Esse aspecto já foi abordado quando outro entrevistado, o D2, fez referências nesse sentido no primeiro bloco, quando sua fala apontou para o papel do professor no processo de construção do conhecimento. Tanto a formação na graduação quanto a formação continuada do professor precisa trazer elementos que contribuam para a sua ação competente diante dessa característica que a ESA apresenta de possibilitar uma abordagem interdisciplinar.

A dificuldade apontada pelo D4 é comum a qualquer tipo de experimentação. Refere-se a necessidade de manter os cuidados relativos a segurança ao manipular substâncias que podem apresentar toxicidade, inflamabilidade, risco de explosão, ou seja,que apresentem um potencial risco a saúde de todos.

A visualização nítida do fenômeno é uma característica fundamental para esse tipo de experimentação, pois, ao usar materiais simples, normalmente não se incluem instrumentos de medição sofisticados, logo, é fundamental que alguma observação macroscópica seja de fácil visualização. Com base nessa característica e na sua importância para o processo de aprendizagem, foi perguntado:

> P - Qual a importância da comparação para o processo de ensino e de aprendizagem? Qual a importância de comparar um estado inicial com o estado final?
>
> D1 - Aquela cor, ela, com certeza, é um indicativo de um fenômeno. Seja ali um fenômeno físico ou químico. Então, aquilo é um indicio de que algo aconteceu no sistema, e aí, a gente ta buscando o que? A ciência que tá por trás daquele fenômeno, então, não é o fenômeno, mudou de cor, e sim o que pode justificar aquela alteração na cor do sistema. É a partir daí que você. A partir de uma observação que você vai levantando hipóteses e aí desenvolvendo conteúdos. [...] desde o desenvolvimento de competências e habilidades que são extremamente importantes, como também, a questão do desenvolvimento de conceitos, modelos e conteúdos, que eu acredito piamente que eles ficam bem mais fáceis quando você consegue, ou desenvolver esses conceitos ou aproximar de algo que você tá vivenciando, então pra mim é fundamental.

A possibilidade de comparar o estado inicial e o estado final de um fenômeno através do experimento permite explorar relações entre idéias, apontar similaridades e diferenças significativas, reconciliando discrepâncias reais ou aparentes. A comparação é inerente à experimentação, trata-se de sua característica mais específica. Um fenômeno, ou uma transformação, como fez referência o D1, é evidenciado quando é possível comparar o estado inicial e o estado final. Nesse sentido, a experimentação pode propiciar o estímulo para que o estudante possa estabelecer relações, diferenciações, similaridades, e ainda, estabelecer novas hipóteses oriundas do desenvolvimento conceitual a partir de sua estrutura cognitiva. Tais ações são características do principio da reconciliação integrativa, portanto, nesse sentido, a experimentação pode assumir a função Facilitadora da Assimilação.

Já, para o D2:

> D2 – O aluno viu, ele vê e pra ele fica claro. Eu falar quando [sic]... engraçado, quando eu vim com dados, recentemente, na última aula de Analítica, nós chegamos... deixa eu lhe mostrar aqui (D2 acessa o seu computador e me mostra alguns slides), e é um caso muito curioso... é... muito curioso mesmo.
>
> Chegando numa situação em que a amostragem era importante de novo... e foi feito uma pergunta pros alunos... e eles erraram. A situação era a seguinte: uma amostragem de material certificado (...) a massa varia de 100 a 500 miligramas, e que ele estava fazendo elementos-traço... traços em peixe, a técnica era (...) absorção por forno de grafite, os testes de micro-homogeneidade demonstraram que o material é homogêneo a partir de 12 miligramas pra chumbo, 70 miligramas pra ferro, 21 miligramas pra zinco, 24 miligramas pra cádmio, 400 miligramas pra mercúrio. E soltei uma pergunta pra eles, qual é o que tá em menor quantidade? E eles responderam que o que está em menor quantidade era o chumbo. E eles erraram. Porque o chumbo precisava de muito menos amostra, ou seja, esse chumbo [es]taria uniformemente (...) distribuído numa quantidade de amostra menor, enquanto que o mercúrio pra [estar] uniformemente distribuído precisa de uma quantidade enorme de amostra. E aí, lembrei pra eles do experimento [mostra o recipiente plástico usado no terceiro experimento na aula gravada], quer dizer, só notei o experimento e eles falaram: é verdade. Quer dizer, por mais que eles façam isso precisaria ter repetido mais vezes, eles entenderam imediatamente quando eu falei: vocês erraram, quando eu lembrei: "e as balinhas?" [refere-se ao terceiro experimento], lembra do copinho e do copão. "Aham, aham, erramos, ta, ta ok!". Pra eles é claro, mas é um exercício que ainda não é fácil. É um conceito que não é fácil. Você olha, a primeira idéia que você tem é, dizer então, que eu tenho muito menos chumbo, o chumbo é o mais complicado, não, não é. Difícil é aquele que você precisa de uma massa muito maior e não o outro. E isso não é... você bate o olho, o seu sentimento dizer exatamente o contrário em relação a isso.

A resposta do D2, além da visualização, remete ao significado que o novo conhecimento (ou habilidade) obtido através da ESA para os estudantes, a ponto de desenvolver a competência de reconhecer a interpretação errada para o novo problema proposto pelo D2. Ao propor uma nova situação, ou nesse caso, um novo problema, o D2 está propiciando uma oportunidade para consolidação do conhecimento assimilado na aula em que usou a ESA. Ainda

que os estudantes tenham errado inicialmente ao interpretar o novo problema, a situação criada pelo D2 é um momento de reflexão que necessita ser propiciado repetidas vezes, como disse o próprio D2. A estabilidade do conhecimento consolidado permitirá ao estudante não seguir imediatamente as primeiras impressões, mas, lançar mão desse conhecimento de forma consciente para interpretar o problema.

> D3 - Nesse experimento especificamente, onde eles é... a gente tava trabalhando com materiais diferentes, tentar chegar... ter um indício de que tipo de material, de substância... realmente imprescindível. E aí, eles puderam começar a utilizar alguma coisa que eles já tinham. Então, realmente pra mim é imprescindível. Eles vão construindo literalmente, percebendo que... as diferenças e semelhanças, que é uma coisa importante, que a gente busca, normalmente de forma geral, nas disciplinas, ou na vida né? Compare. Quando você compara você diz o que é igual, o que é diferente. Normalmente, as pessoas quando comparam, pensam nas diferenças, por assim dizer eu falo normalmente é da experiência que eu tenho vivenciado com as turmas de química. Eles buscam o que é diferente. Sim, e o que é igual?

A resposta do D3 reforça o princípio da reconciliação integrativa, na mesma direção da resposta do D1. As respostas do D4 e D5 também merecem destaque:

> D4 – Eu acho que tem uma importância, num experimento como esse, né, ainda eu acho que posso ser mais amplo, eu acho que tem uma importância muito grande pra você abordar tanto os aspectos "quanti" quanto qualitativos. Nesse caso foi os dois, né? Porque... é... qualitativamente falando, porque a gente não colocou nada estequiometricamente medido, então, por isso que sobrou um pouco de.. de precipitado. Isso é importante porque isso resgata, se você for colocar aquela coisa leitosa como sendo inicial e, depois da amônia, é... grande parte do meio ficou novamente transparente, né, você resgata vários princípios aí. Não somente relacionados a... a precipitação em si, mas como estequiometria, deslocamento de equilíbrio, que nesse caso foi de precipitação, mas, teve também a questão da complexação, etc. Agora saindo de uma coisa específica para uma coisa mais ampla dos experimentos em geral, eu acho que comparar... é... o início e o fim, tem dois motivos principais: o primeiro deles é mostrar que realmente o que você aborda na teoria tem fundamento e ocorre na prática, não é? Isso aí ficou inquestionável. E depois, de você poder extrair... é... diversos tipos de posicionamentos da turma. Porque, por exemplo, se você for considerar que... é... se a gente vai... ou nós professores, ou se tiver um grupo de estudantes, com uma visão muito fechada, no sentido de que tinha que sumir tudo, né, alguém poderia falar que o experimento não deu certo. Mas não é que não deu certo, é que você deixou de abordar, ou não abordou naquele momento, outras coisas importantes como, por exemplo, não tava estequiometricamente equivalente. Então, é tanto pra ver que a coisa funciona e que nem sempre aquilo que você espera, não dando exatamente o que você quer em termos de quantidade, não quer dizer que você não possa tirar conceitos... é... interessantes dele.

> D5 – (...) é o seguinte, quando você começa a explicar algo e nesse tipo de explicação você começa a puxar um parâmetro comparativo, isso é de bom tamanho que vem esclarecer coisas que, se você não toma isso como referencia, talvez, dependendo do contexto, se torne incompreensível, então, o método de comparação, né, seja lá "x" ou "a", seja lá esse conteúdo complexo ou não, se torna... vem a tornar mais próximo em termos de compreensão do meu ponto de vista. Tudo que você pega, né, para, digamos assim... para se... é .... se explicar ou explicar algo e que você toma algo como referencia, eu já to fazendo uma espécie de comparação. Porque nada é absoluto. Nesse nada é absoluto, é... tem-se que pegar sempre uma referência, né, um padrão, então, como você começa a pegar algo como referência, você, queira ou não queira, ta aí, já começou a fazer a tua explicação já começou de ser em

> volta da tua análise comparativa. Uma análise comparativa que vai facilitar muito a compreensão do aprendizado,daqueles que tão ali aprendendo, querendo aprender. É nesse aspecto aí a importância.

Analisar a comparação proporcionada pela observação do fenômeno reproduzido na ESA constituiu-se em uma situação problema para os entrevistados. Na reflexão para chegar a uma resposta, características da ESA foram apontadas. Algumas características relativas à construção do conhecimento pelos estudantes apontadas pelos D4 e D5 não parecem estar nas mesmas linhas das concepções que emergiram em respostas dos outros docentes, principalmente, o uso da experimentação para comprovar a teoria.

Continuando com uma estratégia de solicitar uma avaliação da ESA através de comparações, perguntei quais as diferenças que os docentes podiam destacar entre experimentação em sala de aula e práticas de laboratório:

> D1 - As atividades práticas, elas muitas vezes, eu vejo assim como uma obrigação do estudante, certo? Infelizmente eu vejo dessa forma. Ele tem, algumas vezes, um roteiro que ele tem que cumprir, tem aquele horário, entendeu? Ele, infelizmente, eu imagino que a gente peque em alguns momentos, porque, é como se fosse: ah, eu tenho uma teoria e agora eu tenho que executar uma tarefa. Quando você realiza um experimento em sala de aula, você ta querendo desenvolver, ele tem que desenvolver conceitos, conteúdos, habilidades de observação, então, você vai chamando, vai recorrendo aquilo. E, por exemplo, eu digo especificamente pra Analítica II, porque eles tem algo para desenvolver, então, você tem conceitos, você tem conteúdos, você tem habilidade, você tem que saber ligar, calibrar um equipamento, mas as vezes, é enfadonho, sendo muito sincera, é enfadonho. Mas não desnecessário.

O uso da ESA pelo D1 apresenta certo distanciamento das concepções que emergem da sua fala. Apesar de fazer referências a habilidades e ao desenvolvimento de conteúdos, sua aula apresentou características de transmissão de conteúdos muito evidentes além dos objetivos estarem centrados no conteúdo, como consta nas respostas no primeiro bloco. Provavelmente, esse distanciamento tenha origens na falta de aprofundamento sobre referenciais teóricos e metodológicos das suas próprias concepções. Destaco também a alcunha dada pelo D1 para as práticas de laboratório como sendo tarefas a serem executadas relacionadas a uma teoria previamente abordada. Essa resposta aproxima as concepções do D1 com as dos D2 e D3.

> D2 - Não, não eu... as práticas nessa disciplina, elas são divertidas, são realmente divertidas. [...] Mas as práticas, normalmente, agora eles vão ter uma prática de preparo de amostras em que... hã... não é bem eu, não vou dizer eu dividi, mas é... eles toparam fazer em quatro grandes grupos, grupos de quatro ou três pessoas. Essas amostras são papinha de bebe, outro vai fazer é... uma posta de peixe, o outro vai fazer medicamento, um antibiótico, o outro vai fazer clips... então um completamente diferente do outro. O interessante é que eles façam e eles coloquem entre eles, eles consigam despertar no final da prática, as dificuldades que tiveram, o que aprenderam, que aí você consegue multiplicar os conhecimentos. Então eu considero, quando eu falo cada um faz o seu experimento, eu acho que é a

> mesma coisa, é muito similar a fazer um experimento em sala de aula... hã...eles definam a... eles definem a velocidade deles, eu acho que é muito parecido.

Dentro da linha já comentada em que insiste em não responder diretamente à questão, o D2 apresenta referências que conduzem a um processo de ensino que mantém o estudante como foco. É o estudante que se diverte (o docente também) e que determina a velocidade do processo de aprendizagem. Ainda continuando com as respostas para a mesma questão:

> D3 – É porque assim, os experimentos que normalmente eu faço em laboratório, são aqueles experimentos que eu chamo de tradicionais, seguindo, né, com os equipamentos, tá? Então, o rigor da técnica é diferente tá? O rigor da técnica é diferente, a postura de laboratório é diferente. Por que? Porque também a gente tem responsabilidade de num laboratório, né, é... até pela própria condição, de ter uma postura diferente, apesar de que a gente sempre sinaliza que tem a questão da segurança, mesmo aqui nesse experimento, só que a gente ta sabendo tudo que você tá tratando.Que é uma coisa que a gente sinaliza pra eles, né. Você precisa conhecer o que tá trabalhando pra saber a sua postura.

> D4 - Experimentação em sala de aula e práticas de laboratório. Eu posso destacar a seguinte diferença: embora ambas sejam experimentais, a prática no laboratório, ela já vai, digamos assim, complementar algo que já foi abordado na teoria, geralmente é assim que isso acontece, geralmente as práticas... geralmente, nem sempre. As práticas estão um pouco antes... um pouco depois da teoria. Então, é... você tira, digamos assim, o caráter do ineditismo, principalmente pra quem nunca viu isso. Já uma experimentação na sala de aula, in sito, no momento que o professor tá abordando o conceito, pimba! (sic) É um casamento quase que perfeito aí entre algo que poderia ser abstrato, ou mesmo chato, as vezes o cara pode pensar: "puxa, quando que eu vou visualizar isso?" . As vezes a gente pode pensar que isso só vai acontecer no ensino médio mas no ensino superior essa pergunta de "o que é que eu to fazendo aqui?", "pra quê que isso vai servir?". E eu fico fazendo retrospectiva do meu tempo de estudante, eu fazia essas perguntas várias vezes, né, numas disciplinas. Eu acho que com a experimentação é... a novidade tá ali presente, é muito recente. O docente fala uma coisa, mostra, ele vê. Já na prática é mais um reforço daquilo que ele viu na teoria. Experimentação é uma descoberta em conjunto.

Estas últimas frases da resposta do D4 são muito interessantes. As práticas de laboratório geralmente não apresentam possibilidades de descobertas para o professor (por vezes também para os estudantes), pois, consistem em procedimentos que se repetem a cada turma, dentro de um roteiro estruturado e com o resultado já previsto. Tendem ser complemento da teoria, como diz o D4. A interação entre o professor e o estudante diante de um experimento que representa um fenômeno do cotidiano, como já foi apontado em várias respostas, apresenta muitas possibilidades. Existe uma probabilidade do surgimento de novas relações e interpretações a partir de conhecimentos prévios que favorece uma situação de aprendizado baseada na descoberta.

Outro destaque nessa fala é a aproximação entre o experimento e o universo do estudante, conferindo significado e importância para o conteúdo ou a nova informação abordada, diminuindo as dificuldades decorrentes da abstração. A simultaneidade entre a interpretação

teórica do fenômeno e a reprodução do fenômeno propicia uma dinâmica própria para a função Facilitadora da Assimilação. A atuação do professor pode ser direcionada para os princípios da reconciliação integrativa e a diferenciação progressiva.

> D5 - Experimentação, eu... no meu ponto de vista, é algo que... é... você não se preocupa muito com o lado de sofisticação. A experimentação, no meu ponto de vista, é você simplesmente se preocupar em dizer que a teoria satisfaz, né, com um simples experimento, né. É nesse sentido aí. É facilitar a compreensão. A parte de prática mesmo, de experiência, já é algo que, no meu ponto de vista, também vai ser um complemento da teoria, mas, que deverá ter algo de sofisticação ali, em termos de complexidade do experimento, né? A experimentação não necessariamente tem que ter o lado de complexidade embutida, entende? Então, há essa diferença que eu destaco.

Coerentemente com as respostas anteriores do D5, a resposta evidencia a limitação que faz do recurso quando diz que a experimentação consiste em "simplesmente" comprovar a teoria. Porém, a complexidade é uma característica já apontada anteriormente pelo mesmo D5 que suscita mais análises. A interpretação de fenômenos que podem estar ligados a vários conceitos é uma ação complexa que exige competências específicas e depende da abordagem do professor e dos estudantes. Ao mesmo tempo, também as práticas de laboratório apresentam uma complexidade inerente às habilidades técnicas (destacadas também pelo D1 e pelo D3) e a aspectos como a abordagem quantitativa (por exemplo, a calibração de equipamentos citada pelo D1). Assim, um experimento simples como o executado na preparação de café realizado pelo D5 pode apresentar uma complexidade tal que leve a interpretação equivocada, mesmo dentro dos limites de um único conteúdo.

Coincidentemente, o D5 fez uma interpretação do fenômeno que pode ter levado a alguma confusão no processo de aprendizagem e que serve como exemplo da complexidade que a ESA pode apresentar. Preparar o café (ver a descrição do experimento da aula do D5 na Tabela 3) é um processo que é favorecido pelo aumento da temperatura, logo, tendo o café como produto final, o processo é mais eficiente quando energia é fornecida ao sistema. Logo, a comparação entre o sistema que foi usado água na temperatura ambiente e o sistema obtido a partir da adição de água quente é fundamental para essa abordagem. A análise da variação de energia do processo é que o processo absorve energia para ocorrer (a variação de entalpia[21] é positiva), entretanto, o D5 não segue essa mesma análise na aula:

---

[21] Entalpia é definida, como a energia de um sistema somada com o produto da pressão pelo volume do mesmo sistema. Para uma transformação a pressão constante, a variação de entalpia de um sistema é igual ao calor absorvido durante a transformação (RUSSEL, 1994, p. 861)

> D5 -Veja que diante da entalpia [volta para o sistema], eu tenho que...o que é que vocês esperam uma vez o produto final, que é já o café feito, ou seja, a solução de café? Tá aqui o que? [segurando o copo com café feito com água quente] O que é esperado que tenha aqui na vizinhança? [...] Se tá quente, a tendência que... é o que? Entrar em equilíbrio com a temperatura da vizinhança, não é isso? Se isso vai ocorrer, significa que teu sistema, nesse caso aqui ta, até atingir o equilíbrio, ta liberando calor. Se ta liberando calor, então, pela termodinâmica, a gente viu também lá na parte teórica, [volta para o quadro] que delta H é menor do que zero, ok? Que é que ta havendo mais? Ok? E então se o delta H é menor do que zero, ta, é mais um fator a ser contribuído... [...] Então é mais um parâmetro que venha a ser contribuído de forma favorável para que o sistema, né,de uma maneira geral, tenha um comportamento que venha a ser favorável, que venha a ser espontâneo, ok? Então, dessa forma, é... conclui-se que o sistema a ser demonstrado pra vocês, ta, é um sistema simples, né, um sistema que a gente consegue é... improvisar de maneira em que consegue-se aí, é... demonstrar a segunda lei, tá certo? Mostrando aí que a teoria... condiz com a teoria... condiz com a teoria. Ok? E associa com a energia também.

O D5 poderia manter a preparação do café como referencial, mas, o que faz é mudar o referencial considerando na sua fala a interação do sistema (o café pronto) com a vizinhança (a atmosfera que o sistema está em contato)[22]. Esse equívoco na abordagem teórica para interpretar o fenômeno pode dificultar ou impossibilitar a assimilação dos conteúdos pelos estudantes. Uma hipótese sobre o que teria causado esse equívoco é a complexidade inerente a um experimento. O fenômeno não está com todas as variáveis de interesse isoladas como em uma questão típica de exercícios de termodinâmica. É um sistema dinâmico que deve ser interpretado levando-se em consideração um conjunto de possibilidades, e não apenas as possibilidades demarcadas para comprovar uma teoria ou aspectos desta.

Quanto mais interdisciplinar as correlações que podem ser feitas, bem como, quanto mais conteúdos forem abordados para explicar um fenômeno, maior será a complexidade envolvida. Portanto, não me parece que a complexidade é característica exclusiva de práticas de laboratório, nem mesmo de experimentos típicos da ESA.

Também com o objetivo de avaliação da ESA, perguntei diretamente aos entrevistados:

> P - Como você avalia a inserção da ESA para os processos de ensino e de aprendizagem na disciplina que leciona?

---

[22] Se mantivermos o foco no preparo do café, o processo é favorecido quando é fornecida energia na forma de calor ao sistema (quando é usada a água aquecida) e os fatores que contribuem para que o fenômeno seja espontâneo é a variação de entropia, definida como o grau de desordem do sistema, e a temperatura. Quanto maior a temperatura mais espontânea será a solubilidade do café (ou dos componentes solúveis do café) na água.

D1 - Não só na disciplina que eu leciono, mas eu acho que em outras, é muito proveitoso, é muito proveitoso. Assim, eu já tive a oportunidade de ensinar química geral uma época, e eu fiquei apaixonada. Porque eu imagino que por ser conceitos assim fundamentais é mais fácil. E é fantástico o que se pode desenvolver, por exemplo, é naquela parte de classificação, propriedades periódicas, é fantástico o que você pode realmente desenvolver com o estudante. As vezes disciplinas mais avançadas eu, sinceramente, é mais difícil desenvolver digamos assim, pelo menos eu sinto mais dificuldade. Em química geral, eu me senti assim como se tivesse em casa, por incrível que pareça, isso é muito bom.

D2 - É importantíssimo, é importantíssimo. É tão importante isso, e é tão... é ... ao mesmo tempo, daqui a pouco, ele vai ser importante, não a experimentação... é... vai ser importante... é... trabalhar um pouco com o conceito de estudo de caso. Quer dizer, eu ter casos e ter resultados, e a partir dos problemas e das soluções que forem dadas, eles encontrarem rotas. Quer dizer, fazer eles proporem problemas mentais, tipo RPG. Vai ser muito curioso, espero que um dia eu consiga colocar isso. Na pós-graduação já é possível, mas, na graduação, as vezes, eu acho que abraçar as duas coisas é um tanto quanto... ou eu pego alunos muito experientes ou acho que é impossível de abraçar os dois casos.

D3 – É... eu não sei se isso é uma avaliação, mas, assim, se você me perguntar se repetiria essa aula, eu diria sim. Mas, isso requer, não só pra essa aula e pra outras possibilidade que a gente pode abordar, é... tem a questão do... é... das horas de aula. Porque assim, esse tempo do experimentar, do observar, isso aí é um tempo valiosíssimo, né, mas, a gente não pode desconsiderar as necessidades das outras... dessa outra discussão teórica que realmente precisa.

D4 – Eu acho que é algo que deveria começar a acontecer com mais frequência. É... porque, Química Analítica, acho que nas outras disciplinas também é assim, mas vamos falar da que leciono. Química Analítica, justamente porque o que mais me chama atenção num experimento como esse é... é o impacto visual. Pra mim isso é muito importante. Tanto é que é uma das coisas que eu reforço na minha fala. E Química Analítica tá cheio de possibilidades disso: equilíbrios redox, equilíbrios de complexação, precipitação, ácido-base... então, eu acho que é algo que deveria... não sei exatamente como, é... qual a freqüência, mas é algo que deveria fazer mais parte. Porque realmente auxilia, não é algo acessório, dispensável, é algo que realmente auxilia.

D5 - Ah, a avaliação aí é excelente. Eu acho que quando você tem essa possibilidade de levar algo de experimentação para a sala de aula, é... você consegue ter aí um rendimento, por parte dos estudantes, muito maior. Eu vejo esse lado positivo. Agora, eu volto a te dizer, nem sempre você tem facilidades nesse aspecto de levar a experimentação, por mais simples que seja. Porque uma hora ou outra precisa você fazer o que? É... substituir. Essa substituição as vezes não é adequada ao... ou baixa a qualidade, né, e vai se distanciando. Então, tem isso, mas quando é possível, é de bom tamanho mesmo, é excelente. Eu não sou contra não.

Independente da variação de motivos apresentada nas respostas, a avaliação que todos os entrevistado fizeram para a inserção da ESA é positiva. Busquei, então, obter uma avaliação mais específica:

P - Como você faz essa mesma avaliação tendo em vista a formação do professor de química, ou do licenciado em química?

D1 – Mais importante ainda, porque, veja só, ele vai lidar com a ciência. Se você não consegue dar significância, assim, que o estudante, ele consiga enxergar aquela ciência de uma forma aplicada, de uma forma que seja proveitosa pra vida dele é complicado. E eu te digo, por incrível que pareça, hoje, se hoje eu tivesse que escolher, não pelos tamanhos das turmas, eu acho que eu ia pra química geral, ia dar aula de química geral.

> D2 - É uma lástima, porque, pelo menos essa disciplina, Química Analítica é uma coisa que ele não ensina no curso de química... então, é... eles podem tá tendo uma aula de Química Analítica "barra by" metodologia. Eles tão assistindo, é uma coisa que eu até discuto com eles, é... tenho até discutido, sou obrigado, estou me vendo obrigado a falar um pouquinho. Metodologia de ensino é... sobre didática, sobre alternativas de avaliação e coisa e tal e os pesos que podem ter. Mas em relação aos conteúdos, eu diria pra você: não. Mas, não sei se é o conteúdo que é o que vai ganhar peso.[...] Como metodologia, sim. Agora, é... tem um quê... tem um senão... eu não sei o que fica na cabeça de um jovem quando sai daqui.
>
> D3 – Ah, sim. De várias formas. Primeiro que... é... como o experimento, mostrar o experimento é um desafio a parte, né? Uma coisa é você ter uma aula toda programadinha que você vai na sequência, e que você pode no papel assim, no falar, né, você delineia muito mais o que pode acontecer. Na experimentação não. Então, como não é assim, você está preparando mais os alunos para desafios, pra situações outras, de perguntas, de, por exemplo, o que aconteceu ali, um acidente que abriu e estourou ali a.. não é?... que o gás saiu muito rápido (D3 está se referindo ao momento em que uma estudante abre uma garrafa de água gaseificada e ocorre um derramamento), enfim. Então, você prepara de várias formas, além do próprio desafio da formação mesmo de conteúdo. Porque ele vai ter que se preparar mais.
>
> D4 - Eu acho que é algo que tem um aspecto múltiplo aí de benefícios, né? Eu acho que o que mais resume todos os possíveis benefícios é a questão da... de... de desmistificar um pouco a química pra eles, no sentido que só se faz química se você tiver uma situação muito complicada e um laboratório muito bem equipado. Eu acho que esse experimento com material alternativo é... é plenamente eficaz pra tirar essa mistificação, né, e pra tirar talvez um pouco do escudo que a gente vai pras escolas públicas: "ah, eu não faço experimentação porque as escolas não têm laboratório". Não é bem assim. A escola pode realmente não ter um laboratório, pode ter um laboratório todo detonado, mas com dois copinhos descartáveis e com coisas extremamente simples, você atinge o objetivo. Então, mostrar pra eles que a química ela pode ser feita de forma responsável, segura, obviamente esses são aspectos que tem que ser levados em consideração, então ela pode ser feita de uma forma responsável, segura, e com coisas muito simples. Então, não é desculpa pra não... é... mostrar uma parte prática da química numa escola aí, que eu sempre falo, no campo de batalha que é a vida real aí nas escolas, principalmente, se forem escola de nível público.
>
> D5 - Ah, é... a avaliação que eu faço é o seguinte: pra um licenciado, ele tem que ter esse lado aí de... como clareza, né? É... tá sempre buscando, ou sempre criando, algo que venha a estabelecer a experimentação em sala de aula. É indispensável, tá certo? É indispensável para um licenciado, porque o licenciado vai... a princípio, ele vai ensinar para o pessoal no ensino médio, né isso? Então, diante disso é... é primordial que eles trabalhem, ou procurem trabalhar sempre esse lado.

Algumas pistas das concepções sobre o que é necessário na formação do licenciado estão presentes nessas respostas. Desde a necessidade de que o licenciado "enxergue" a aplicação do conhecimento, a necessidade da relação entre metodologia de ensino e conteúdos, preparando para os desafios, até a preparação para adaptações a situações que não favorecem o uso de laboratórios nas escolas.

Quando perguntei se incorporaria a experimentação em sala de aula ao programa de sua disciplina, todos os entrevistados disseram que incorporaria a experimentação (o D2 já usa a

ESA na disciplina e não foi necessário responder a essa questão). Considero importante destacar as respostas do D1 e do D4:

> D1 - Incorporaria, agora eu precisaria de ajuda pra ver. Porque tem uns conteúdos que, realmente, a gente fica assim: Meu Deus, o que que eu vou botar de experimentação aqui?

> D4 - Incorporaria. E aí talvez uma pergunta que poderia surgir, se eu incorporaria agora, porque eu não incorporei antes? Eu acho que por questão mesmo de... de... não seria de oportunidade porque esses experimentos eu mesmo poderia fazer. Mas, talvez de alguém de fora, né, que não tá no meu processo de ensino aprendizagem, ou seja, eu e os meus estudantes, né, que no caso foi você, é... de incentivar isso, de criar uma abertura na... no momento pra provocar isso. Eu acho que talvez, a não experimentação na parte teórica da disciplina, é... talvez não aconteça pelo próprio modismo e pelo "costumismo", se é que existe essa palavra. Outra coisa, os estudantes estão muito habituados em ter uma exposição só teórica, o professor tá muito acostumado a fazer uma exposição só teórica, né? E... aquilo fica rodando semestre após semestre e... até que, quando não vem um fator externo que te provoque em relação a isso... é o "start" inicial da coisa. Então, eu incorporaria. Eu acho que foi positivo, foi interessante e é questão mesmo de planejar porque não é de custo elevado, não é complicado de fazer.

As duas respostas trazem contribuições para o processo de ensino e de aprendizagem que pesquisas como essa podem estimular. Irei tratar essas implicações mais especificamente nas considerações finais, todavia, aproveitando as falas, pontuo a necessidade da formação continuada para os professores formadores como condição fundamental para que suas ações sejam originadas de reflexões conscientes dos processos de ensino e de aprendizagem.

3.4 Uma síntese dos dados

Considerando os blocos de questões é importante sistematizar os resultados encontrados visando os aspectos da relação TAS e práxis pedagógica, que os professores formadores do curso de Licenciatura em Química apresentaram quando usaram a ESA:

- Os professores apresentam durante o uso da ESA alguns elementos que podem ser associados a TAS.
- A ESA é usada de forma intuitiva pelos professores sem a consciência de bases teóricas de aprendizagem que sustente-o de forma consolidada,todavia,
- Os professores apontam características da ESA durante a aplicação, ou na reflexão sobre a mesma, que são intrínsecas e independentes dos objetivos dos professores. Tais

características não garantem, por si só, o estabelecimento de relações entre teoria e pratica. Entretanto, são facilitadoras para a presença de elementos da TAS:

- O uso de matérias simples de fácil aquisição e comum ao cotidiano dos estudantes – o tipo de material utilizado propicia a associação da informação nova com o conhecimento prévio, oriundo da vivência do estudante, incluindo o aspecto cultural;
- A visualização de um fenômeno;
- O potencial problematizador.

- A ESA permite que o professor faça alterações durante a execução do experimento resultando em uma dinâmica que pode favorecer as funções Diagnóstica e Facilitadora da Assimilação dos conteúdos.
- O tipo de experimento executado concomitantemente com a aula facilitou a relação do real com o aspecto representacional. Os professores podem mostrar os sistemas usados na experimentação estabelecendo ligações entre aspectos macroscópicos (propriedades dos compostos e das misturas dos sistemas) e aspectos microscópicos (representações e modelos teóricos), resultando em uma dinâmica própria para a função Facilitadora da Assimilação
- ESA pode ser associada ao aspecto motivacional, direcionado a interesses individuais dos estudantes, a liberdade e a criatividade. A natureza do experimento típico da ESA mantém todos os estudantes focados, o que pode facilitar a mediação do docente.
- A interação entre o professor e o estudante diante de um experimento que representa um fenômeno do cotidiano, favorece o surgimento de novas relações e interpretações a partir de conhecimentos prévios que favorece uma situação de aprendizado baseada na descoberta.
- A aproximação entre o experimento e o universo do estudante, confere significado e importância para o conteúdo ou a nova informação abordada, diminuindo as dificuldades decorrentes da abstração.
- Dependendo da sua função a ESA em momentos diferenciados da aula. Experimentos com a função Diagnóstica precedem a abordagem do conteúdo. Com a função Facilitadora da Assimilação são executados e apontados durante a abordagem dos

conteúdos. Experimentos com a função Consolidadora devem ser executados após a assimilação do conteúdo.

- O caráter interdisciplinar que a ESA pode ter, principalmente, devido a representação e um fenômeno do cotidiano, apresenta uma dificuldade em manter o foco da interpretação do fenômeno em uma direção. Cabe ao professor administrar as possibilidades que são levantadas pelos estudantes, o que requer reflexão e ação imediata do mesmo.
- A ESA permite trabalhar tanto o erro quanto o acerto dos estudantes, o que pode ser ligado ao aprofundamento da abordagem teórica e das relações entre conhecimentos. Tal característica favorece a função Facilitadora da Assimilação.
- A necessidade observada de relacionar teoria de aprendizagem e práxis pedagógica permite considerar a proposição de uma formação continuada que discuta a ESA, TAS e suas relações, incluindo as funções que podem resultar em aprendizagem significativa.
- Os professores sinalizam para lacuna na sua formação inicial, ligadas a abordagem de teorias de aprendizagem, o que permite inferir que é fundamental uma revisão nos currículos dos cursos de licenciatura em Química.

CAPÍTULO 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não há lugar para problemas de ensino, mas só de aprendizagem.
(SCHNETZLER, 1994, p. 64, apud, MALDANER, 2003, p. 47).

A pesquisa apresenta como o entrelace teoria de aprendizagem e prática de ensino pode ser possível através do uso da ESA com funções que visam a aprendizagem significativa. Os aspectos da relação TAS e práxis apresentados pelos professores formadores do curso de Licenciatura em Química da UNEB quando usaram a ESA foram categorizadas em três funções.

As funções da ESA (Diagnóstica, Facilitadora da Assimilação e Consolidadora) são construções teóricas que podem orientar a estruturação da aula que usa esse recurso com o objetivo de promover condições para que ocorra a aprendizagem significativa. Aspectos de tais funções apareceram na prática dos professores de maneira espontânea, a partir de sua reflexão sobre o desempenho e o delineamento das aulas com ESA, ou sobre a reflexão na ação e sobre a ação (SCHON, 2000). Entretanto, a aprendizagem significativa pode ser potencializada de modo consciente e, possivelmente, mais eficaz, se o experimento for planejado a partir de um referencial sobre a aprendizagem.

Sobre a presença desse referencial, os professores formadores não apresentaram uma intencionalidade em estabelecer uma relação entre teoria de aprendizagem e o uso da ESA, ou seja, quando alguma característica apontava essa relação foi fruto de uma ação intuitiva, ainda que planejada, decorrente da reflexão e da experiência profissional. Segundo suas respostas, todos disseram que não planejam suas aulas com base em teorias de aprendizagem ou elementos destas, ou ainda, que conhecem pouco ou não conhecem teorias de aprendizagem. Tais respostas se constituem em pistas de que há uma lacuna na formação do professor que dificulta a relação entre teorias de aprendizagem e a sua prática.

Considero que a presença de aspectos das funções e da própria TAS durante o uso da ESA, além de validar essas construções teóricas, suscita questionar o caráter intuitivo da própria TAS. Independente das respostas que podem ser encontradas a essa questão, o ponto forte que destaco é que a teoria estrutura a ação de quem ensina e é fundamental para a formação do educador. Não obstante foi possível levantar algumas concepções sobre o trabalho experimental

evidentes tanto nas ações durante a aula com a ESA quanto nas falas e reflexões durante a entrevista dos docentes.

A articulação entre a observação das aulas e a técnica da Entrevista Estimulada atrelada a um questionário semi-estruturado funcionou de forma satisfatória para a coleta de dados da pesquisa. O registro da aula em vídeo revelou-se uma fonte muito rica de dados, resultando em uma dinâmica dialógica entre a construção das questões da entrevista e cada ação ocorrida durante o uso da ESA.

Durante a entrevista, a apresentação do vídeo da aula em que usou a ESA proporcionou a cada docente entrevistado a ativação da memória de maneira eficiente. Em alguns momentos, na medida em que via o vídeo, o docente antecipava as falas e ações. Em outros, o docente solicitava o trecho do vídeo correspondente para responder a questão da entrevista. Além disso, a reflexão sobre a própria ação de cada docente ficou evidenciada em várias respostas e comentários. No final das entrevistas quatro dos cinco docentes solicitaram seus respectivos vídeos como forma de avaliar o seu próprio desempenho em sala.

De posse da análise das ações do docente durante o uso da ESA, das suas respostas ao questionário da entrevista e com olhar teórico com alicerce obtive êxito na investida de encontrar dados que se validassem através da repetibilidade e coerência em mais de uma fonte. Ou seja, dados emergiram na análise da aula e se confirmaram na entrevista ou, em outros casos, surgiram na entrevista e se mostraram coerentes com a ação do docente durante a aula.

A minha avaliação sobre a metodologia empregada é que esta se mostrou como um recurso eficiente e dinâmico para pesquisas que visam investigar as relações existentes em sala de aula e as concepções de educadores e estudantes. Destaco o potencial problematizador da metodologia que resulta na reflexão dos pesquisados e do pesquisador sobre o objeto de estudo. Outro destaque que faço é a importância do olhar teórico para identificar e analisar as ações e falas dos entrevistados. No caso da pesquisa, foi esse olhar teórico sobre as ações e falas docentes que indicaram as funções da ESA para a aprendizagem significativa.

A partir do levantamento de dados e dos referenciais da ESA, foi possível destacar algumas de suas características que puderam ser categorizadas na TAS:

- O uso de materiais simples de fácil aquisição e comum ao cotidiano dos estudantes;
- A visualização de um fenômeno;

- O potencial problematizador.

Percebo estas três características como inerentes a ESA e que o professor pode potencializá-las de acordo com a sua mediação, ou seja, de acordo com a maneira como usa a ESA.

A associação da informação nova com o conhecimento prévio, oriundo da vivência do estudante é propiciada também pelo tipo de material utilizado. Materiais comuns ao cotidiano dos estudantes favorecem a função Diagnóstica na medida em que podem facilitar relações entre propriedades, aplicações e aspectos macroscópicos já conhecidos. Estes também favorecem a função Facilitadora da Assimilação quando o professor relaciona o conhecimento prévio diagnosticado com o conhecimento que vai propiciar uma interpretação microscópica, na maioria das vezes abstrata, sobre o fenômeno.

Não diminuo a importância do aprendizado técnico para o uso de materiais de laboratório, entretanto, reconheço que os materiais alternativos apresentam as características citadas e que estas aproximam a ESA da contextualização e da interdisciplinaridade.

A simultaneidade entre a interpretação teórica do fenômeno e a reprodução do fenômeno propicia uma dinâmica própria para a função Facilitadora da Assimilação. Em todas as aulas observadas o experimento facilitou a relação do real com o aspecto representacional do fenômeno.

No nosso cotidiano não interpretamos um fenômeno de maneira disciplinar. Não limitamos o raciocínio a uma única área do conhecimento. O raciocínio disciplinar é comum em práticas de laboratório quando tudo está direcionado para um resultado esperado e cuja interpretação normalmente é explicitada antes da execução do experimento. Experimentos que reproduzem fenômenos do cotidiano, comuns a ESA, são naturalmente complexos e podem ser apresentados como problematizações. Quando a ESA é usada nesse sentido assume a função Consolidadora.

A concepção de que experimentos servem para comprovar a teoria apareceu na fala e nas ações durante as aulas, e novamente, durante a entrevista, de três dos cinco docentes. Portanto, a maioria dos docentes usou a ESA para esta comprovação.

Os dados mostraram as características da ESA que categorizei em duas funções:. Diagnóstica e a Facilitadora da Assimilação. Todos os docentes usaram a ESA para facilitar a compreensão do conhecimento abordado aproximando-a da função Assimiladora. Dois docentes

usaram a ESA para levantar os conhecimentos prévios dos estudantes, característica da função Diagnóstica. São os mesmos que não a aproximaram do caráter de comprovação de teorias e – não coincidentemente, mas como uma possível evidência da necessidade de conhecer teorias de aprendizagem – os mesmos que também ministram disciplina da dimensão prática de ensino.

O fato desses mesmos docentes estarem também ministrando disciplinas da dimensão de prática de ensino pode ser um elemento diferenciador que os aproximam mais das três funções da ESA e, consequentemente, das interações entre TAS e prática pedagógica. Pode ser um indício de que quando docentes atuam simultaneamente, ou alternadamente, em disciplinas de conteúdo específico e de prática de ensino tendem a atenuar a dicotomia entre as duas dimensões no curso de licenciatura. Este é provavelmente um problema de pesquisa que merece ser investigado devido à probabilidade de resultar em uma intervenção significativa nos cursos de licenciatura.

Durante as aulas observadas, não identifiquei o uso da ESA pelos docentes com características que permitissem aproximá-la da função Consolidadora. Essa função requer um planejamento respaldado em concepções que permitam o docente visualizar a integração entre ensino e aprendizagem. O professor necessita planejar em que situação inédita o conhecimento assimilado pelo estudante pode ser aplicado de forma a revelar o seu domínio desse conhecimento e, ainda, usar o resultado dessa situação como base para um novo conhecimento ou para a avaliação dos processos de ensino e de aprendizagem. Isso não foi percebido em nenhuma das aulas.

Entretanto, considerando a fala de um dos docentes na entrevista, a função Consolidadora apareceu em uma aula posterior à aula com ESA de um deles quando usou o conhecimento trabalhado na ESA em outra situação problema e na reflexão e outros dois. É possível que outros docentes entrevistados usem o conhecimento assimilado na aula com a ESA em outras situações posteriores ao uso da ESA durante o transcorrer de suas disciplinas. Porém, é interessante notar que diante da proposta de usar a ESA, nenhum dos docentes optou por usá-la na aula de maneira que fosse possível identificar a função Consolidadora.

A ausência de reflexão sobre a sua própria prática, ou de parâmetros teóricos consolidados pra tal reflexão, como foi o caso dos docentes participantes da pesquisa, leva o professor a focar a avaliação na aprendizagem e identificar problemas de aprendizagem. Os professores comumente buscam os acertos e, principalmente, as falhas do estudante para avaliar se este aprendeu. É claro que não há como negar que este procedimento apresenta resultados,

afinal, é como se tem feito na educação por muitos anos. Porém, quando o professor tem consciência dos parâmetros que podem viabilizar a mobilização de recursos, práticas e metodologias para uma aprendizagem significativa, é possível que sua reflexão permita-o avaliar o processo de aprendizagem e também o de ensino. Parece-me seguro afirmar que as bases epistemológicas, pedagógicas e técnicas para construção dessa consciência têm suas raízes na sua formação inicial e continuada.

Como todos os docentes avaliaram a ESA como importante para o processo de ensino e de aprendizagem e para a formação do licenciado em química, destaco a inclusão da ESA na formação inicial desse licenciado e na formação continuada para os professores formadores. Como condição fundamental para que as ações dos docentes sejam originadas de reflexões conscientes dos processos de ensino e de aprendizagem reforço a necessidade da apropriação de teorias de aprendizagem.

Teorias de aprendizagem, por si só, não são a solução para os problemas dos processos de ensino e de aprendizagem. Ambos são processos com características de complexidade e multideterminação e, portanto, qualquer ação precisa contemplar essas características. Entretanto, o que proponho e defendo é que o professor precisa de um referencial teórico sob como se aprende para atuar de forma reflexiva competente em busca de soluções para os problemas de ensino e os de aprendizagem. Nesse ponto, concordo com Moreira (2006) quando diz que a TAS é, "antes de mais nada, uma *teoria de aprendizagem*" (grifo do autor) cuja utilização como referencial para o ensino, logicamente, será resultado de "uma boa parcela de interpretação e extrapolação da teoria" (MOREIRA, 2006, p. 181).

O achado teórico da pesquisa reflete no campo profissional na medida em que aponta a ausência de embasamento em teorias de aprendizagem nas práticas dos professores formadores como um problema que tem implicações para a formação dos licenciados.

Em todas as três funções a ESA é uma forma de avaliação tanto do processo de aprendizagem quanto do processo de ensino. Quando o professor usa a experimentação apenas para comprovar ou exemplificar teorias, certamente não está utilizando o potencial desse recurso.

Ao avaliar a ESA, os docentes mostraram uma receptividade positiva quanto ao uso deste recurso. No destaque da necessidade de referencias que ajudem a selecionar experimentos apontada por um docente pesquisado ou na importancia da pesquisa como um fator externo incentivador e promotor de uma abertura para o uso da ESA, de outro, observei que a pesquisa foi

apontada como um estímulo ao uso da ESA. Sob essa avaliação, espero que a presente pesquisa possa contribuir também para a anulação do pré-conceito que existe sobre a ESA, estimulando seu uso consciente.

A aplicação da ESA, consciente das possibilidades de suas funções, pode ser um elemento transformador das concepções de professores formadores e de licenciados em química de forma que pode se constituir um elemento precioso para a formação continuada desses profissionais. Esta é uma implicação desta pesquisa que espero ser observada nos cursos de formação. Espero que possa ser interpretada como uma proposta de encaminhamento de formação continuada que incorporem a ESA e a TAS como objetos de estudo que se integram, de forma a garantir a aprendizagem significativa para todos os envolvidos nos processos de ensino e de aprendizagem. Outros recursos e outras teorias de aprendizagem podem fazer parte de uma abordagem que permitam aos professores formadores migrar de ações e reflexões intuitivas para a consciência embasada, fruto também de construções teóricas.

Outro desdobramento é a intenção de aplicar os achados da pesquisa na formação de educadores de séries iniciais para que possam desenvolver habilidades e competências no inicio da caminhada de estudantes pelo conhecimento das ciências.

A frase que inicia essas considerações traz a necessidade de que os professores reconheçam que existem problemas também no processo de ensino e que existam mais pesquisas sobre como é possível aperfeiçoar a ação de ensinar para que se potencialize a aprendizagem.

Diante de tantos desencontros existentes entre o processo de ensino e de aprendizagem, revelados à medida que ações reafirmam a dicotomia entre teoria e prática, o que espero é que a formação inicial e continuada, apoiada por pesquisas sobre esse tema, possam contribuir para que hajam mais encontros entre teoria de aprendizagem e prática educacional, entre professores formadores e profissionais formados, entre educação e qualidade. Assim, é possível construir uma base que sustente a ação do professor nesse terreno de desencontros e encontros que é a educação. Pesquisar e promover mais desses encontros são caminhos possíveis e necessários.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, S. M.; LABURU, C. E. *Considerações sobre a função do experimento no ensino de ciências*. In: NARDI, R. *Educação em ciências da pesquisa à prática docente*, 3. São Paulo: Escrituras, 2001. p. 53-60.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D. e HANESIAN, H. *Educational psychology*: a cognitive view. 2ª ed., New York, 1978.

AUSUBEL. D. P. *Aquisição e Retenção de Conhecimentos*: Uma Perspectiva Cognitiva. 1.ª Edição. PARALELO EDITORA, LDA. Lisboa, Janeiro de 2003.

BACHELARD, G. *Ensaio sobre o conhecimento aproximado*. 1ª edição. Rio de Janeiro: Contraponto. 2004

BENITE, C. R. M.; BENITE, A. M. C.; ECHEVERRIA, A. R. *A Pesquisa na Formação de Formadores de Professores*: Em Foco, a Educação Química QUÍMICA NOVA NA ESCOLA. Vol. 32, N° 4, NOVEMBRO 2010

http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/pesquisa.pdf

BRASIL. Ministério da Educação. LDB (1996), *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*, lei número 9394, 20 de dezembro de 1996

_____. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros curriculares nacionais*: ensino médio / Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. v. 3. Brasília – DF:MEC, 1999.

CACHAPUZ, A. F. apud PRAIA, J; CACHAPUZ, A. F.; GIL-PÉREZ, D. *A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica*. Ciência & Educação, v.8, n.2, p.253-262, 2002.

CACHAPUZ, A. F. *A procura da excelência na aprendizagem*. In:Peniche - Teoria da Aprendizagem Significativa. Contributos do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, 2000. Disponível em: <http://www.univ-ab.pt/cestudos/centros/cecme/Peniche%202000,%20Teoria%20da%20Aprendizagem%20Significativa,%20Contributos%20do%20III%20Encontro%20Internacional.pdf>. Acesso em 21 novembro 2010.

CANDAU, Vera M. (org.). *A didática em questão*. 27 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.

CHASSOT, Attico. *Para que(m) é útil o ensino?* - 2ª edição. Canoas: Editora da ULBRA,. 2004.

CHASSOT, I. A., *Para que(m) é útil o ensino?* Alternativas para um ensino (de Química) mais crítico. Canoas: Ed. ULBRA, 1995.

_____. *Alfabetização científica*: questões e desafios para a Educação. 2. ed.Ijuí: Unijuí, 2001.

CHAUÍ, M. *A Universidade em Ruínas*. In: TRINDADE, H. (org.) Universidade em Ruínas: na república dos professores. Petrópolis: Vozes/Rio Grande do Sul: CIPEDES. 2000, p.211-222.

CROTTY, Michael. *The foundations of social research:* meaning and perspective in the research process. London: Sage, 1998.

FERNANDES, M. M.; SILVA. M.H.S. *O trabalho experimental de investigação*: das expectativas dos alunos às potencialidades no desenvolvimento de competências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências,* v. 4, nº 1, p. 45-58, jan/abr, 2004.

FREIRE, P. *Educação como prática da liberdade*. 24 ed. São Paulo: Paz e Terra, 2000.

GALAGOVSKY, Lydia R. *DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO AL APRENDIZAJE SUSTENTABLE*. Parte 1: el modelo teórico. Enseñanza de la Ciencias, 2004, 22(2), 229–240.

GALIAZZI, Maria do C. et al. *Objetivos das Atividades Experimentais no Ensino Médio: A Pesquisa Coletiva como Modo de Formação de Professores de Ciências*. Ciência & Educação, v.7, n.2, p.249-263, 2001.

GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. de C. *Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula*: Uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. Investigações em Ensino de Ciências – V10(2), pp. 227-254, 2005.

GAUCHE,R. e outros. *Formação de professores de química*: concepções e proposições. Química Nova na Escola, n° 27, 2008.

GIORDAN, M. . *O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências*. Química Nova na Escola, v. 10, p. 43-49, 1999.

GONÇALVES; MARQUES. C*ontribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química*. Revista eletrônica Investigações em Ensino de Ciências. UFRG, 2006. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol11/n2/v11_n2_a4.htm>. Acesso em: 21 novembro 2010.

GONÇALVES. T. O.; GONÇALVES, T. V. O. *Reflexões sobre uma prática docente situada:* Buscando novas perspectivas para a formação de professores. In: *Cartografias do trabalho docente:* professor(a)-pesquisador(a). GERALDI, C. M.; FIORENTINI, D.; PEREIRA, E. M. A. (orgs.). Campinas, SP: Mercado de Letras: Associação de Leitura do Brasil – ALB, 1998.

GUIMARÃES, Cleidson C. *Experimentação no Ensino de Química*: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. Química Nova na Escola. Vol. 31, n° 3, 2009.

HARRES, João Batista S. *Epistemologia e modelos didáticos no ensino de ciências*. In: Revista Educação, Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, v. 23, n. 40, p. 57-86, 2000.

HOFFMANN, J. M. L. *Avaliar: respeitar primeiro, educar depois*. Porto Alegre: Mediação, 2008.

LABURÚ. C. E. et al. *Pluralismo Metodológico no Ensino de Ciências*. Ciência & Educação, v. 9, n. 2, p. 247-260, 2003.

_____; BARROS, M. A. *PROBLEMAS COM A COMPREENSÃO DE ESTUDANTES EM MEDIÇÃO*: RAZÕES PARA A FORMAÇÃO DO PARADIGMA PONTUAL. Investigações em Ensino de Ciências – V14(2), p. 151-162, 2009.

LOBO, S.F. *A Licenciatura em Química da UFBA: Epistemologia, Currículo e Prática Docente*. UFBA, Tese de Doutorado. 2004.

LYLE, JOHN. *Stimulated Recall:* a report on its use in naturalistic research. British Educational Research Journal, Vol. 29, N°. 6. 2003.

LUCKESI, C. et all. *Fazer universidade:* uma proposta metodológica, São Paulo: Cortez, 1984.

MALDANER, Otavio Aloísio. *A formação inicial e continuada de professores de química.* Ijuí: UNIJUÍ, 2003.

MATEUS, Alfredo L. *Química na cabeça*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2001

MELLO Guiomar N. de, Seminário Nacional de Avaliação para Certificação de Competências - MEC/INEP. Slide 27. Brasília, 2002. Disponível em: <http://www.namodemello.com.br/apresent.html> Acesso em 21 novembro 2010.

MOREIRA, Marco Antonio. *Aprendizagem significativa crítica*. Porto Alegre: [s.n], ca. 2000.

_____. *A Teoria da Aprendizagem significativa e sua implementação em Sala de Aula*. Brasília: /editora da Universidade de Brasília, 2006.

_____ & MASINI, E. F. S., *Aprendizagem significativa :* a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.

_____. *Aprendizagem significativa :* a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2001.

MORTIMER, Eduardo F. *Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências*: para onde vamos? Investigação em Ensino de Ciências, v.1, n.1, 1996. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino /N1/2ARTIGO.htm>. Acesso em: 23 de maio de 2007.

NOVAK, D. Joseph. *Aprender a Aprender*. Plátano-Edições Técnicas. Lisboa, 1996.

NÓVOA, A., Formação de professores e profissão docente. Em: NÓVOA, A. (Org) Os professores e sua formação. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1997.

OLIVEIRA, Renato José de. *A escola e o ensino de ciências*. São Leopoldo: UNISINOS, 2001.

PERRENOUD. P. *Dez novas competências para ensinar*. Porto Alegre: Art Méd, 2000.

PRAIA, João F. - *Aprendizagem significativa em D. Ausubel*: Contributos para uma adequada visão da sua teoria e incidências no ensino. In:Peniche - Teoria da Aprendizagem Significativa. Contributos do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, 2000. Disponível em: <http://www.univ-ab.pt/cestudos/centros/cecme/Peniche%202000,%20Teoria%20da%20Aprendizagem%20Significativa,%20Contributos%20do%20III%20Encontro%20Internacional.pdf>. Acesso em 21 novembro 2010.

RUSSEL, J. Blair. *Química geral*. 2ª ed. São Paulo: Makron Books, v. II, 1994.

SACRISTAN, Gimeno J. *Poderes Instáveis em Educação*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999.

SANTOS, Wildson Luiz dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. *Educação em química*: compromisso com a cidadania. 3.Ed. Ijuí: UNIJUÍ 2003.

SCHNETZLER, Roseli Pacheco (Org.); ARAGÃO, R. M. R. (Org.). *Ensino de Ciências:* fundamentos e abordagens. 1ª ed. Campinas: R. Vieira, 2000.

SCHÖN, Donald A. *Educando o Profissional Reflexivo*: um novo design para o ensino e a aprendizagem. Tradução de Roberto Cataldo Costa. Porto Alegre: Artmed Editora,2000.

SILVA et al. *A dimensão prática na licenciatura em química*. 2007. Disponível in: http://www.blues.uab.es/rev_ens.ciencias/congres2005/ material/ comuni_ordes/2_ proyectos/2_1/almeida_812.pdf. Acesso em: 21 novembro 2010.

SILVA, L. H. de A.; ZANON, L. B. *A experimentação no ensino de Ciências*.In: SCHNETZLER, R. E ARAGÃO, R. de. *Ensino de Ciências*: fundamentos e abordagens. 1ed. São Paulo:UNIME, 2000.

UNEB – Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Ciências Exatas e da Terra/ Salvador / UNEB. Disponível em: <http://www.uneb.br/salvador/dcet/graduacao/>. Acesso em 21 novembro 2010.

VARJÂO, Tatiana do A. *A* Licenciatura em Química da UNEB: Aspectos do Currículo que Facilitam ou Dificultam o Percurso Discente. Universidade Federal da Bahia, UFBA, 2008. 146p. Dissertação de Mestrado.

VASCONCELLOS et all. *O professor e a boa prática avaliativa no ensino superior na perspectiva dos estudantes*. Interface – Comunicação, Saúde, Educação, v. 10. n.20, 2006.

VIGOTSKY, L. S. *A formação social da mente:* o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 7.ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

APENDICES

APENDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O Estudo das CARACTERÍSTICAS DA EXPERIMENTAÇÃO EM SALA DE AULA (título provisório e doravante referido como Estudo) é um projeto de pesquisa cujo objetivo é levantar as características dessa ferramenta através de seu emprego por professores formadores em aulas do curso de licenciatura em química.

O **Estudo** é conduzido pelo mestrando Ródnei Almeida Souza (UNEB) e o professor Dr. José Luis de Paula Barros Silva (UFBA), constituindo-se em uma dissertação, vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências das UFBA/UEFS.

O/A Sr/a. é convidado/a a participar do **Estudo**, o que envolve fornecer entrevista(s), ceder áudio e imagens de atividades em sala de aula e participar de avaliações conduzidas pelo pesquisador do **Estudo**.

As entrevistas e as atividades em sala de aula serão gravadas e transcritas para obtenção de informações necessárias à pesquisa. As gravações e transcrições serão guardadas em segurança até o fim do **Estudo**, quando serão destruídas.

Sua participação é inteiramente voluntária, sem qualquer pagamento. O/A Sr/a. poderá deixar de responder a qualquer pergunta durante a entrevista, atividade em sala de aula ou avaliação, bem como deixar de participar da pesquisa a qualquer momento.

Todas as informações obtidas do/a Sr/a. serão confidenciais, às quais só terão acesso os pesquisadores do **Estudo**. Serão usadas apenas para os fins da pesquisa. A publicação dos resultados da pesquisa poderá conter trechos das entrevistas, das gravações de áudio em sala de aula e das avaliações, porém, mantendo sigilo a respeito da real identidade dos entrevistados. Quando necessário, serão empregados nomes fictícios e/ou codificados para identificar os entrevistados.

Caso concorde em participar desta pesquisa, por favor, preencha a tabela das informações abaixo e assine este documento.

Este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido é assinado em duas vias, uma para o/a Sr/a e outra para o **Estudo**. Caso deseje maiores esclarecimentos, solicitar ao entrevistador.

Declaro que compreendi as informações apresentadas neste documento e dei meu consentimento para participação no **Estudo**.

Nome	
Telefone(s)	
E-mail	

Salvador, ___ / ___ / _____.

Assinatura:_____

Entrevistador	
Assinatura	

APENDICE B – Protocolo de Entrevista

PROTOCOLO DE ENTREVISTA

Apresentação da entrevista:

Esta entrevista é parte integrante de uma pesquisa que visa identificar características da experimentação em sala de aula[23] enquanto recurso metodológico utilizado no ensino de Química pelos professores formadores do curso de licenciatura. A pesquisa resultará na minha dissertação para o Mestrado do Programa de Pós Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências. Toda a entrevista será filmada, respeitando todos os aspectos constantes no TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO já assinado. Ressalto que a filmagem visa facilitar e dinamizar o registro da entrevista e não será apresentada publicamente, apenas as falas serão apresentadas sem qualquer identificação do entrevistado.

- Primeiro bloco: caracterizando o entrevistado e a aula com ESA

1) Qual a sua formação?
2) Quais as disciplina(s) que leciona no curso de licenciatura?
3) Há quanto tempo ministra a disciplina que realizou a ESA?
4) Já havia usado a ESA nessa disciplina?
5) Em outras?
6) Você considera importante as aulas experimentais no ensino de Química?
7) Como as aulas com experimentação podem contribuir para o ensino de química?
8) Quais os objetivos do experimento realizado na sua aula?
9) Qual a importancia do tipo de material usado na ESA, alternativo em relação ao tipo de material de laboratório para o ensino de Química?
10) Você tem conhecimento sobre teorias de aprendizagem?
11) Você planeja suas aulas tendo como referencial uma teoria de aprendizagem ou elementos de uma?

- Segundo bloco: refletindo sobre a ação

[23] Visando evitar o enviezamento das respostas dos entrevistados omiti a relação com a TAS.

(as questões desse segundo bloco variaram para cada docente entrevistado de acordo com o que ocorreu na aula com ESA)

- Terceiro bloco: avaliando a ESA

12) Quais as principais diferenças que você pode detectar entre a mesma aula com experimentação e sem experimentação?
13) Quais as dificuldades pra realizar essa experimentação dentro da aula?
14) Qual a importância da comparação para o processo de ensino e de aprendizagem? Qual a importância de comparar um estado inicial com o estado fina de um fenomeno?
15) Você pode destacar diferenças entre experimentação em sala de aula e práticas de laboratório?
16) Como você avalia a inserção da experimentação para os processos de ensino e de aprendizagem na disciplina que leciona?
17) Como você faz essa mesma avaliação tendo em vista a formação do professor de química, ou do licenciado em química?
18) Você incorporaria a experimentação em sala de aula ao programa de sua disciplina?

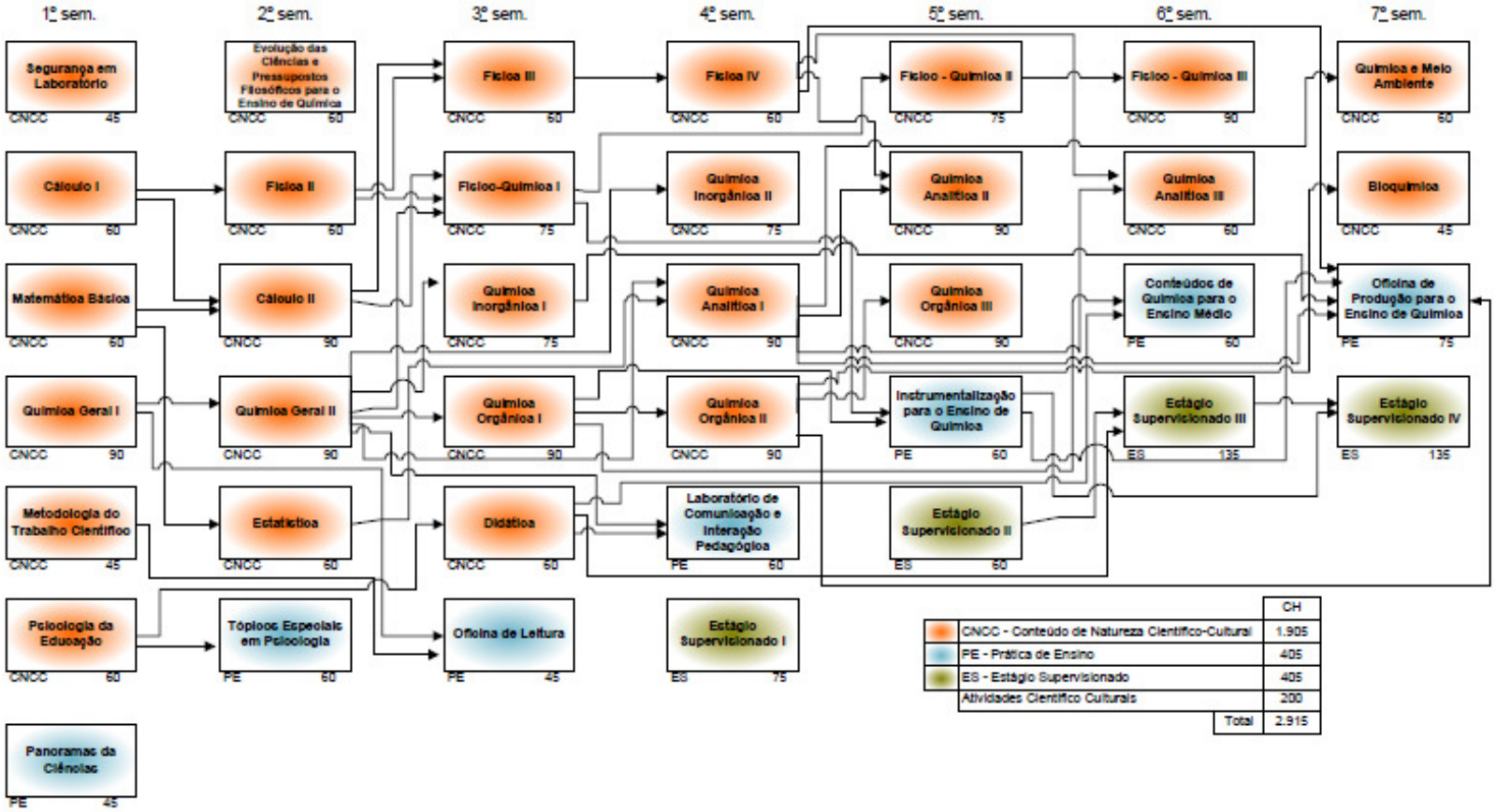
ANEXOS

ANEXO A - Fluxograma do Currículo do Curso de Licenciatura em Química da UNEB

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA - UNEB

3.4.3.5. Fluxograma do Currículo Redimensionado

				INTEGRALIZAÇÃO CURRICULAR		
DEPARTAMENTO	Ciências Exatas e da Terra	CAMPUS	Salvador - I	Carga Horária Total	Tempo Mínimo	Tempo Máximo
CURSO	Licenciatura em Química	TURNO	Vespertino			
VIGÊNCIA	2004.1			2.915	7 semestres	12 semestres



Carga Horária:	405	420	405	450	375	345	315

ANEXO B – Fotos do Experimento do D1

Foto 1 – Estado inicial do experimento (D1)

Foto 2 – Estado final do experimento (D1)

ANEXO C – Fotos do Experimento do D2

Foto 3 – Separadores de moedas construídos pelos estudantes

Foto 4 – Estudante jogando dado

Foto 5 – Estudantes montam o experimento

Foto 6 – Recipiente

Foto 7 – Amostragem menor

Foto 8 – Amostragem maior

ANEXO D – Fotos do Experimento do D3

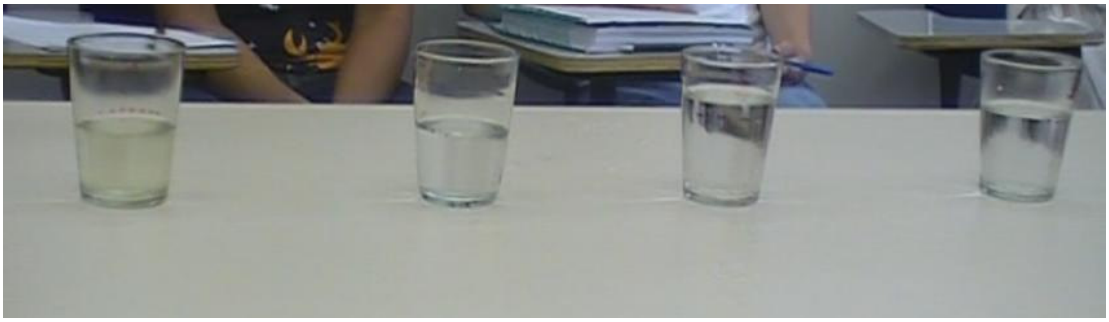


Foto 9 – Sistemas iniciais (D3)
(da direita para esquerda: água, água gaseificada, álcool etílico e solução de hipoclorito de sódio)

Foto 10 – Adição de Cloreto de sódio ao sistema 1 (água)

Foto 11 - Adição de Cloreto de sódio ao sistema 2 (água gaseificada)

ANEXO E – Fotos do Experimento do D4

Foto 12– Precipitação do Cloreto de Prata

Foto 13 – Sistema após precipitação do Cloreto de Prata

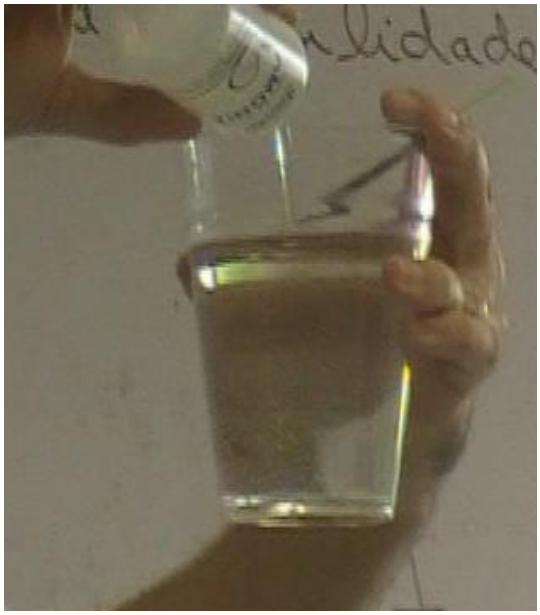


Foto 14 – Adição da solução de amônia

ANEXO F – Fotos do Experimento do D5

Foto 15 – Sistemas no Estado Inicial (D5)
(antes da adição de água)

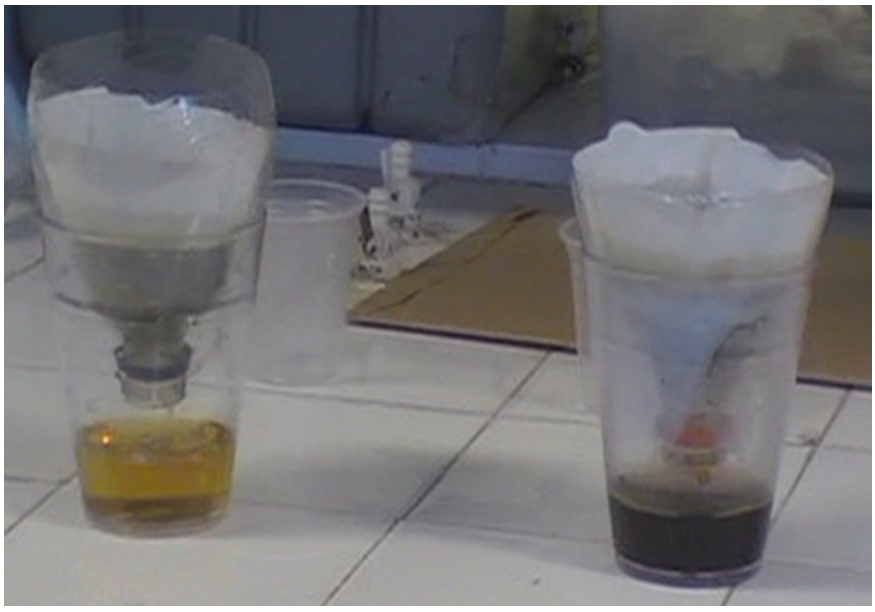


Foto 16 – Sistemas no Estado Final (D5)
(sistema da esquerda usou água na temperatura ambiente e o da direita, água quente)