



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO, FILOSOFIA E
HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS UFBA-UEFS**

Hélio da Silva Messeder Neto

**Abordagem Contextual Lúdica e o Ensino e a Aprendizagem do
Conceito de Equilíbrio Químico: O Que Há Atrás dessa Cortina?**

Salvador
2012

HÉLIO DA SILVA MESSEDER NETO

**Abordagem Contextual Lúdica e o Ensino e a Aprendizagem do
Conceito de Equilíbrio Químico: O Que Há Atrás dessa Cortina?**

Dissertação de Mestrado elaborada junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, da Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito para obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Edilson Fortuna de Moradillo

Salvador - Ba
2012

Sistema de Bibliotecas – IQ/UFBA

Messeder Neto, Hélio da Silva.

Abordagem contextual lúdica e o ensino e a aprendizagem do conceito de equilíbrio químico: o que há atrás dessa cortina / Hélio da Silva Messeder Neto. - 2012.

136 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Edílson Fortuna de Moradillo.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Instituto de Química, Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2012.

1. Química - Estudo e ensino. 2. Química - Material didático. 3. Atividades criativas na sala de aula. 4. Efeitos do contexto (Psicologia). I. Moradillo, Edílson Fortuna de. II. Universidade Federal da Bahia. Instituto de Química. III. Universidade Estadual de Feira de Santana. IV. Título.

CDD – 540

CDU – 54:371.3

AGRADECIMENTOS

Eu os declaro culpados! Culpados por eu ter escrito essa dissertação, e por eu não ter desistido no meio do caminho. Ninguém escreve uma dissertação sozinho, há sempre “cúmplices” que nos ajudam nessa caminhada tão árdua e por vezes desesperadora. São aos meus cúmplices que faço questão de agradecer e dizer que sem vocês eu não teria conseguido. Muito Obrigado;

- A minha mãe, por se fazer presente em todos os momentos, pela sua força incalculável e pela preocupação, por vezes excessiva, com minha saúde e bem estar. Te admiro muito dona Sueli.

- A meu pai Lázaro, por não duvidar de mim em um só momento e por mostrar, em seu olhar, o orgulho imenso que sentiu por mim cada vez que eu vencias um obstáculo.

- A minha irmã, pelo apoio incondicional, pelas discussões proíficas sobre ensino e aprendizagem e pelo jeito alegre de ser que me garante boas risadas.

- Ao meu cunhado (Diogo), pelo apoio, interesse no meu trabalho e pelas piadas inteligentes que me fizeram rir muito durante esse processo.

- Aos meus amigos Gases Nobres e agregados, por estarem presentes e acreditarem em mim mais do que eu mesmo. Um agradecimento especial a Bárbara Carine por ter sido uma amiga para todas as horas e pelas discussões e opiniões que muito ajudaram a compor esse trabalho. Agradeço também ao seu namorado Vinícius por participar ativamente das discussões e fazer colocações, nem sempre pertinentes (rs), mas que me ajudaram muito a refletir sobre o que eu ia escrever e como escrever.

- Ao meu amigo e professor de inglês Henrique, por me ensinar a ler em inglês, por me apresentar Shakespeare e outros autores clássicos. Sem você, entrar nesse mestrado seria impossível (rsrs).

- A professora Nidia Franca Roque que sempre acreditou que educar pelo teatro é uma boa opção e que foi responsável pela semente dessa dissertação. Agradeço por ela ter me ensinado a ousar e nem sempre respeitar os limites postos pela academia.

- A Professora Maria da Conceição Oki, que me mostrou a história da ciência com uma paixão arrebatadora e me ajudou muito na construção do projeto de mestrado. Seus ensinamentos estiveram presentes em cada linha dessa dissertação

- Ao Professor Jonei Cerqueira Barbosa pela fantástica disciplina de Metodologia. Todos os acertos metodológicos desse trabalho eu devo a ele.

- A professora Lígia Marcia Martins que em 5 minutos de conversa mudou o rumo da minha dissertação e apontou caminhos para o meu doutorado. Sem palavras para sua competência.

- Ao meu orientador e amigo Edilson Fortuna Moradillo, por acreditar em mim, por ter me apresentado os clássicos da humanidade, por me tornar mais humano. Não há signos que consigam expressar minha gratidão por esse professor/ amigo/ orientador que nunca esperou menos que o melhor de mim. Obrigado pela confiança.

- Ao NUPEQui pelas sugestões, críticas e pelas reuniões de segunda-feira que me ajudaram muito a me formar como pesquisador. Um abraço especial para Abraão pelo cuidado de ler e mandar críticas por escrito para essa dissertação.

- Ao professor Joaquim e a escola Manoel Novaes que me deram espaço para que essa pesquisa fosse realizada

- Aos meus alunos do 2º ano que colaboram com a pesquisa e me ajudaram a me tornar um melhor professor com suas dúvidas, interesses(ou falta deles) e questionamentos. Espero, também, ter ajudado vocês.

- A minha banca de qualificação (Andrea, Rosileia e Marlon) que contribui imensamente com o trabalho, colocando em xeque minhas certezas e exigindo de mim mais criatividade e mais dedicação. Obrigado pela crítica acadêmica apurada e pelos elogios que me fizeram acreditar que estava no caminho certo.

RESUMO

Os trabalhos envolvendo ludicidade e/ou a Abordagem Contextual no ensino de química vêm aumentando muito nos últimos anos. No entanto, esses trabalhos vêm apresentando os resultados sem descrever como os estudantes aprendem quando são inseridos na sala de aula aspectos históricos e/ou lúdicos. Baseado nesta lacuna da literatura, este trabalho teve como objetivo principal descrever como se dá aprendizagem dos conceitos científicos quando é inserida na sala de aula a abordagem contextual e a ludicidade simultaneamente. Escolhemos o conteúdo de equilíbrio químico e aplicamos a sequência didática desenvolvida em uma turma de 2º ano do ensino médio de uma escola estadual. A pesquisa foi de cunho qualitativo empírico e teve com técnica de coleta de dados a observação. Os resultados da aprendizagem foram analisados usando como referência a Psicologia Sociocultural e as categorias postas nos resultados não foram definidas a priori. A pesquisa ora apresentada também avaliou, usando um questionário, se a sequência aplicada contribuiu para a mudança da concepção dos estudantes sobre a natureza da ciência e, para esse aspecto, esse estudo apontou que, a maioria dos estudantes, superou concepções ingênuas sobre o que é ser cientista e o que é fazer ciência, principalmente, após a intervenção do professor.

Palavras-chave: Ludicidade. Abordagem Contextual. Aprendizagem no Ensino de Ciências.

ABSTRACT

Studies involving playfulness and Contextual approach in teaching chemistry has grown rapidly in recent years. However, these studies have presented the results without describing how students learn when they are inserted in the classroom historical and recreational aspects. Based on this gap in the literature, this study aimed to describe how learning takes place when it is inserted scientific concepts in the classroom contextual approach and playfulness. We use as a research context the content of chemical equilibrium and apply the teaching sequence developed in a class of 2nd year of high school in a state school. The research was qualitative and had with empirical data collection technique of observation. Learning outcomes were analyzed using as reference the Socio-Cultural Psychology and categories emerged from the results the practice. The research presented here also assessed using a questionnaire applied to the sequence contributed to change the design of the students about the nature of science and this aspect had good results, especially after the intervention of the teacher

Key Words: Playfulness. Contextual Approach. Learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Diferença entre ZDP e NDR	38
Figura 2: Relação entre as categorias Atividade, Ação e Operação	41
Figura 3: 1ª proposta para inserção do jogo didático na sala de aula.	55
Figura 4: 2ª proposta para inserção o jogo didático na sala de aula.	55
Figura 5: Representação em quatro fases do ciclo básico da investigação-ação.....	78
Figura 6. Etapas do percurso didático desenvolvido	88
Figura 7: Esquema que relaciona as categorias no percurso pedagógico.....	105

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Relação entre a periodização e a atividade principal.....	42
Quadro 2: Descrição do jogo teatral “cabo de guerra” usando a proposta de Spolin.....	58
Quadro 3: Uso do teatro na aula de ciências segundo Yoon	64
Quadro 4: Síntese do planejamento do percurso didático	81
Quadro 5: Síntese do percurso didático realizado na sala de aula.....	83
Quadro 6: Apresentação das categorias e seus objetos de análise.....	89
Quadro 7: Respostas dos alunos a 1ª questão sobre natureza da ciência.....	108
Quadro 8: Resposta dos alunos a 2ª questão sobre natureza da ciência	110
Quadro 9: Resposta dos alunos a 3ª questão sobre a natureza da ciência	113

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACL	Abordagem Contextual Lúdica
FPS	Função (ões) Psicológica(s) Superior(es)
FPE	Função (ões) Psicológica(s) Elementares(es)
GEPEC	Grupo de Pesquisa em Educação química
HFC	História e Filosofia da Ciência
NDC	Natureza da Ciência
NDR	Nível de Desenvolvimento Real
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
PIBID	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
UERN	Universidade Estadual do Rio Grande do Norte
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFSCAR	Universidade Federal de São Carlos
UNESP	Universidade Estadual Paulista
USP	Universidade de São Paulo
ZDP	Zona de Desenvolvimento próximo

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
1 COLOCANDO AS CARTAS NA MESA: O HOMEM NÃO NASCE HOMEM	21
1.1 A ORIGEM E DESENVOLVIMENTO DO SER SOCIAL	22
1.2 PSICOLOGIA SOCIOCULTURAL	25
1.2.1 Funções Psicológicas Superiores (FPS).....	27
1.2.2 A formação de conceitos na perspectiva Vigotskiana	34
1.2.3 A teoria da atividade e a periodização do desenvolvimento na psicologia sociocultural.	39
2 O REI EM XEQUE: LUDICIDADE NO ENSINO COMO PONTO DE PARTIDA E NÃO DE CHEGADA	46
2.1 A ORIGEM SOCIAL DO JOGO	47
2.2 O PAPEL DO JOGO NA EDUCAÇÃO E NO DESENVOLVIMENTO DO PSIQUISMO.....	51
2.3 O JOGO TEATRAL.....	56
2.4 O TEATRO E O ENSINO DE CIÊNCIAS.....	61
3 UM ÁS NA MANGA DO PROFESSOR: HISTÓRIA E FILOSOFIA NA SALA DE AULA	67
3.1 ABORDAGEM CONTEXTUAL.....	68
3.2 CONCEPÇÕES ADEQUADAS SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA.....	73
3.3 ABORDAGEM CONTEXTUAL LÚDICA (ACL).....	74
4 MOSTRANDO COMO AS CARTAS FORAM EMBARALHADAS: PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	76
4.1 PLANEJAMENTO DA AÇÃO	79
4.1.1 A sequência de ensino planejada.....	80
4.2 IMPLEMENTAÇÃO DO PLANEJAMENTO	82
4.2.1 A coleta de dados	85
4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS	87

4.3.1 A categorização dos resultados para o 1º objetivo da pesquisa.....	88
5 FAÇAM SUAS APOSTAS, OS DADOS SERÃO LANÇADOS: RESULTADOS E DISCUSSÕES	90
5.1 BUSCANDO RELAÇÕES ENTRE AS CATEGORIAS E TECENDO ALGUMAS HIPÓTESES	104
5.2 AS CONCEPÇÕES DOS ESTUDANTES SOBRE ALGUNS ASPECTOS DA NATUREZA DA CIÊNCIA.....	107
6 O JOGO AINDA NÃO ACABOU: FINALMENTE, O QUE HÁ ATRÁS DA CORTINA?	114
REFERÊNCIAS	118
APÊNDICES	128

INTRODUÇÃO

Futebol não se aprende na escola
É por isso que Brazuca é bom de bola

BRAZUCA
Gabriel O Pensador, 1999

Ser ou não ser - eis a questão.
Será mais nobre sofrer na alma
Pedradas e flechadas do destino feroz
Ou pegar em armas contra o mar de angústias
E, combatendo-o, dar-lhe fim?

Hamlet- Shakespeare

Apesar de iniciativas pontuais, o fracasso da escola básica no Brasil é patente. Não precisamos ir muito longe para vermos professores reclamando da falta de êxito das suas aulas e dos seus alunos no que se refere à aprendizagem da sua disciplina. As queixas sobre a evasão do ambiente escolar, falta de motivação dos estudantes para a realização das atividades e ausência de atenção nas aulas se multiplicam a cada dia e parece que a solução destes problemas não está vindo a galope.

O que fazer diante desse fracasso? De quem é a responsabilidade pela ineficiência do ensino básico? Serão os alunos que não estudam e não querem aprender? Ou serão os professores que ganham pouco e estão desestimulados com a situação calamitante em que se encontra a escola pública? Será, ainda, que o fracasso da escola não seria de ordem metodológica? Será que não basta trazer a ludicidade, a diversão, o cotidiano para a escola e esses problemas não estariam resolvidos?

O leitor desavisado poderia pensar ao ler o título da minha¹ dissertação que eu estaria inclinado a responder os questionamentos feitos acima apontando a questão metodológica, especificamente a ludicidade, como uma possível solução para as mazelas da escola básica e em particular para o ensino de ciências. Entretanto, sem desconsiderar o poder motivador da ludicidade ou de qualquer outro aspecto metodológico, enveredarei por outro caminho.

Começo deixando claro que nenhuma resposta que leve em consideração professor, aluno e aspectos metodológicos isoladamente dará conta de explicar o fracasso escolar. A escola é muito mais que uma instituição isolada com autonomia absoluta. Ela faz parte de uma sociedade e reflete as relações dos homens de seu tempo (PISTRAK, 2000). Na sociedade capitalista em que vivemos, dividida em classes e com interesses divergentes, a escola sofre com as determinações e conflitos existentes entre a classe dominante e a massa de trabalhadores (SAVIANI, 2008a). É de se esperar que a escola da classe dominante não seja a mesma da classe explorada. É de se esperar, também, que em uma sociedade dividida em classes e regida pelo capital, a escola da classe trabalhadora sofra das privações, carências e limitações impostas pela própria dinâmica social. Portanto, se tentarmos explicar o problema da escola, buscando compreendê-la por ela mesma terminaremos sem avançar para lugar algum.

Podemos ratificar e ampliar o que foi dito acima, usando a seguinte passagem de Moradillo (2010, p. 55):

¹ Optarei na introdução pelo uso da 1ª pessoa no singular devido ao caráter explicitamente pessoal do texto (exponho minha trajetória acadêmica e minhas preferências pelo tema da dissertação). Nos capítulos seguintes, o texto estará escrito na 1ª pessoa do plural.

[...] procurar a compreensão desses problemas [as mazelas da educação] através do próprio fenômeno educacional, recortando-o em fragmentos: aluno, professor, método de ensino, conteúdo a ser trabalhado, organização da escola e Estado, e analisando-os de *per se*, não nos parece ser um caminho promissor, pois ficamos rodando em círculos [...] perdemos assim, a perspectiva da totalidade e a oportunidade de reverter esse quadro social.

O que fazer então? Cruzar os braços diante dessa situação e aguardar que a sociedade mude para que a escola mude e seus problemas sejam resolvidos? Óbvio que não. Precisamos de uma escola que saiba que é influenciada socialmente, no entanto que se predisponha a contribuir para a superação dessa sociedade. Uma escola que, na sociedade de classes, sirva aos interesses dos dominados (classe trabalhadora) e que contribua, ainda que de modo limitado, para a emancipação humana (SAVIANI, 2008a).

Falar de uma escola que sirva aos interesses da classe trabalhadora significa propor uma ação educativa que vá além da repetição de refrões políticos ou posições ideológicas (SANTOS, 2005). A escola que serve aos trabalhadores procura instrumentalizar o educando com os conhecimentos socialmente relevantes, sistematizados e elaborados, isto é, com o conhecimento científico.

A justificativa sociopolítica pela defesa de uma escola pública rica em conteúdo se manifesta claramente na fala de Saviani (2008a, p. 45): “O dominado não se liberta se ele não vier a dominar aquilo que os dominantes dominam. Então, dominar o que os dominantes dominam é condição de libertação”.

Quero, com esse discurso inicial, tirar o foco direto sobre as mazelas da educação para vermos além delas. Proponho pensarmos no trabalho educativo inovador de maneira mais ampla, não como algo para superar um fracasso escolar, mas sim como “o ato de produzir, direta e intencionalmente, em cada indivíduo singular a humanidade que é produzida histórica e coletivamente pelo conjunto de homens²” (SAVIANI, 2008b, p. 13). Para que isso aconteça precisamos assegurar uma **escola rica em conteúdo científico** e só a partir daí poderemos pensar em métodos que tornem este conhecimento acessível aos educandos.

No entanto, o conhecimento científico não vem sendo mais o protagonista na escola. A escola vem se tornando o “não-lugar” de se apropriar de um conhecimento sistematizado (MORADILLO, 2010). Faz-se tudo na escola, comemora-se o dia do índio, o folclore, a páscoa, faz-se gincana, joga-se futebol, discutem-se problemas de trânsito, das drogas, da sexualidade e tantas outras coisas (SAVIANI, 2008b; MORADILLO, 2010) ao fim do ano

² Essa função da escola vai além de uma sociedade de classes. Mesmo em uma sociedade em que o capital foi superado a escola será necessária, pois ela garantirá que as gerações futuras se apropriem do conhecimento sistematizado produzido pela humanidade.

letivo pouco tempo foi destinado à verdadeira função da escola - processo de transmissão³ e incorporação do conhecimento científico.

No ensino de ciências, o caminho parece ser o mesmo. Professa-se aos quatro ventos que as aulas de ciências devem ter experimentos, devem ser contextualizadas, deve-se discutir a relação entre ciência, tecnologia e sociedade, a natureza da ciência e do conhecimento científico e tudo isso de maneira divertida para que a escola não fique cansativa e desestimulante para o aluno. Ao fim do ano, para dar conta de tudo isso, pouco conhecimento científico foi oferecido ao estudante, pois não houve tempo para isso.

Não quero, sob hipótese alguma, dizer que as aulas não devam ser contextualizadas ou trazer abordagens históricas do conteúdo, nem retirar os experimentos ou atividades lúdicas das aulas de ciências. Ao contrário, tudo isso é muito importante para o aprendizado. Quero apenas deixar claro que esses recursos não podem aparecer em detrimento da transmissão do conhecimento científico. Essa transmissão é função da escola e, portanto, função, também, das aulas de ciências.

Serei mais específico na crítica que fiz acima, mas antes convém contar um pouco sobre meus interesses durante a época da graduação, para que possamos entender sobre quais temas, especificamente, minhas críticas versarão.

Quando entrei no curso de Química da UFBA e fui me aproximando dos temas relacionados ao Ensino de Química, duas vertentes me chamaram bastante atenção: Ludicidade e História da Química.

Quanto à história da química, me encantou a ideia de mostrar, ao ensinar ciências, que os conhecimentos científicos têm historicidade e que os cientistas, como todo ser humano, são homens do seu tempo, vivendo em sociedade e sofrendo direta e indiretamente as influências do momento histórico que viviam (KOSMINSKY; GIORDAM, 2002; MATTHEWS, 1995).

³ A palavra transmissão aqui não foi escolhida arbitrariamente e nem se trata de um descuido do discurso. Acredito que há transmissão de conhecimento uma vez que existe um legado produzido pela humanidade que precisa ser apropriado pelas gerações futuras. O ensino trata de algo que já foi socialmente conquistado pela humanidade e, portanto precisa ser transmitido para as outras gerações.

É preciso destacar, que a transmissão de conhecimentos não precisa ser feita pelo professor de modo unívoco e direto. O diálogo com o estudante, a inserção de outros recursos metodológicos (experimentação, jogos, etc.), são importantes, mas não invalidam a ideia de transmissão de um legado construído pela humanidade.

A palavra construção de conhecimento vem sendo muito usada nos trabalhos de ensino como o oposto da palavra transmissão. Concordo com Saviani (2008a) que o termo construção de conhecimento está relacionado à pesquisa que é diferente do processo de ensino.

Saviani (2008a) nos deixa claro que a pesquisa é incursão no desconhecido, mas não no desconhecido em termos individuais, mas em termos sociais, isto é, trata-se daquilo que a sociedade desconhece. Construir conhecimento não é algo trivial e passa por dominar conhecimentos já existentes na área de modo a perceber se o objeto investigado é ou não novo e isto é papel da pesquisa. Ao ensino cabe **transmitir** de maneira lógica e estruturada aquilo que já foi conquistado pela humanidade.

No entanto, no que se refere ao ensino usando a historicidade da ciência (Abordagem Contextual) dois pontos me incomodavam, a saber:

- Havia poucas propostas concretas para a inserção da história no ensino de ciências no nível médio, especificamente no ensino de química (MATEUS; PORTO; FANTINI, 2010; OKI *et al.*, 2010; SANTANA; REZENDE, 2009; SILVA, 2007).

- Algumas das propostas existentes (SÁ; VICENTIN; CARVALHO, 2010; MONEIRO; NARDI, 2010; VASCONCELOS; SILVA; ALMEIDA, 2010; KOSMINSKY; GIORDAM, 2002) estavam desconectadas de algum conteúdo específico. Ensinava-se a História da Química pela História da Química e a contribuição desta para a aprendizagem de algum conteúdo científico era nula.

O primeiro ponto é compreensível, uma vez que os professores e pesquisadores ainda estão se formando e construindo propostas que promovam a abordagem contextual dos conhecimentos científicos.

O segundo ponto é mais delicado e precisa ser melhor esclarecido. Para ilustrar a crítica do segundo ponto, cito o trabalho a que tive acesso no fim da graduação dos autores Sá, Vicentin e Carvalho (2010), publicado na revista Química Nova na Escola com o título: “A história e a arte cênica como recursos pedagógicos para o ensino de química: Uma questão interdisciplinar”.⁴

Esse trabalho teve como proposta usar teatro e a arte para discutir aspectos da vida do cientista e como o momento histórico vivido por eles influenciou no desenvolvimento das suas descobertas científicas.

Segundo os autores, a intervenção didática foi feita em turmas do 1º ano e as salas foram divididas em equipes, ficando cada equipe responsável por pesquisar a vida de um personagem significativo para a ciência. Alguns nomes sugeridos pelos professores foram: Robert Boyle, Antoine Lavoisier, John Dalton, Marie S. Curie, Ernest Rutherford.

A partir das pesquisas, os alunos elaboraram uma peça que teria duração de 25 minutos e logo depois houve um debate com os estudantes para esclarecer aspectos da vida do cientista que não ficaram evidentes na apresentação.

Os autores do texto apontam que os resultados da atividade foram bons e que foi possível a partir dessa atividade conhecer a dinâmica da Ciência Química, reconhecendo-a como uma produção humana.

⁴ Esse artigo foi tomado como exemplo, pois durante a construção do projeto da dissertação foi ele que motivou questionamentos a respeito do papel da história da ciência na aprendizagem do conhecimento científico.

Não quero, de maneira nenhuma, desmerecer o trabalho desses autores ou dizer que os resultados alcançados por eles não foram louváveis. No entanto, não posso deixar de elaborar as seguintes questões: Que conteúdo de química teve sua aprendizagem facilitada no processo? Que relações tem essa proposta didática com a apropriação de algum conteúdo químico? Em que medida a arte e a história foram recursos para o ensino de química se nada de química foi ensinado?

Não encontrei respostas para essas questões no artigo. O objetivo dessa reflexão é apenas reforçar o que eu havia enunciado anteriormente sobre o esvaziamento da escola, especificamente nas aulas de química. Na ânsia de inserir questões históricas e interdisciplinares na aula de química esquece-se o óbvio: **ensinar conteúdos de química**.

A segunda vertente que me encantou foi a ludicidade. O propósito de envolver os estudantes em aulas divertidas e dinâmicas sempre me pareceu uma boa ideia.

Como durante o ensino médio eu havia feito cursos de teatro, e muito me afeiçoei nesse período por essa arte, tive a ideia de usar o teatro para o ensino de química.

Meu envolvimento com o PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência) me deu espaço para que a proposta fosse efetivada. Dessa experiência escrevo meu trabalho de conclusão de curso intitulado: *Improvisações Teatrais para o Ensino de Química* (MESSEDER-NETO, 2010). Para escrever esse trabalho, me aproximei dos artigos, teses e dissertações que relacionavam ludicidade e o Ensino de Química e ao analisá-los me deparei, em alguns trabalhos (MENDONÇA *et al.*, 2010; CARVALHO; SANTOS; SILVA, 2010; GODOI; OLIVEIRA; CODOGNOTO, 2010; SANTOS; MICHEL, 2009; MOREIRA, 2008), com o mesmo problema que já relatei ao falar da abordagem histórica: A prevalência da função lúdica sobre a transmissão do conteúdo sistemático.

Desta vez tomarei como exemplo, para fundamentar a crítica, a dissertação de Moreira (2008) que teve como título: “O Jogo Teatral no Ensino de Química: Contribuições para a Construção da Cidadania”.

A dissertação de Moreira é um trabalho riquíssimo sobre o uso dos jogos teatrais no ensino de ciências. Seu trato com a pesquisa é louvável, e graças a sua fidelidade com os resultados e descrição detalhada do processo poderei fazer uma análise da sua proposta didática⁵.

⁵ A escolha dessa dissertação para análise se deu pelo rigor do relato de pesquisa do autor. Diferente da maioria dos artigos e dissertações, Moreira (2008) apresentou resultados mais detalhados, de modo que foi possível fazer uma crítica mais fundamentada do seu trabalho.

Em seu trabalho, o autor usa como estratégia de ensino um jogo teatral que ele intitula de: “O Debate” (uma espécie de júri). Neste jogo, a sala é dividida em duas equipes que discutirão sobre a questão do agrotóxico, utilizando uma situação fictícia de uma cidade que sofre com os males desse produto químico. Uma equipe representa os agricultores da cidade e a outra equipe representa os ambientalistas. A atividade teve duração de 5 aulas e envolvia pesquisas nos livros e na internet.

Segundo o autor, uma das hipóteses desse trabalho era que esse jogo contribuísse para aprendizagem e aprofundamento da química orgânica, uma vez que ao pesquisarem sobre agrotóxico eles iriam deter-se nas funções químicas, estrutura e etc.

Vejamos as conclusões a que o autor chegou:

Nos resultados encontrados, **há indícios** de que **não existe uma correspondência direta entre a aplicação de Jogos Teatrais no Ensino de Ciências e o aprofundamento conceitual em Ciências**. Ao que parece, o fortalecimento ou enfraquecimento dessa correspondência guarda relação com a condução impressa pelo professor à atividade, ou seja, caso a condução fosse voltada para uma abordagem mais conceitual, a aprendizagem dos conceitos mais atinentes à Química em si poderia ter sido ressignificada e aprofundada. Não obstante, é imperativo ressaltar que, no contexto desta pesquisa, essa última asserção não tem um caráter conclusivo, mas sugere uma hipótese de trabalho a ser desenvolvida em próximos estudos (MOREIRA, 2008, p. 142, grifo meu).

Concordo com o autor ao afirmar que o professor tem papel fundamental na condução de uma abordagem que priorize o aprofundamento do conteúdo científico. No entanto, creio que o problema, neste caso, está na própria concepção do jogo e na sequencia didática elaborada. Em “O Debate” o objetivo era que os alunos construíssem argumentos para o jogo, o foco não era nem conhecimento científico nem a sua utilização. A conclusão do autor, ainda que parcial, para esse aspecto me parece equivocada, pois o problema não está no jogo teatral como um todo, mas na concepção da proposta didática que não prioriza o aprofundamento do conhecimento científico.

Vejamos o que autor fala, ainda na conclusão, sobre a aprendizagem dos alunos com o uso do jogo teatral:

Conclui-se, então, que houve aprendizagem de Química, em uma perspectiva ampla. Contudo, essa aprendizagem se deu mais na dimensão horizontal, ou seja, na articulação de conceitos da Química com campos da tecnologia, sociedade, ética, economia e cidadania, do que em uma dimensão vertical, que implicaria na maior significação do próprio conceito (MOREIRA, 2008, p. 142).

Isso que o autor chama de aprendizagem na perspectiva mais ampla, eu chamo de esvaziamento do conhecimento científico na escola. O que é priorizado é a relação entre a Química e as outras dimensões sociais (aspecto que é muito importante)⁶, mais isso acontece às custas do que Moreira chamou, na citação acima, de aprofundamento vertical (maior significação do conhecimento científico). O autor não faz nenhuma ressalva ou alerta com relação a isso e parece estar satisfeito com o resultado do seu trabalho. Mas uma vez enfatizo e questiono: se um professor adota propostas lúdicas como essa, ao final do ano, o aluno terá aprendido a relação da Química com a sociedade e etc., mas será que haverá aprendizagem e aprofundamento do conhecimento científico? Creio que a resposta já foi dada por Moreira (2008) na conclusão da sua dissertação.

Preciso destacar que a ideia do jogo é boa e que ela pode sim ser utilizada. No entanto, a utilização deve acontecer como uma parte do percurso pedagógico que começa com o jogo e termina com a discussão e aprofundamento do conhecimento científico⁷. O jogo não pode ser o início e o fim de uma proposta didática.

Até agora nesta introdução ouviu-se a voz de um professor. Um educador preocupado com a transmissão de conhecimentos para a classe trabalhadora e que acredita que a ludicidade e a história da ciência podem ser ferramentas para contribuir para essa árdua tarefa. A voz do professor aqui é importante, pois ela situa o contexto em que a pesquisa será inserida e quais desafios (sejam eles de dentro da sala de aula, ou mais amplos como os problemas sociais) o professor/pesquisador terá pelo caminho. A voz do educador também é de fundamental importância, pois ao conhecê-la o leitor desse trabalho entenderá (um pouco mais para frente) como a sequência didática foi construída e aplicada.

No entanto, quero agora trazer à baila o discurso do pesquisador⁸. Como pesquisador, busquei, ao ler os relatos de pesquisa, uma lacuna deixada pelos pesquisadores quando tratam da inserção dos aspectos lúdicos e históricos em sala de aula.

Que lacuna de pesquisa seria essa? Os estudos que, na nossa concepção, adequadamente fazem uso dos jogos e/ou da abordagem contextual apontam que tanto a ludicidade quanto a história contribuem para a aprendizagem do conhecimento científico (BENEDETTI-FILHO *et al.*, 2009; SOARES; CAVALHEIRO, 2006; FRANCO-

⁶ Acredito que esta dimensão é fundamental, mas ela precisa estar articulada dentro do Projeto Político Pedagógico da escola e não aparecer como ações isoladas do educador

⁷ Voltarei à discussão do papel do jogo na sala de aula no capítulo 2.

⁸ Não se trata de por limites rígidos entre o professor e o pesquisador. Ora ou outra essas vozes se interpenetram. Faço essa divisão aqui para mostrar que os objetivos da pesquisa são diferentes dos objetivos de ensino. Como pesquisador estarei interessado em compreender o fenômeno e atingir meus objetivos de pesquisa, enquanto como professor estarei interessado na transmissão do conteúdo para as gerações futuras. Os objetivos não são excludentes, porém são diferentes.

MARISCAL; CANO-IGLESIAS, 2009; PELEG; BARAM-TSABARI, 2011; HEERING, 2000; SEKER; WELCH, 2006). Creio que, do ponto de vista da pesquisa, já superamos a fase da constatação da relevância e eficácia da ludicidade e da abordagem contextual, uma vez que já há estudos suficientes que apontem para o sucesso dessas propostas. É hora de partirmos para uma descrição detalhada de como os estudantes aprendem quando se utilizam tais metodologias em sala de aula. Trata-se, agora, de investigar melhor o processo de aprendizagem quando estes recursos entram em sala de aula.

Ao evidenciar como se dá esse processo, as propostas didáticas que usem o lúdico e a abordagem contextual, construídas para a sala de aula terão um embasamento maior e contribuirão de maneira mais efetiva para apropriação do conhecimento científico.

Imbuído dessa ideia de obter evidências sobre o processo de aprendizagem, explícito que esse trabalho tem como objetivo principal investigar **como se dá aprendizagem de conceitos científicos quando há inserção articulada de aspectos lúdicos e da abordagem contextual na sala de aula.**

Para atender esse objetivo escolhemos o conteúdo de equilíbrio químico. A escolha deste assunto não é arbitrária. Os conceitos dessa parte da química são apontados por muitos autores e professores como problemático para o ensino e a aprendizagem (MACHADO; ARAGÃO, 1996; SOARES; OKUMURA; CAVALHEIRO, 2003; SOUZA; CARDOSO, 2008) e, portanto merecem uma investigação.

Além disso, neste conteúdo de química, existe a possibilidade de se trabalhar a ludicidade e a história da química, sem sacrificar o conteúdo, usando o processo de síntese da amônia. Essa síntese é muito citada nos livros didáticos, mas pouco explorada⁹.

Antes de apontar para o segundo objetivo desse trabalho, quero informar que a partir daqui, para evitar repetição, usarei o termo Abordagem Contextual Lúdica (ACL) toda vez que me referir a uma proposta que una atividades lúdicas e aspectos históricos na sala de aula.

Não poderia perder a oportunidade de analisar com essa pesquisa **se a inserção da Abordagem Contextual Lúdica que prioriza o conteúdo científico modificou a concepção dos estudantes sobre a natureza da ciência.** Por conta do espaço da dissertação, esse será um objetivo secundário (mas não menos importante) e não contará com uma análise exaustiva do processo. Apesar da análise não ser profunda, creio que ela nos apontará caminhos para futuros trabalhos de pesquisa e/ou intervenções didáticas melhoradas.

⁹ A proposta didática está detalhada no capítulo de metodologia desse trabalho

Como modalidade de pesquisa, este estudo se constituirá em uma abordagem empírica. Partilhando das ideias de Johnson e Christen (2011) concebo a pesquisa empírica como aquela em que o pesquisador, além da literatura, recorre ao trabalho de campo no qual os dados são coletados e depois analisados à luz da teoria.

Segundo Lüdke e André (1986), esse estudo encaixa-se em um trabalho de natureza qualitativa, pois apresenta 3 características importantes:

- 1- Tem o ambiente natural como sua fonte de pesquisa;
- 2- Os dados coletados são predominantemente descritivos;
- 3- A preocupação com o processo é muito maior do que com o produto.

Considerando que o trabalho tem como foco o processo de aprendizagem devemos, para análise do processo, optar por uma teoria que dê conta de explicar esse fenômeno. A teoria escolhida foi a Psicologia Sociocultural, uma vez que esta teoria tem pressupostos que se coadunam com os argumentos que foram apresentados até aqui. A Psicologia Sociocultural valoriza o conhecimento científico e destaca o papel do professor como aquele responsável pela transmissão do legado cultural sistematizado (FACCI, 2004).

Além da Introdução, este trabalho constará de 6 capítulos. No primeiro capítulo intitulado: “Colocando as Cartas na Mesa: O Homem não Nasce Homem,” apresentarei minha concepção de homem e discorrerei sobre a Psicologia Sociocultural

No capítulo 2, denominado “O Rei em Xequê: Ludicidade no Ensino como Ponto de Partida e Não de Chegada”, tratarei especificamente dos aspectos lúdicos e como estes devem ser usados no ensino tendo como fundamento o referencial psicológico do capítulo 1. Ao fim desse capítulo darei ênfase ao jogo teatral mostrando seu papel no desenvolvimento do indivíduo e como este recurso vem sendo usado no ensino de ciências.

No capítulo seguinte, que atende pelo nome de “Um Ás na Manga do Professor: História e Filosofia na Sala de Aula”, trarei aspectos sobre a Abordagem Contextual no Ensino de Ciências e mostrarei as possíveis relações entre a abordagem lúdica e a inserção de aspectos históricos e filosóficos no ensino de ciências.

No capítulo 4, descrevo a metodologia do trabalho. Neste capítulo apresento contexto da pesquisa e explico como os dados foram coletados e analisados.

No penúltimo capítulo, apresento de forma sistemática os resultados e os discuto à luz dos aspectos teóricos apresentados nos capítulos anteriores.

No capítulo 6, denominado “E finalmente, o que há atrás dessa cortina?”, faço as considerações finais desse trabalho, apontando para outras possíveis questões de pesquisa.

CAPÍTULO 1- COLOCANDO AS CARTAS NA MESA: O HOMEM NÃO NASCE HOMEM

Vi ontem um bicho
Na imundície do pátio
Catando comida entre os detritos

Quando achava alguma coisa
Não examinava nem cheirava:
Engolia com voracidade

O bicho não era um cão,
Não era um gato,
Não era um rato,

O bicho, meu Deus, era um homem

O BICHO
Manoel Bandeira, 1948

O que é um homem,
Cujo principal uso e melhor aproveitamento do seu tempo
É comer e dormir?
Um animal, nada mais

Hamlet-Shakespeare

1.1 A ORIGEM E DESENVOLVIMENTO DO SER SOCIAL

Do ponto de vista do materialismo, a natureza existe independente da consciência e por um longo tempo gozou de existência sem a presença do homem (LESSA; TONET, 2008; DELLA FONTE, 2011). Podemos dizer que tínhamos no início uma natureza composta de matéria inanimada ou inorgânica. A característica marcante da matéria inanimada é o seu constante movimento através das transformações físicas e químicas, como, por exemplo, uma rocha que vai se transformando por meio das intempéries em pedras menores e posteriormente em areia.

É da matéria inorgânica que surge a matéria orgânica. Temos, portanto, aqui o primeiro salto ontológico. Saímos de um ser puramente inanimado para um ser que tem como característica marcante a reprodução da espécie, isto é o movimento de se recolocar no meio. No ser orgânico, as características são transmitidas geneticamente e se repetem, às vezes com pequenas modificações, em cada ser novo. Temos como exemplo: A vaca que dá origem a um bezerro ou uma semente de maçã que dá origem a uma macieira muito próxima da macieira que lhe deu origem (MORADILLO, 2010).

O ser orgânico dá conta de sua existência de maneira biologicamente determinada. Sua interação com a natureza se dá de forma instintiva e sua adaptação ao meio é lenta e ocorre de maneira passiva.

O homem não é assim¹⁰. É na origem do ser humano, esse ser social, que acontece o segundo salto ontológico. O ser humano deixa de ser aquele ser que se repete e passa a produzir permanentemente o novo e faz isso agindo sobre a natureza através de uma ação deliberada e consciente. Nas palavras de Engels:

[...] O animal utiliza a natureza exterior e produz modificações nela pura e simplesmente com sua presença, entretanto, o homem, por meio de modificações submete-a [a Natureza] a seus fins, a domina. É esta a suprema e essencial diferença entre os homens e os animais; diferença decorrida também do trabalho (2002 *apud* RIGON; ASBAHR; MORETTI, 2010, p. 18).

¹⁰ A partir desse momento diferenciaremos o homem dos outros animais, sem que isto signifique colocá-lo como centro da natureza o superior a ela. Trata-se, apenas, de mostrar por fundamentos postos em Marx que o homem se diferencia dos seres orgânicos e inorgânicos pelo trabalho.

Essa atividade deliberada e consciente que busca atingir determinados fins é chamada de **trabalho**. O trabalho, como categoria posta em Marx, é o marco responsável pelo segundo salto ontológico. O trabalho funda o ser social.

Esse ser social não abandona sua natureza orgânica, no entanto a história do homem é muito mais que sua reprodução biológica. “A partir do trabalho, o ser humano se faz diferente da natureza, se faz um autêntico ser social, com leis de desenvolvimento histórico completamente distintas das leis que regem os processos naturais” (LESSA; TONET, 2008, p. 17).

Para Marx, o homem é o único ser que trabalha. Diferente das formigas e das abelhas que modificam a natureza, baseado no seu legado genético, o homem projeta o resultado da sua modificação na consciência antes de realizá-la na prática. Marx (1980) expõe isso, de uma maneira bastante clara, na famosa passagem:

Uma aranha executa operações semelhantes às do tecelão, e a abelha supera mais de um arquiteto ao construir sua colmeia. Mas o que distingue o pior arquiteto da melhor abelha é que ele figura na mente sua construção antes de transformá-la em realidade. No fim do processo de trabalho aparece um resultado que já existia antes idealmente na imaginação do trabalhador (p. 202).

É essa capacidade humana de prévia-ideação antes de objetivar (fazer com que algo adquira uma existência objetiva) que faz do homem um ser diferente dos demais seres terrestres (LESSA; TONET, 2008).

Convém, antes de continuar, respondermos uma questão: Por que chamar de ser social esse ser que se funda no trabalho? A atividade humana foi sempre coletiva (DUARTE, 2004). Por mais reduzidas que fossem as objetivações necessárias à vida de um indivíduo, para ele seria impossível criá-las e produzi-las por si mesmo. Por isso a produção humana será sempre uma produção social (MARTINS, 2010). Como diz Moradillo (2010, p. 81) “Não tem sentido falar, portanto, do primeiro homem e sim, de grupos de “macacos” que se desenvolveram até ocorrer a ruptura ontológica, com o surgimento do trabalho consciente, que levou ao ser social”.

Entendendo que o homem é um ser social, devemos ter claro que todo processo de objetivação¹¹ é um processo fundamentalmente coletivo e depende de uma historicidade (um desenvolvimento anterior), sendo assim “o processo de objetivação é, portanto, o processo de

¹¹ A categoria objetivação não está relacionada somente à construção de algo material. A linguagem, a música, a dança, o jogo são todas objetivações não-materiais (DUARTE, 1999).

produção e reprodução da cultura humana (cultura material e não-material), produção e reprodução da vida em sociedade” (DUARTE, 2004, p. 4).

O processo de objetivação não ocorre sem o processo de apropriação da cultura pelos indivíduos. É através da apropriação que o homem recupera o legado histórico objetivado e pode avançar para outras objetivações mais elaboradas. Duarte (2004) usa o exemplo do instrumento, para ilustrar essa relação entre apropriação e objetivação:

Um instrumento é, num determinado sentido, um resultado imediato, da atividade de quem o produziu. Neste sentido contém o trabalho objetivado da pessoa ou das pessoas que participaram da sua produção. Mas ele é também atividade humana objetivada num outro sentido, qual seja, como resultado da história de “gerações” de instrumentos do mesmo tipo. [...]. Daí que, ao se apropriar de um produto cultural o indivíduo está se relacionando com a história social, ainda que tal relação nunca venha a ser consciente (p. 4).

Pode-se dizer, sem titubear, que o gênero humano é produto das relações entre objetivações e apropriações que se acumulam historicamente pela atividade social (MARTINS, 2007). Desse modo, é na relação com o gênero humano que o indivíduo se torna homem. Assim, a relação entre o homem e o ser genérico é:

[...] a relação do homem com o gênero humano, o que inclui necessariamente, a relação de cada indivíduo singular com as objetivações humanas, quais sejam, as objetivações concretizadas historicamente pelos homens através das gerações ao longo de toda a história da humanidade. São as objetivações que precisam ser apropriadas pelo indivíduo, para que possa dominar o sistema de referência do contexto em que vive e, assim, objetivar-se como um sujeito ativo e participante das transformações desse contexto (OLIVEIRA, 2005 *apud* RIGON; ASBAHR; MORETTI, 2010, p. 19-20).

A relação entre apropriação e objetivação é sempre mediada pelas ações de outros indivíduos. Uma relação que se efetiva no interior de relações concretas e que depende da qualidade dessa mediação. Podemos afirmar que a formação do indivíduo é sempre um processo educativo (no sentido amplo do termo), que pode ser intencional ou não, rico ou pobre em conteúdo, realizado por meio de atividades práticas ou explanações orais. (MARTINS, 2007; DUARTE, 2004). No caso da educação escolar, esse processo é intencional e tem como objetivo fornecer ao indivíduo as formas mais desenvolvidas do saber objetivo produzido pelo homem (DUARTE, 2004; 2007).

Esperamos ter deixado claro que o homem não nasce homem uma vez que superou por incorporação, através do trabalho, sua base biológica. O homem torna-se homem à medida

que vai se apropriando da cultura e se inserindo nela. Para reforçar o que eu disse e tirar qualquer dúvida restante, trago uma citação de Leontiev (1978, p. 267): “Cada indivíduo humano aprende a ser homem. O que a natureza lhe dá não basta para viver em sociedade. É-lhe ainda preciso adquirir o que foi alcançado no decurso do desenvolvimento histórico da sociedade humana.”

Evidente que em uma sociedade de classes as condições de humanização não são iguais para todos. Para muitos (boa parte da classe trabalhadora), é negada a chance de tornarem-se homens, no sentido lato do termo.

Uma vez esclarecido o que é o Ser Social numa perspectiva Marxista, posso avançar para discutir um referencial psicológico que coadune com a proposta apresentada. Fica claro que se faz necessária, para esse trabalho, uma psicologia que se assuma marxista e, portanto, entenda o homem como um ser social que tem suas origens ontológicas no trabalho. A psicologia que tem esse pressuposto é a Psicologia Sociocultural, à qual me dedicarei no próximo tópico desse capítulo.

1.2 PSICOLOGIA SOCIOCULTURAL

A psicologia Sociocultural tem seu início com os estudos realizados pelo soviético Lev Semynovich Vigotski¹² (SCALCON, 2002). No entanto, esta psicologia engloba trabalhos de vários outros teóricos contemporâneos e posteriores a Vigotski, tais como: Leontiev, Luria, Galperin, Elkonim, Davidov, entre outros (DUARTE, 2007). Farei uso de alguns trabalhos dos teóricos citados acima, mas centrarei minha exposição, neste capítulo, nas categorias vigotskianas e na teoria da atividade proposta por Leontiev.

Vigotski era um grande teórico marxista e, como tal, admitiu que o homem é um ser histórico e que seus processos superiores de comportamento consciente deveriam ser achados nas relações sociais do indivíduo com o exterior (LURIA, 1998). Vale ressaltar, para não cairmos em um determinismo ambiental, que o homem é também ativo na construção desse meio.

¹² Apesar das várias grafias para o nome de Vigotski, optarei pela grafia que está presente no livro “A Construção do pensamento e da Linguagem” traduzido por Paulo Bezerra. No entanto, nas citações retiradas de outras referências, manteremos a grafia original.

Ainda baseado numa perspectiva marxista, Vigotski (2009) destacou que, assim como o homem utiliza de instrumentos para mediar sua relação com a natureza, ele utiliza de instrumentos psicológicos pra mediar sua relação entre o psiquismo (dimensão intra-psicológica) e o meio (dimensão inter-psicológica). Para Vigotski esses instrumentos psicológicos seriam os signos.

Apesar da analogia em relação à mediação, Vigotski (2007) faz questão de apontar a diferença entre o instrumento e o signo:

A função do instrumento é servir como um condutor da influência humana sobre objeto da atividade; ele é orientado externamente; deve necessariamente levar a mudanças nos objetos. Constitui um meio pelo qual a atividade humana externa é dirigida para o controle e o domínio da natureza. O signo, por outro lado, não modifica em nada o objeto da ação psicológica. Constitui um meio da atividade interna dirigido para o controle do próprio indivíduo; o signo é orientado internamente (p. 55).

Mesmo com essa diferença, devemos ter claro que do mesmo modo que a inserção de instrumentos técnicos muda a organização do trabalho, a inserção de signos nas relações sociais muda a estrutura interna do indivíduo e o seu comportamento diante do meio em que vive. A utilização de mediadores (sejam instrumentos ou signos) amplia as possibilidades do homem transformar a natureza e a si próprio (FACCI, 2004).

Para Davidov e Zinchenko (*apud* SCALCON, 2002, p. 53) os signos “possibilitam ao homem criar modelos imaginários e operar com eles, planejando maneiras diferentes de resolver problemas”.

É centrado na função do signo que Vigotski apresenta a diferença entre as Funções Psicológicas Superiores (FPS) e as Funções Psicológicas Elementares (FPE). As FPE são um legado biológico da nossa espécie e nos é garantida pelo nosso nascimento na espécie humana. Já as FPS são tipicamente humanas e são originadas exclusivamente na interação do homem com a cultura, sendo mediadas por signos criados ao longo da história sociocultural da humanidade. Detalharei melhor as Funções Psicológicas na seção seguinte, distinguindo-as da Funções Psicológicas Elementares.

1.2.1 Funções Psicológicas Superiores (FPS)

Nascemos com um arcabouço biológico que nos permite interagir com o ambiente em que vivemos. A mais primária forma de interação se dá através de uma função psíquica chamada **sensação**. É através da sensação que os estímulos são captados. No momento do nascimento, já possuímos órgãos do sentido que nos permitem dar respostas a estímulos táteis, motores, gustativos, olfativos, luminosos, etc. (MARTINS, 2011).

Com o condicionamento e desenvolvimento das sensações vai se desenvolvendo uma função psicológica, que é o resultado da articulação e integração entre diversas sensações. Essa função é a **percepção**. A analogia proposta Smirnov e outros, trazida por Martins (2001), ilustra bem a relação entre percepção e sensação: “as sensações estão para as notas musicais tanto quanto a percepção está para a melodia”.

No entanto, com a gama de percepções que vivemos se não desenvolvêssemos a função psicológica **atenção** não poderíamos organizar o nosso comportamento para um fim específico. Sem o desenvolvimento da atenção não poderíamos selecionar os diversos estímulos aos quais somos submetidos. “Graças à atenção pode ser construída a *imagem* de uma figura em relação ao fundo, ou seja, determinados influxos são selecionados e seus concorrentes são inibidos, possibilitando, assim, a concentração em um conteúdo específico” (MARTINS, 2011, p. 46).

Inicialmente, a atenção que desenvolvemos é uma atenção não-voluntária. Essa atenção surge em resposta a qualquer estímulo externo que nos atrai por sua força excessiva, interesse ou expressividade (VIGOTSKI, 2010). Um barulho de um trovão, um feixe de luz intenso, um objeto com cores vivas, um cheiro de fumaça são exemplos de estímulos externos que podem atrair nossa atenção independente da nossa vontade.

Outra função psicológica importante na sobrevivência da espécie é a **memória**. Ela é responsável por guardar uma experiência anterior (uma sensação, uma percepção, uma imagem) que será evocada em uma situação do presente. Para esclarecer melhor a função da memória, Vigotski (2010) compara sua função com a função do capital na economia global:

Na economia global do nosso psiquismo, cabe à memória o mesmo papel que na economia global cabe ao capital. Como capital, a memória significa certos volumes de bens acumulados, criados não para o consumo imediato, mas para uma produção posterior. Noutros termos memória significa emprego e participação da experiência anterior no comportamento presente (p. 198).

Do mesmo modo que a atenção, surge no início do nosso desenvolvimento uma memória involuntária ou natural. Essa memória aparece como consequência da influência direta dos estímulos externos sobre o ser humano (VIGOTSKI, 2007). Na memória involuntária, as lembranças aparecem independente da nossa vontade.

Ainda como legado biológico, temos uma função que permite que o mundo nos *afete* internamente. Essa função é a **emoção**. Vejamos como Martins (2011) esclarece o surgimento da emoção:

As emoções surgem da atividade cerebral segundo transformações registradas no mundo exterior. Expressam-se como reflexo sensorial direto, como reação a qualidades isoladas dos objetos, cumprindo a função de sinalização interna para a orientação do indivíduo. Mobilizam mecanismos fisiológicos e possuem um caráter intenso, porém circunstancial (p. 51).

Até agora venho me referindo às funções que recebemos de herança biológica (sensação, percepção, atenção involuntária, memória involuntária, emoções). Essas aquisições são, em diferentes extensões, conquista tanto dos homens como dos animais para a orientação da realidade. Essas funções asseguradas pelo nosso nascimento e que não nos diferencia dos animais são denominadas Funções Psicológicas Elementares (FPE).

Em termos psicológicos, o que diferencia o homem dos diferentes animais são as Funções Psicológicas Superiores (FPS). Baquero (1998) diferencia as funções psicológicas superiores das elementares pelas seguintes características:

1. Os processos psicológicos superiores são construídos especificamente na vida social e, como já dito, são específicos dos seres humanos
2. Todas as FPS são mediadas por signos enquanto que as FPE são diretas e reguladas pelo meio ambiente
3. As FPS são de caráter consciente e voluntário enquanto que as FPE têm o caráter oposto.

O caráter social das FPS aparece claramente na lei fundamental dos processos psicológicos superiores proposta por Vigotski (1998), que mostra como o homem incorpora essas funções:

Todas as funções psicológicas superiores aparecem duas vezes no decurso do desenvolvimento da criança: A primeira vez, nas atividades coletivas, nas atividades sociais, ou seja, como funções intersíquicas; a segunda, nas atividades individuais como propriedades internas do pensamento da criança, ou seja, como funções intrapsíquicas (p. 114).

Uma vez esclarecida a origem das FPS cabe agora explicar um pouco sobre algumas dessas funções.

Começemos pela **atenção voluntária**. Para Vigotski (2010), denomina-se atenção voluntária:

Aqueles casos em que a concentração não está voltada para fora, mas para dentro do organismo e o objeto da atenção se torna a própria vivência, a atitude ou o pensamento do homem. Um exemplo da atenção arbitrária [voluntária] pode ser visto em qualquer concentração na própria ideia, quando procuramos lembrar ou compreender alguma coisa ou iniciamos algum trabalho (ler um livro, escrever uma carta) [...] (p. 154).

O desenvolvimento da atenção voluntária começa no primeiro momento em que o adulto junto à criança orienta sua atenção. O ato de apontar para algo e nominá-lo é um processo de direção da atenção do adulto sobre a criança.

Com a apropriação da linguagem, a criança vai aprendendo a regular seu comportamento. Sua atenção vai se tornando gradativamente, através de um treinamento longo e complexo, um ato voluntário e duradouro.

O processo de desenvolvimento da atenção voluntária é um processo estritamente social. Quanto mais forem os processos que exijam da criança a atenção, mais a criança desenvolverá essa função psicológica. É importante destacar que o completo desenvolvimento da atenção voluntária só acontecerá na adolescência quando o indivíduo é capaz de controlar direta e intencionalmente sua atenção. Esse desenvolvimento não se estagna na adolescência e continua na fase adulta com o aumento do legado cultural e simbólico do indivíduo.

No entanto, o desenvolvimento adequado dessa função não é um processo biológico. Vejamos, como exemplo, os adolescentes que hoje se encontram em nossa sala de aula e distraem-se com qualquer mudança no ambiente e não conseguem manter-se, muito tempo, atentos à nossa fala ou a leitura de um livro. É claro que para esses adolescentes foi negado, dentro de condições objetivas, o desenvolvimento dessa função psicológica. É necessário buscar caminhos que desenvolvam a atenção voluntária nesses jovens.

Mas poderia surgir um questionamento: Como os adolescentes não tem atenção voluntária desenvolvida se eles passam horas na frente do computador interagindo em redes sócias, ou assistindo animações que ensinam a construir aplicativos para smartphones?

Essa contradição precisa ser esclarecida. Acontece que a internet, as animações, as redes sociais, trabalham com estímulos visuais muito fortes (luzes piscando, imagens

mudando, várias cores) e estes usam muito da atenção involuntária que trazemos naturalmente. Nas animações, na internet, não é necessário um grande foco uma vez que os elementos estão em constante mudança, apelando, sempre, para a nossa atenção involuntária. Interação muito diferente da que acontece quando temos que ler um livro ou prestar atenção na fala de alguém onde devemos nos concentrar e eliminar todos os outros estímulos. Essa tarefa não é trivial e às vezes é hercúlea para os nossos adolescentes que, muitas vezes, reconhecem a importância do conteúdo, mas não conseguem se concentrar pelo não desenvolvimento adequado da FPS atenção voluntária.

Passemos agora para a **memória voluntária**. A memória voluntária tem como essência o fato de os seres humanos serem capazes de lembrar algo de maneira ativa por meio dos signos (VIGOTSKI, 2007).

Quando uma pessoa ata um nó no dedo e o usa para lembrá-la de alguma coisa, ela está inserindo um elemento simbólico no processo de memorização. Ela está fazendo com que um objeto externo relembre-a de algo. O processo passa a ser ativo e de caráter voluntário (VIGOTSKI, 2007).

Vigotski, (2007), de maneira bem esclarecedora, reforça a diferença entre a memória voluntária e a memória elementar na seguinte passagem:

Na forma elementar alguma coisa é lembrada; na forma superior os homens lembram de alguma coisa. No primeiro caso, graças à ocorrência simultânea de dois estímulos que afetam o organismo, um elo temporário é formado; no segundo caso, os seres humanos, por si mesmos, criam um elo temporário através de uma combinação artificial de símbolos.
A verdadeira essência da memória humana está no fato de os seres humanos serem capazes de lembrar ativamente com ajuda de signos. (p. 50)

A memória voluntária é uma das funções que mais se modifica ao longo do nosso desenvolvimento. Ela assume papéis diferentes ao longo do nosso desenvolvimento cognitivo. Na infância, a memória é uma das funções centrais e serve de pilar para a construção das outras funções psíquicas superiores. O ato de pensar na infância está intimamente ligado a memória e como diz Vigotski (2007, p. 47): “para crianças, pensar significa lembrar”

Na adolescência, desde que em condições sociais adequadas, ocorre uma transformação no papel da memória voluntária. O adolescente começa a carregar sua memória com processos lógicos. Cada associação mnemônica passa a ser carregada de conexões que o processo de lembrança “está reduzido a estabelecer e encontrar relações lógicas”

(VIGOTSKI, 2007, p. 49). Para o adolescente: “lembrar significa pensar” (VIGOTSKI, 2007, p. 49).

É, também, papel da escola contribuir para o desenvolvimento da memória voluntária (apesar de muitos dizerem o contrário). Esse desenvolvimento consiste em automatizar aquilo que precisa ser automatizado¹³ e enriquecer o pensamento do indivíduo com conceitos científicos para que a memorização carregue-se de aspectos lógicos.

Enquanto a memória voluntária é uma FPS voltada para organizar experiências do passado, a função psicológica **imaginação** está projetada para algo que não aconteceu. Essa FPS consiste em organizar formas de comportamento não encontradas na vivência de cada indivíduo singular. (VIGOTSKI, 2010)

Tudo o que conhecemos do que não houve na nossa experiência nós o conhecemos através da imaginação; em termos mais concretos, se estudamos geografia, história, física ou química, astronomia ou qualquer outra ciência, sempre operamos com o conhecimento de objetos que não são dados imediatamente na nossa experiência, mas constituem a mais importante aquisição da experiência social coletiva da humanidade (VIGOTSKI, 2010, p. 203).

Não há dúvida da importância basilar da imaginação para o aprendizado das ciências. É através da imaginação que temos acesso àquilo que está posto para além do imediato. Em química, por exemplo, o acesso a uma realidade submicroscópica só pode acontecer usando modelos, construídos graças à função imaginação.

Convém destacar, portanto, que o desenvolvimento da imaginação acontecerá à medida que se forneça conhecimento que está além do cotidiano da criança. A imaginação se desenvolverá quanto mais objetivações do gênero humano forem disponibilizadas a esse ser em formação.

A imaginação é também o meio pelo qual satisfazemos necessidades que não podem ser vivenciadas realmente. No jogo, no teatro, ou ao assistirmos a um filme usamos a imaginação e, ao nos colocarmos no lugar do personagem, realizamos desejos e suprimos necessidades que não podem ser realizadas na realidade¹⁴ (VIGOTSKI, 2010).

¹³ Como diz Saviani (2008b, p. 19): “(...) é preciso entender que o automatismo é questão de liberdade e que não é possível ser criativo sem dominar determinados mecanismos.” Falaremos um pouco mais da importância da automatização quando falarmos das operações na teoria da atividade.

¹⁴ É preciso ter claro que do mesmo modo que os filmes, fábulas satisfazem desejos e necessidades eles também criam necessidades, desejos e modelos de comportamento. Daí vem a necessidade de se ter cuidado com o que a criança assiste ou como ela está brincando.

É preciso destacar que o homem cria imaginações baseado na experiência real. Mesmo os mais estranhos mitos se baseiam na realidade material posta. O minotauro, por exemplo, nada mais é que a combinação de um ser humano com a cabeça de touro. O homem usa elementos conhecidos e os combina de maneiras diferentes. É com a imaginação que o homem cria os mitos, mas também cria novas objetivações. O homem parte do conhecido para o desconhecido. Quanto mais elementos o homem dispuser mais possibilidades ele terá para criar coisas diferentes, mais ele poderá imaginar e melhor será o conteúdo da sua imaginação.

É comum pensarmos que a imaginação é mais rica na criança do que no adulto. Isto é, do ponto de vista psicológico, impossível. Nenhuma FPS involui ao longo do desenvolvimento. Estamos sempre progredindo.

Além disso temos que

[...] a fonte principal do comportamento imaginativo é a experiência real. Uma vez que a reserva de representações reais na criança é sumamente pobre, a sua imaginação tem um funcionamento indiscutivelmente mais fraco e pior que a imaginação do adulto. Daí compreender-se que o comportamento imaginativo também necessita de desenvolvimento e educação como qualquer outro (VIGOTSKI, 2010, p. 207).

Mais uma vez ressalto o poder educativo no desenvolvimento da FPS. A imaginação que permitirá que o aluno construa uma boa poesia ou um bom texto literário só poderá ser desenvolvida à medida que ele tenha contato com as outras objetivações da humanidade de mesma ordem.

Nas palavras de Snyders (1996, p. 163): “o estudante precisa saber que seu primeiro poema, seu primeiro desenho pode ser tão pouco original quanto algumas peças de Mozart, mas que quanto mais ele trabalhar, quanto mais apreciar os grandes mestres, mais desenvolverá sua originalidade”. Cabe, também e principalmente, à escola apresentar aos estudantes os grandes mestres da humanidade.

Os **sentimentos** desenvolvem-se por influência da cultura e por isso são FPS. Construídos sob a égide das emoções, os sentimentos têm caráter prolongado e mobilizam experiências do passado e expectativas futuras (MARTINS, 2011). Os sentimentos se constroem a partir da linguagem e se desenvolvem com a apropriação de conceitos. Os sentimentos envolvem conceitos e, portanto, envolvem instrumentos do pensamento. Percebe-se, então, que não há uma cisão entre o pensar e o sentir. Como diz Martins (2011, p. 52)

“pensamento e sentimento são funções umbilicalmente unidas, [...] se colocam a serviço da inteligibilidade do real”.

O **pensamento**,¹⁵ portanto, também é uma função psíquica superior. Essa função decorre do desenvolvimento da linguagem e se entrelaça com esta de uma maneira ímpar. Vigotski (2009) afirma que apesar de linguagem e pensamento terem linhas de desenvolvimento diferentes, em determinado estágio da vida essas linhas se cruzam e o pensamento passa a se manifestar através da linguagem.

É através do pensamento que o homem pode realizar operações mentais lógicas, fazer análises, sínteses e generalizações. A análise é responsável por decompor o mundo percebido em elementos isolados, enquanto que através da síntese construímos, a partir dos elementos analisados, novas formações que ajudam a entender melhor o que está ao redor (VIGOTSKI, 2010).

Já a generalização,

[...] possibilita a identificação de propriedades gerais dos objetos e fenômenos transpondo-os para outros que lhe sejam semelhantes. Nela separa-se o que é geral, prescindindo de outras qualidades distintivas, destacando-se a identidade de traços comuns, promotores de toda e qualquer classificação (MARTINS, 2011, p. 48).

Através do ato de generalização é que se forma um conceito. Os termos conceitos científicos e conceitos espontâneos têm destaque no desenvolvimento do pensamento e serão abordados na seção posterior.

Antes de avançarmos para a próxima seção, vale sinalizar/ retomar alguns pontos a respeito das FPS:

- Não se trata de dicotomizar as FPE e as FPS. As FPS se constroem com base nas FPE e o nosso comportamento se dá pelo entrelaçamento desses dois tipos de função. (VIGOTSKI, 2007).

- As FPE também modificam-se ao longo do processo de aquisição simbólica. Sabemos, por exemplo, que temos uma percepção teórico dependente (CHALMERS, 1993) ou que nossas sensações mudam de acordo com o significado simbólico que damos a elas.

¹⁵ A função pensamento é, talvez, a mais complexa de todas. Não temos a intenção de esgotá-la tampouco dar conta da sua densidade. Apenas sinalizaremos, dentro das nossas limitações, elementos importantes dessa função psíquica.

- As FPS têm caráter simbólico. A linguagem é o sistema de símbolos mais desenvolvido que serve como porta de entrada para o desenvolvimento das funções psíquicas superiores (VIGOTSKI, 2009).

- As FPS não funcionam isoladamente. Apesar da análise ser feita pelas partes, devemos compreender o comportamento do homem pela sua totalidade. Somente compreendendo o psiquismo do homem como uma unidade afeto-cognitiva poderemos avançar no entendimento do seu comportamento e no seu trato com a realidade.

Por fim, querendo ser enfático e correndo o risco de ser repetitivo, destacamos que as FPS desenvolvem-se com a apropriação dos bens culturais; por isso a escola ganha destaque no desenvolvimento dessas funções, uma vez que lá serão fornecidos conhecimentos cada vez mais desenvolvidos, ricos, complexos e com as máximas generalizações possíveis para aquele momento. Não há dúvida sobre o papel de destaque da escola no processo de desenvolvimento das FPS.

1.2.2 A formação de conceitos na perspectiva Vigotskiana

Vigotski dedicou parte da sua obra ao estudo da relação entre pensamento e linguagem. Para estudar essa relação, o pensador russo preocupou-se em estudar aquilo que, para ele, unia o ato de pensar e a linguagem: O significado da palavra (VIGOTSKI, 2009).

Para Vigotski, todo significado da palavra traz consigo um ato de generalização. Para Vigotski (2009), em termos psicológicos, um ato de generalização é um **conceito**.

Vigotski, usando a abordagem experimental, aponta que os conceitos atravessam várias etapas no seu desenvolvimento. Leontiev (1999) sintetiza muito bem essas etapas de desenvolvimento do conceito, a saber:

1ª etapa: a palavra não tem muita importância. Trata-se de um momento sincrético. O agrupamento de coisas, buscando uma generalização, se dá pela proximidade no espaço, por um traço chamativo e etc. As impressões são casuais e não verbalizadas, e o critério de agrupamento é instável.

2ª etapa: Começa a formação de complexos. Neste momento o objeto ainda desempenha um papel principal. O agrupamento dos objetos acontece baseando-se na experiência sensorial direta, e os nexos são objetivos, mas ainda não são estáveis. Neste estágio a criança não consegue perceber, voluntariamente, qualquer relação de semelhança ou

diferença dos objetos fora de uma situação concreta. Existem vários tipos de complexos, mas os pseudoconceitos ocupam um lugar especial.

O pensamento por pseudoconceitos é a forma mais difundida de pensamento por complexo de uma criança (VIGOTSKI, 2009). Neste tipo de complexo a generalização ocorre pelos traços comuns, mas o agrupamento acontece ainda baseado em relações concretas. Para esclarecer, vejamos a ilustração trazida por Leontiev (1999):

[...] a criança pode escolher livremente e reunir em um grupo todos os triângulos, independentemente de sua cor, tamanho e etc. Não obstante, uma análise detida revela que a criança efetua esse agrupamento baseando-se na captação visual do traço mais característico dos “triângulos” (que são fechados, que as linhas se cortam de uma forma específica etc.) sem se deter em absoluto nas propriedades essenciais dessa figura enquanto geométrica, ou seja, sem recorrer à idéia do triângulo (p. 460).

3ª etapa: Ocorre a formação do conceito propriamente dito. O agrupamento acontece por reconhecimento e abstração do traço comum. Quando uma série de traços fundamentais é abstraído e volta a se sintetizar, origina-se o conceito propriamente dito. A palavra desempenha um papel decisivo na criação do conceito como uma forma de centrar atenção nos traços fundamentais correspondentes.

É apenas na adolescência que Vigotski vê a formação de conceitos verdadeiros. O pensar por conceitos, não elimina o ato de pensar por complexos. As formas elementares de agrupamento continuam a existir sendo predominantes, inicialmente, em muitas áreas do pensamento.

É por via do pensamento em conceitos que as pessoas chegam a ter uma compreensão da realidade, das pessoas e delas mesmas (FACCI, 2004). É através do pensamento por conceito que o homem pode fazer as relações entre o singular e a totalidade, estabelecendo relações entre categorias gerais e as específico. Como diz Vigotski (1999, p. 79 *apud* FACCI, 2004):

O pensamento em conceitos é o meio mais adequado para conhecer a realidade porque penetra na essência interna dos objetos, já que a natureza dos mesmos não se revela na contemplação direta de um ou outro objeto isolado, senão por meio dos nexos e relações que se manifestam na dinâmica do objeto, em seu desenvolvimento vinculado a todo o resto da realidade. O vínculo interno das coisas se descobre com a ajuda do pensamento por conceito, já que elaborar um conceito sobre algum objeto significa descobrir uma série de nexos e relações do objeto dado com toda a realidade, significa incluí-lo no complexo sistema dos fenômenos.

Vale destacar que apesar do pensamento conceitual formar-se somente na adolescência, o desenvolvimento deste depende das etapas anteriores. A criança começa assimilando os conhecimentos de maneira incompleta, mas se isso for bem trabalhado será ressignificado na adolescência em forma de conceitos. Se nada for ensinado não haverá material para ressignificação e na adolescência não haverá pensamentos conceituais elaborados.

Vigotski (2010) ainda classifica os conceitos verdadeiros em dois tipos: os conceitos espontâneos e científicos.

Os conceitos espontâneos são formados pela comunicação direta dos adolescentes/adultos com as pessoas que os rodeiam. São representações genéricas que vão do concreto para o abstrato e por isso dependem da manipulação e experiência direta da pessoa. Trata-se de conceitos formados em relação direta com o cotidiano, carecem de sistematização e são difíceis de serem verbalizados. Podemos dizer que o desenvolvimento dos conceitos espontâneos é ascendente, saindo da experiência concreta para uma abstração.

Os conceitos científicos são apropriados no ambiente escolar. Eles têm um caráter sistemático e voluntário maior do que o conhecimento espontâneo. O conceito científico oferece à criança aquilo que está além do imediato e por isso seu caráter de abstração é grande. Podemos dizer que seu desenvolvimento é descendente, se construindo nas máximas generalizações e indo para os exemplares. A aprendizagem do conhecimento científico requer uma grande mobilização das FPS e por isso contribui muito para o seu desenvolvimento. Vejamos como Vigotski nos esclarece o desenvolvimento do conhecimento científico:

O desenvolvimento do conceito científico de caráter social se produz nas condições do processo de ensino, que constitui uma forma singular de cooperação sistemática entre o pedagogo e a criança. Durante o desenvolvimento desta cooperação amadurecem as funções psíquicas superiores da criança com ajuda e participação do adulto. No campo que nos interessa, este encontra sua expressão na crescente *relatividade* do pensamento causal e no fato de que o pensamento científico da criança avança até alcançar um nível de *voluntariedade*; nível que é produto das condições de ensino. A singular cooperação entre a criança e o adulto é um aspecto crucial do processo de ensino, juntamente com os conhecimentos que são transmitidos à criança segundo um determinado sistema. Estes fatores explicam o amadurecimento precoce dos conhecimentos científicos e também o fato de que o nível de seu desenvolvimento intervenha como uma zona de possibilidades muito próximas aos conceitos cotidianos, abrindo-lhes o caminho e preparando seu desenvolvimento (VIGOTSKI, 1993 *apud* FACCI, 2004, p. 223).

Não há dúvida de que o salto psicológico dado pela criança quando se apropria do conhecimento científico é imenso. Na escola (quando esta não está esvaziada) o aluno aprende formalização de regras lógicas, é obrigado a fazer sínteses e análises e, ainda, aprende a fazer generalizações e abstrações de níveis elevados.

No entanto, não se trata de por em lados opostos conhecimentos científicos e conhecimentos espontâneos. Ambos são importantes e contribuem mutuamente para o desenvolvimento do outro. Vejamos como Vigotski nos mostra isso:

Embora os conceitos científicos e espontâneos se desenvolvam em direções opostas os dois processos estão intimamente relacionados. É preciso que o desenvolvimento de um conhecimento espontâneo tenha alcançado um certo nível para que a criança possa absorver um conceito científico correlato. Por exemplo, os conceitos históricos só podem começar a se desenvolver quando o conceito cotidiano que a criança tem do passado estiver suficientemente diferenciado (...). Ao forçar a sua lenta trajetória para cima, um conceito cotidiano abre o caminho para um conceito científico e o seu desenvolvimento descendente. Cria uma série de estruturas necessárias para a evolução dos aspectos mais primitivos e elementares de um conceito que lhe dão corpo e vitalidade. Os conceitos científicos, por sua vez, fornecem estruturas para o desenvolvimento ascendente dos conceitos espontâneos da criança em relação à consciência e ao uso deliberado (VIGOTSKI, 2008, p. 135-136).

Também não se trata de julgar o conhecimento espontâneo como conhecimento inferior ao científico. Trata-se apenas de reconhecer que a aprendizagem do conhecimento científico permite um grande desenvolvimento das FPS. Podemos dizer a partir daí, concordando com Vigotski, que o aprendizado escolar produz desenvolvimento e o precede.

A aprendizagem não é, em si mesma, desenvolvimento, mas uma correta organização da aprendizagem da criança conduz ao desenvolvimento mental, ativa todo um grupo de processos de desenvolvimento, e esta ativação não poderia produzir-se sem aprendizagem. Por isso, a aprendizagem é um momento intrinsecamente necessário e universal para que se desenvolvam na criança essas características humanas não-naturais, mas formadas historicamente (2009, p. 115).

Se a aprendizagem precede o desenvolvimento, a escola não pode ficar detida àquilo que a criança já sabe fazer sozinha, é preciso desenvolver o que é potencial na criança. É preciso se deter àquilo que está em amadurecimento e não no que já está maduro. Para Vigotski (2009), aquilo que está em amadurecimento na criança é aquilo que ela não consegue fazer sozinha, mas consegue fazer em colaboração com um adulto. Para ele, tudo que a

criança pode fazer em colaboração com o adulto ou par mais capaz corresponde à Zona de Desenvolvimento Próximo¹⁶ (ZDP).

O que hoje a criança consegue fazer em colaboração amanhã ela conseguirá fazer sozinha (VIGOTSKI, 2010). Em termos vigotskianos, o que hoje se encontra na ZDP, amanhã poderá ser nível de desenvolvimento real (NDR). De modo sistemático, a figura abaixo ilustra a relação hierárquica e a diferença ente ZDP e NDR:

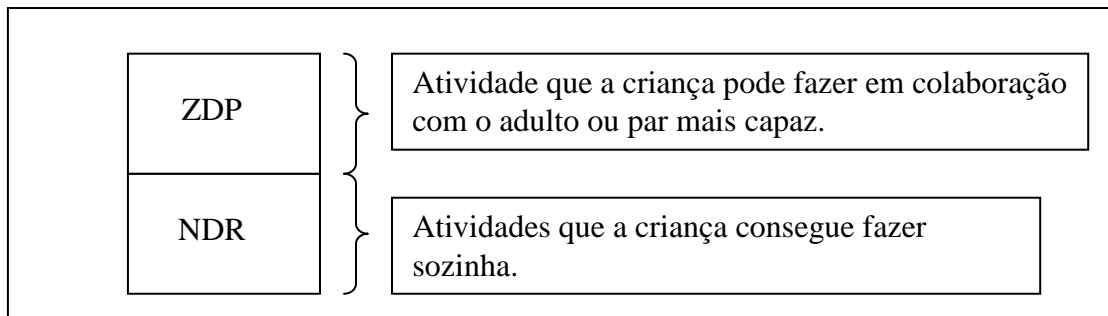


Figura 1: Diferença entre ZDP e NDR
Fonte: Elaborado pelo autor.

O conceito de ZDP resgata a função do professor (uma vez que é ele que deve investigar o que é potencial na criança e assim fazê-la se desenvolver) e traz uma orientação para o ensino escolar, como mostra Duarte na seguinte passagem:

Cabe ao ensino escolar, portanto, a importante tarefa de transmitir à criança os conteúdos historicamente produzidos e socialmente necessários, selecionando o que desses conteúdos encontra-se a cada momento do processo pedagógico, na zona de desenvolvimento próximo. Se o conteúdo escolar estiver além dela, o ensino fracassará porque a criança é ainda incapaz de apropriar-se daquele conhecimento e das faculdades cognitivas a eles correspondentes. Se, no outro extremo, o conteúdo escolar se limitar a requerer da criança aquilo que já se formou no seu desenvolvimento intelectual, então o ensino torna-se inútil, desnecessário, pois a criança pode realizar sozinha a apropriação daquele conteúdo e tal apropriação não produzirá nenhuma nova capacidade intelectual na criança (DUARTE, 2007, p. 98).

Identificar que conceitos estão nesta ZDP não é fácil, mas é trabalho do professor fazer isso de modo a garantir a apropriação dos conhecimentos por parte dos educandos.

¹⁶ Esse termo tem várias traduções. Ora aparece como zona de desenvolvimento imediato, ora aparece como zona de desenvolvimento próximo. Traduções mais antigas optam pelo termo zona de desenvolvimento proximal. Usarei zona de desenvolvimento próximo, mas preservarei, nas referências citadas, o termo adotado em cada uma delas.

Até agora minha explanação esteve restrita às categorias discutidas por Vigotski. Avançarei um pouco mais na psicologia sociocultural e trarei na próxima seção algumas contribuições teóricas de Elkonin e Leontiev para o processo de desenvolvimento do ser humano.

1.2.3 A teoria da atividade e a periodização do desenvolvimento na psicologia sociocultural.

Já esclareceremos neste trabalho que o homem interage com o meio em que vive agindo sobre ele e sendo afetado por essa ação. Podemos dizer, então, que o homem interage com o meio social e natural realizando **atividades**.

Mas o que é uma atividade? Do ponto de vista psicológico, podemos dizer que a atividade é um processo que na mediação homem-mundo satisfaz uma necessidade¹⁷ especial do homem (LEONTIEV, 1998).

Para serem considerados atividade, esses processos realizados pelo sujeito na relação com o mundo devem coincidir com o **motivo (motivação)** que estimula o sujeito a executar essa atividade.

Leontiev (1998) usa um exemplo, que retomarei aqui, de maneira resumida, para ilustrar melhor o conceito de atividade.

Imaginemos que um estudante esteja se preparando para um exame e para isso leia um livro de história. Admitamos que um colega desse estudante lhe diga que o livro que ele está lendo não é necessário para a realização da prova. Neste momento, o estudante pode abandonar a leitura imediatamente e pedir ao colega um apontamento sobre o que vai cair na prova, pode continuar a ler o livro ou pode desistir da leitura com relutância, pois o assunto era interessante.

Será que o ato de ler o livro de história era uma atividade? Depende da atitude tomada pelo estudante quando soube que o assunto do livro não cairia na prova. Se ele optou por abandonar a leitura imediatamente e pedir o apontamento do colega, fica claro que o motivo que o levou a ler o livro de história não foi o conteúdo do mesmo. “Aquilo para qual a leitura

¹⁷ Não se trata, necessariamente, de uma necessidade biológica. O Homem constrói, ao longo de seu desenvolvimento, necessidades sociais. O estudo, por exemplo, com o desenvolvimento da humanidade, tornou-se uma necessidade social.

se dirigia não coincidia com aquilo que o induzia a ler” (LEONTIEV, 1998, p. 68). A leitura nesse caso não era a atividade. A atividade, neste caso, era a preparação para o exame. Caso o estudante optasse por continuar a leitura ou abandonasse com relutância, o ato de ler seria uma atividade, pois o que dirigiu o processo da leitura foi o próprio conteúdo do livro.

Mas voltemos ao caso em que a preparação para o exame era a atividade. Qual o papel psicológico desempenhado pela leitura, já que esta não é atividade? Para Leontiev, podemos dizer que a leitura, neste caso, era uma **ação**. “A ação é um processo, cujo motivo não coincide com o seu objetivo, mas reside na atividade da qual ele faz parte” (LEONTIEV, 1998, p. 69). Podemos dizer que o objetivo de se apropriar do conhecimento do livro é apenas um meio de se preparar para o exame (motivo da atividade). Deve estar claro para o sujeito de que modo o objetivo da ação está relacionado com o motivo da atividade, caso contrário, a ação não será executada.

Não obstante, os motivos mudam e o que antes era uma ação pode virar atividade. O aluno que antes começou a leitura para se preparar para o exame pode começar a gostar daquilo que estava lendo e passar a se interessar pelo conteúdo do livro. Neste momento, a leitura passou a ser uma atividade. Podemos dizer, neste caso, que a preparação para o exame virou um **motivo paralelo**. Ela começou sendo o motivo principal, mas se tornou secundário com a promoção da ação à atividade.

Uma atividade pode ser composta de várias ações. Para que essas ações isoladas façam parte da atividade, elas devem ter sentido (conexões lógicas que liguem uma ação à outra e as dirijam para o motivo). Cada ação tem seu objetivo específico (significado) e este não pode ser dissociado do sentido da atividade. Se isto acontece, cada ação vira um fragmento que não se liga à totalidade da atividade (LEONTIEV, 1998; DUARTE, 2005).

Precisamos ainda esclarecer outro conceito. O conceito de **operação**. “A operação é o modo de execução da ação” (LEONTIEV, 1998, p. 74). Podemos ter várias operações para executar a mesma ação. Vamos ver um exemplo: Imagine que você precisa fazer uma apresentação teatral e para isso precisa decorar um texto. Neste caso, sua atividade é fazer a apresentação teatral e tem como uma das ações a memorização do texto. Para memorizar o texto você pode lê-lo em voz alta, colá-lo na parede, escrevê-lo diversas vezes e etc. O que você está fazendo neste caso é mudar as operações, no entanto a ação de decorar o texto continua a mesma¹⁸. É possível, também, que você use todos os recursos para decorar o texto,

¹⁸ Nem sempre é tão simples identificar o que é atividade, ação e operação. Ora ou outra esses conceitos se confundem, e quanto mais simples for a atividade, mais difícil será separar esses elementos. No exemplo dado, em que o aluno estuda para o teste de história, a ação de ler é a própria operação de leitura.

uma vez que uma ação pode ser efetuada por diversas operações e uma operação pode ser usada para realizar diversas ações.

As operações surgem inicialmente como ações e depois com o hábito tornam-se, de algum modo, automatizadas. A criança, por exemplo, inicialmente gasta muito tempo aprendendo a somar. Enquanto esse processo é uma ação, a atenção da criança está toda voltada para o processo de soma. No entanto, uma vez que a criança usa bastante e domina essa ação, ela passa a ser operação. A criança, neste momento, pode se ater a resolver problemas de mais alta complexidade, uma vez que a soma se automatizou e virou apenas uma ferramenta.

O esquema, que mostro abaixo, tenta trazer de modo sintético as relações hierárquicas entre atividade, ação e operação, já descritas nos parágrafos anteriores:

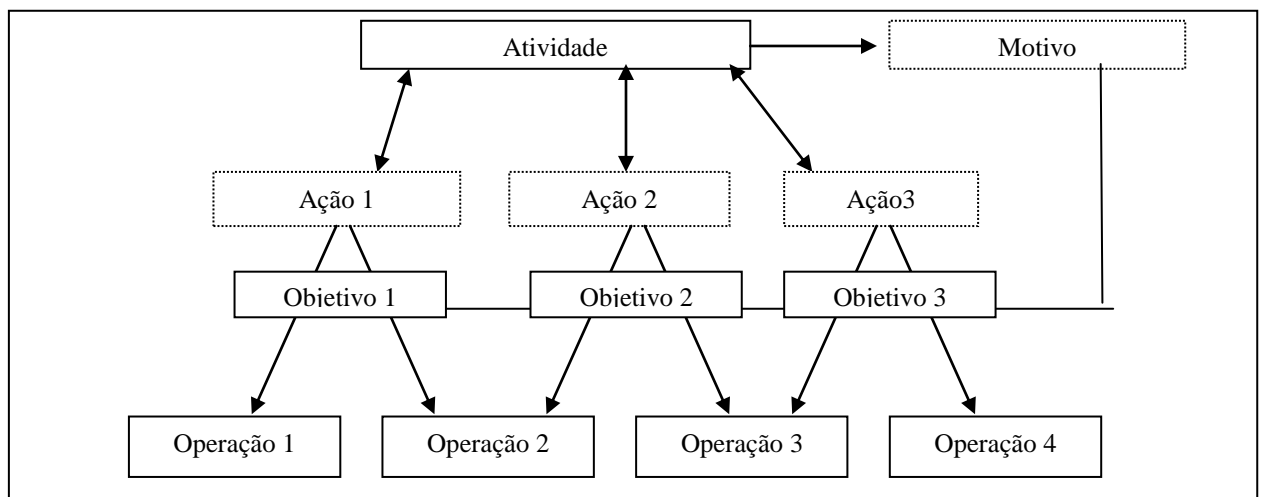


Figura 2: Relação entre as categorias Atividade, Ação e Operação
Fonte: Elaborado pelo autor.

No entanto, nem toda atividade realizada pelo homem tem papel igualitário no desenvolvimento do seu psiquismo. Segundo a psicologia sociocultural cada estágio do psiquismo humano é caracterizado por uma atividade que desempenha uma função central na relação entre o indivíduo e sua realidade. Essa atividade central é a **atividade principal** (FACCI, 2006).

Leontiev (1998) caracteriza a atividade principal como aquela que possui as seguintes propriedades:

- Dela dependem de maneira mais decisiva as transformações e aprendizagens naquele período da vida

- Nela os processos psíquicos superiores vão tomando forma, aperfeiçoando-se e impulsionando os progressos subsequentes.

- No seu interior surgem e se diferenciam novos tipos de atividade.

Elkonim propõe a relação entre a atividade principal e a periodização do desenvolvimento. O quadro abaixo relaciona a idade com a sua respectiva atividade principal. O quadro 1 e as explicações que o seguem foram construídos com base nas sínteses propostas por Martins e Arce (2010) e Facci (2006).

PERÍODO DA VIDA	ATIVIDADE PRINCIPAL
Primeira Infância (1º ano de vida)	Comunicação emocional direta bebê/adulto
Segunda infância (2º e 3º anos de vida)	Atividade objetual manipulatória
Infância pré-escolar (4º ao 6º ano de vida)	Jogo simbólico
Infância (7º ao 12º ano de vida)	Estudo
Adolescência	Estudo/ Comunicação íntima e pessoal entre os jovens
Adulto	Trabalho ¹⁹

Quadro 1: Relação entre a periodização e a atividade principal

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na 1ª infância a comunicação emocional direta entre o bebê e o adulto é a base para formação das ações de manipulação. É nesta fase em que o bebê na sua relação com o adulto começa a perceber e descobrir o sentimento de amor filial, a simpatia por outras pessoas, o afeto amistoso. Essa fase inicial será de constituição fundamental para que no futuro a criança possa desenvolver sentimentos sociais mais complexos como o amor, compaixão, alegria e etc.

Na 2ª infância a comunicação emocional direta dá lugar à atividade objetual manipulatória. Neste momento a atividade principal passa a ser a manipulação dos objetos e seus usos sociais. Neste momento é necessário que o adulto mostre as ações às crianças. A aquisição da linguagem e as atividades de manipulação são fundamentais para o desenvolvimento psíquico nesta etapa.

Na sequência (Infância pré-escolar) o que temos é a saída da criança da fase de apenas manipular os objetos e passa a querer entender o mundo de uma forma mais ampla. Nesta fase

¹⁹ Ressaltamos que o trabalho é colocado aqui apenas como atividade principal, o que não invalida que as outras atividades estejam presentes na fase adulta. O adulto também joga e brinca como bem salientou Soares (2004) em sua tese de doutorado.

não basta apenas manipular os objetos que os adultos manipulam, é preciso agir como os adultos.

Na impossibilidade de agir como os adultos (dirigir um carro, andar de moto, cozinhar, etc.) a criança brinca. Nesta fase, portanto, o jogo passa a ser a atividade que proporciona o maior desenvolvimento das FPS. É na brincadeira que a criança resolve a contradição entre a necessidade de agir de um lado e a impossibilidade de executar as tarefas reais (ELKONIN, 2009).

O jogo que contribui para o desenvolvimento das FPS não é um jogo espontâneo em que a criança se diverte livremente. Para que haja desenvolvimento o jogo deve ser promovido pela ação de um adulto. Para que o jogo nesta fase contribua efetivamente para o desenvolvimento, deve ser uma atividade de ensino, intencional e planejada.

Nesta fase, através do jogo, a criança inicia o entendimento da presença de regras e, portanto, começa a aprender a controlar seus impulsos mais imediatos. O jogo, portanto, começa a desenvolver na criança o comportamento volitivo. A vontade começa a ser regulada. Isso é um avanço grande para o psiquismo. O desenvolvimento de um comportamento volitivo é muito importante para o desenvolvimento do ser humano, pois é através dele que o homem consegue voluntariamente se concentrar em algo e atingir seus objetivos. Nas palavras de Petrovski:

A regulação da conduta consiste não só em frear e conter as incitações e as ações indesejáveis para a pessoa, se manifesta também no fato de que o homem dirige sua atividade por uma determinada causa, aportando a energia necessária para suas ações (1980 *apud* EIDT; FERRACIOI, 2010, p. 112).

O jogo, também, propicia que a criança desenvolva sua imaginação. Nesta atividade ela começa a ser capaz de dar outro sentido ao objeto que ela possui, afastando-se do caráter imediato do objeto (ex. um pau de vassoura vira na brincadeira um cavalo).

Na fase seguinte (a Infância), a criança vai à escola e tem a impressão de estar fazendo algo que é realmente importante. Toda sua vida social e comunicação com os adultos giram em torno do que ela está fazendo na escola e sobre o que ela está aprendendo.

Esta etapa é fundamental para o desenvolvimento; o aluno pode começar a se apropriar dos conhecimentos científicos produzidos pela humanidade e assim desenvolver mais ainda suas aquisições mentais anteriores e dar um passo em direção ao pensamento abstrato, à capacidade de análise e síntese que só serão de fato efetivadas na adolescência.

Como já vimos, é só a partir da adolescência que o indivíduo é capaz de pensar de um modo abstrato, conseguindo fazer generalizações. Podemos dizer que é a partir da adolescência que o homem começa a pensar por conceitos. É nessa fase que as objetivações construídas historicamente pela humanidade (ciência, arte, consciência social, etc.) podem ser verdadeiramente apropriadas. É na adolescência que há um salto qualitativo no modo de pensar do indivíduo.

É óbvio que para essa mudança qualitativa ocorrer no adolescente, as fases anteriores são importantíssimas e o estudo continua sendo uma condição *sine qua non* para este desenvolvimento psíquico.

Ainda no quadro, temos que na adolescência, além do estudo, outra atividade principal é a comunicação íntima e pessoal entre os jovens. Nessa relação, o jovem reproduzirá com os companheiros as relações existentes entre os adultos, formar-se-á sua visão de mundo e o sentido pessoal para a vida. Nestas relações são evidenciados os valores morais, éticos dos adolescentes. Esta fase como todas as outras, para promover desenvolvimento, deve ser acompanhada por adultos que possam investigar de que modo ocorrem essas relações e que valores são mostrados pelo adolescente.

A etapa final do desenvolvimento ocorre quando o indivíduo torna-se trabalhador e ocupa um lugar na sociedade. A entrada nesta fase não significa estagnação das FPS; o trabalho continua dando contribuições para o desenvolvimento psíquico do indivíduo desde que seja realizado como atividade. Queremos dizer com isso que o trabalho em condições alienantes não contribui para o desenvolvimento, uma vez que em condição de alienação o significado do ato de trabalhar não coincide com o sentido do trabalho.

Precisamos fazer uma ressalva muito importante: as relações aqui apresentadas entre idade cronológica e desenvolvimento, bem como as atividades principais relacionadas foram elaboradas fazendo referência a uma sociedade socialista (FACCI, 2006). O que quer dizer que as sequências aqui apresentadas como desenvolvimento não são naturais e dependem das condições objetivas vividas por cada criança.

Leontiev reforça isso ao fazer a seguinte afirmação:

Embora os estágios de desenvolvimento também se desdobrem ao longo do tempo de uma certa forma, seus limites de idade, todavia dependem de seu conteúdo e este, por sua vez, é governado pelas condições históricas concretas nas quais está ocorrendo o desenvolvimento da criança. Assim, não é a idade da criança enquanto tal, que determina o conteúdo de estágio de desenvolvimento; os próprios limites de idade de um estágio dependem

de seu conteúdo, e se alteram *pari passu* com a mudança nas condições histórico-sociais (1998, p. 65-66).

Chamamos atenção que as atividades quando deixam de ser atividades principais não desaparecem da vida do indivíduo. O que muda é o seu papel no desenvolvimento psíquico. O estudo, por exemplo, continua sendo muito importante quando o indivíduo torna-se adulto e se insere na sociedade, no entanto ele assume uma função diferente na adolescência ou na infância. Em geral, o estudo do adulto está diretamente relacionado à atividade laboral que este exerce na sociedade.

É preciso, também, termos consciência de que a passagem por todas essas fases não é obrigatória (ELKONIN, 2009). Isso elimina a ideia de que se uma criança não passou por um estágio de desenvolvimento ela estará fadada para sempre ao fracasso. Como a aprendizagem e o desenvolvimento das FPS têm origens sociais, os caminhos e vias que eles podem percorrer são diversos e, portanto, aquilo que não foi desenvolvido, pode em outro momento ser recuperado. Em condições sociais igualitárias, essa recuperação não será necessária, uma vez que todos poderão dispor das mesmas condições objetivas para o desenvolvimento das suas FPS. Neste momento a humanidade poderá atingir o desenvolvimento máximo do seu psiquismo.

CAPÍTULO 2- O REI EM XEQUE: LUDICIDADE NO ENSINO COMO PONTO DE PARTIDA E NÃO DE CHEGADA

O menino quer um burrinho
para passear.
Um burrinho manso,
que não corra nem pule,
mas que saiba conversar.

O menino quer um burrinho
que saiba dizer
o nome dos rios,
das montanhas, das flores,
- de tudo o que aparecer.

O menino quer um burrinho
que saiba inventar histórias bonitas
com pessoas e bichos
e com barquinhos no mar.

(Quem souber de um burrinho desses,
pode escrever
para a Ruas das Casas,
Número das Portas,
ao Menino Azul que não sabe ler.)

MENINO AZUL (trecho)

Cecília Meireles, 1964

Oh, Deus, sou teu único farsante; quer dizer autor das farsas.
Que faria o homem, se não risse?

Hamlet-Shakespeare

2.1 A ORIGEM SOCIAL DO JOGO²⁰

Numa visão marxista de mundo, o jogo não pode existir antes do trabalho. Muito pelo contrário, é a partir do trabalho que o primeiro jogo vai se desenvolver. Ao certo não temos como saber quando o jogo surgiu, mas baseado em princípios marxistas Elkonim (2009, p. 17) faz uma suposição sobre a origem do jogo que vale a pena ser reproduzida aqui. A suposição é a reprodução de um processo de caça:

Podemos imaginar que um grupo de caçadores regressou de uma caçada infrutífera. O fracasso foi devido à discordância nas ações coletivas. Para garantir o êxito, faz-se necessário um ensaio prévio, uma orientação sobre as condições e a organização da próxima expedição. O homem ainda não está capacitado para realizar um ensaio mental e esquemático: os participantes da projetada caçada reconstituem de modo prático e concreto a situação e a organização da futura expedição. Um dos caçadores representa o astuto animal e imita-lhe os gestos; os demais o processo de organização da caça. Trata-se de uma espécie de “manobra” em que se reconstroem as missões fundamentais de cada um dos participantes das ações conjuntas [...]. Também é possível outra situação. Os caçadores regressam com a presa. A tribo recebe-os com júbilo e os caçadores descrevem como transcorreu a caça, reproduzindo seu andamento e o comportamento de cada caçador. A narração teatralizada culmina em uma festança geral. Com uma reconstituição tão singular, os membros da tribo abstraem-se do mero aspecto técnico-operativo e traçam um esquema geral das ações, da organização e do sistema de relações que levaram o empreendimento ao êxito.

Pedimos desculpa pela citação tão longa, mas acho que com essa suposição Elkonim consegue traçar uma suposição possível para a origem do jogo. No momento em que o caçador “brinca” de imitar a caça ou o caçador, seja para mostrar o sucesso ou o fracasso da atividade laboral, ele está fazendo algo, do ponto de vista psicológico, bastante complexo. Ele está superando o imediatismo e se pondo no lugar de outro ser. É plausível supor, portanto, que o primeiro jogo do homem foi um jogo de mímica, um jogo teatral.

Apesar de sua origem no trabalho, não é possível explicar todas as modalidades e matizes do jogo pela atividade laboral. O jogo, como qualquer outro complexo social, relaciona-se com outros aspectos da vida e adquire uma lógica de desenvolvimento próprio que tem uma autonomia relativa em relação ao trabalho.

²⁰ Soares (2004), em sua tese de doutorado, faz questão de mostrar a diferença entre jogo, brincadeira usando as regras como um dos critérios. Apesar do seu esforço em categorizar, não me parece que essa diferença faça muito sentido na prática. Nesta dissertação esses termos serão usados indiscriminadamente e como sinônimos.

Falar da origem social do jogo não significa que não é possível encontrarmos atividades lúdicas em animais superiores. É possível, por exemplo, ver um gatinho brincando com um novelo de lã ou filhotes de leão brincando de luta entre si.

Entretanto, o jogo do ser humano é diferente das atividades lúdicas realizadas pelos animais. Enquanto a brincadeira do animal é instintiva, na criança seu conteúdo é altamente social. O brincar (ou não) da criança depende da sua percepção do mundo objetivo e das condições sociais às quais ela é exposta (ELKONIM, 2009; LEONTIEV, 1998).

Para Leontiev (1999b) o jogo, na infância, surge da contradição entre o desejo de agir da criança e sua impossibilidade de executar as operações necessárias para a ação. “A criança ela quer, ela mesma, guiar o carro; ela quer remar o barco sozinha, mas não pode agir assim, e não pode principalmente porque ainda não dominou e não pode dominar as operações exigidas pelas condições objetivas reais da ação dada” (LEONTIEV, 1998 p. 121). O jogo só se desenvolve na criança quando esta não pode se integrar ao mundo dos adultos e não surge de uma forma natural.

Para ratificar a informação acima, Elkonim (2009) recorre aos estudos de um etnógrafo russo chamado Koven, que estudou os Kubus, um dos grupos humanos mais primitivos da Terra, localizados no oeste da Indonésia. O etnógrafo afirma que as crianças aos 10 ou 12 anos já são consideradas independentes e capazes de decidir o seu futuro. As meninas já estão grávidas e os meninos já têm suas próprias tendas longe dos pais.

Numa sociedade primitiva como essa as crianças acompanham os pais nas atividades de coleta de alimentos desde cedo e não há registro de brincadeiras ou jogos simbólicos nesta sociedade, mesmo quando as crianças tornam-se independentes. Quanto mais desenvolvida for a sociedade menos acesso imediato as crianças têm às operações necessárias para a realização das operações. Resta-lhes o jogo para suprir essa necessidade.

O jogo para a criança surgirá através do processo de **imitação**. Na tentativa de imitar aquilo que o adulto faz e na incapacidade de fazê-lo, ela irá recorrer ao jogo. Para Vigotski (2009) a imitação tem um caráter importante no desenvolvimento do psiquismo, pois, para o autor, o desenvolvimento decorrente da colaboração via imitação é a fonte de surgimento de todas as propriedades humanas da consciência. Podemos afirmar que, no processo de formação da criança, a imitação está na origem de todas as suas atividades iminentemente humanas e com o jogo isso não seria diferente, deixando claro que no caso específico da brincadeira está só aparecerá caso seja negado à criança o acesso às atividades dos adultos.

Apesar de termos usado bastante o termo jogo, até então, não demos uma definição formal para esse termo. O jogo, dentro da perspectiva cultural, é uma atividade que em sua base reconstrói, sem fins utilitários diretos, as relações sociais (ELKONIM, 2009).

No jogo, o resultado da atividade não é tão importante quanto o próprio processo. Neste caso o motivo que leva alguém a jogar e sentir prazer no jogo é o processo de jogar. A fórmula motivacional geral dos jogos é “competir, não vencer” (LEONTIEV, 1998, p. 123).

Vigotski (2007) afirma que o prazer não é característica inerente aos jogos, uma vez que certos jogos causam desconforto à criança, inclusive quando os resultados não são favoráveis. Discordamos dele neste ponto, pois o jogo só não é fonte de prazer quando a criança não entendeu o motivo que a leva a jogar. O prazer vem do jogo e não do resultado em si. Se ganhar ou perder passou a ser o motivo principal, o jogo deixou de ser jogo e virou qualquer outra atividade. O jogo como atividade só tem sentido se o processo for mais importante que o produto.

O conceito de jogo é muito abrangente. Talvez se enumerarmos as características dos jogos fique mais fácil compreender essa atividade e suas manifestações no cotidiano. Tomaremos como base para enumerar as características do jogo o trabalho de Huizinga (1980).

Primeira característica é o caráter voluntário do jogo. É preciso que quem joga queira jogar. O jogo não pode ser jogado sem um ato voluntário e disposto do jogador.

Como segunda característica, podemos dizer que todo jogo tem caráter ilusório. Ele não é vida real. No entanto, precisamos ter cuidado com essa afirmação. O fato de o jogo conter elementos que não estão postos imediatamente na realidade não significa que quem joga perca a noção do real. A criança sabe que o cavalo de madeira não a levará muito longe, diferente de um cavalo real. Apesar da criança chamar pedaços de papel picado de feijão, ela não o comerá, como come o feijão, pois o gosto real é diferente. O jogo, de fato, não é vida real, mas tem suas raízes fincadas nela (LEONTIEV, 1998).

A terceira característica dos jogos é a presença de regras. A regra é o acordo que prefigura o parâmetro para a ação lúdica (KOUDELA, 2004). São elas que dizem o que vale dentro do mundo da “ilusão” do jogo e saber utilizá-las de maneira criativa faz o jogo ficar interessante e prazeroso. São as regras que vão estabelecer os detalhes para que o jogo prossiga e, do mesmo modo, dominá-las será obrigatório para que o jogador possa atuar (SOARES, 2004).

As regras podem ser implícitas ou explícitas, mas elas existem. As regras implícitas são regras que não foram acordadas anteriormente pelos jogadores e podem ser determinadas

pela própria atividade lúdica ou pelas próprias limitações do material com que o jogo é feito (SOARES, 2004). Quando as crianças, por exemplo, brincam de interpretar mamíferos, as regras não foram estabelecidas antes, mas é implícito que os participantes devem fazer as imitações o mais parecido possível com os animais e não podem falar, uma vez que os animais não falam.

As regras explícitas são as regras declaradas e consensuais de um jogo. Elas são abertamente compartilhadas por todos os jogadores. No caso do xadrez, por exemplo, a movimentação de cada tipo de peça constitui uma regra explícita.

Soares (2004, p. 33) faz ressalva importante com relação às regras explícitas e implícitas de uma atividade lúdica:

É importante salientar que os jogadores podem fazer uso de certos materiais, brinquedos e atividades lúdicas somente com as regras implícitas. As explícitas podem ser acrescentadas e depois alteradas pelos próprios jogadores, estabelecendo-se assim novas regras e convenções, pois, [...], elas são e devem ser livremente consentidas pelo grupo.

A compreensão e uso das regras mudam com o desenvolvimento do nosso psiquismo. No início da infância a criança não é capaz de entender regras e por isso ela não joga, apenas manipula objetos (primeira e segunda infância), depois o jogo começa a ganhar um caráter simbólico e as regras já começam a aparecer de maneira implícita (quando a criança imita uma professora, suas ações são limitadas pelo comportamento da professora, a regra neste caso se dá pelos próprios limites do papel assumido pela criança), só depois o jogo na criança evolui, com ajuda do adulto, e ela começa a entender o sentido de regras explícitas e começa a segui-las no jogo.

Como última característica, temos que o jogo acontece em um determinado tempo e espaço. O jogo começa e termina e tem um espaço limitado (seja um tabuleiro, um campo de futebol, uma página na internet e etc.). “o jogo acaba: o apito do árbitro quebra o feitiço e a vida real recomeça” (HUIZINGA, 1980, p. 14).

2.2 O PAPEL DO JOGO NA EDUCAÇÃO E NO DESENVOLVIMENTO DO PSIQUISMO

Vimos no capítulo anterior que o jogo é a atividade principal na infância pré-escolar uma vez que essa atividade é responsável por inserir a criança no mundo dos adultos satisfazendo as suas necessidades de agir em um mundo que não é acessível a ela.

O jogo nesta fase impulsiona o desenvolvimento da criança, pois no jogo a criança consegue realizar ações que estão além do seu comportamento habitual. O jogo atua na zona de desenvolvimento próximo da criança impulsionando seu desenvolvimento (VIGOTSKI, 2007). Ao jogar, em qualquer idade, o indivíduo mobiliza sua FPS acionando, por exemplo, a linguagem, a atenção, a vontade, sentimento e a imaginação (GIARDINETTO; MARIANI, 2010).

A evolução para o jogo com regra explícita traz um outro avanço para o psiquismo da criança. No jogo com regras a criança começa a entender que tem certos objetivos a alcançar (se esconder para não ser achada em uma brincadeira de esconde-esconde). Entender que o jogo tem objetivos é fundamental para o desenvolvimento posterior da atividade de estudo (LEONTIEV, 1998).

O objetivo que surge com regras não muda o motivo do jogo. Jogar continua tendo como motivo estar no próprio jogo, no entanto a condição lúdica agora é limitada pelas regras, o que quer dizer que a criança é obrigada a subordinar seu comportamento a certas condições impostas externamente. Essa função de subordinação contribui para o desenvolvimento do comportamento volitivo da criança, uma vez que ela tem que conter seus impulsos para submeter-se às regras do jogo.

Baseado em Leontiev, Rossler (2006) apresenta mais dois elementos importantes para desenvolvimento da personalidade da criança que surgem a partir do jogo com regras, são eles:

1. Um elemento de auto-avaliação: pela primeira vez surge a oportunidade da criança avaliar seu desempenho. Ela descobre que corre mais devagar que o colega, no entanto se esconde melhor, por isso ela ganha no “esconde-esconde”, mas perde no “pega-pega”. Neste momento a avaliação não é externa, ela começa a julgar por si mesma suas próprias ações e habilidades.

2. Um elemento moral: em jogos, por exemplo, como pegador gelado a criança deve ajudar o parceiro que foi pego e está “congelado” (paralisado), mesmo correndo o risco de ser

pega quando vai soltá-lo. Neste caso a criança deve vencer o estímulo direto de fugir do pegador e submeter-se ao impulso moral de ajudar o companheiro.

Não devemos ser ingênuos a ponto de acreditar que apenas o jogo desenvolverá a personalidade da criança. A formação da personalidade ocorrerá em condições concretas e dependerá de outros aspectos da vida em sociedade. O jogo contribui para o desenvolvimento da personalidade, mas não é, de forma alguma, determinante.

Mas será que o jogo se justifica na idade escolar e na adolescência, uma vez que nestas fases a atividade principal passa a ser o estudo? A resposta é sim, se essa atividade for usada como ponto de partida.

Em primeiro lugar, tenhamos consciência de que o desenvolvimento do psiquismo não ocorre de maneira linear e portanto, as atividades não desaparecem ao longo do desenvolvimento social do psiquismo, mas elas mudam de função (LEONTIEV, 1998). O jogo, que já teve seu momento como atividade principal, continua na idade escolar e na adolescência contribuindo para o desenvolvimento do psiquismo, no entanto ele deixa de ser a mola mestra propulsora para o desenvolvimento das funções afeto-cognitivas. Como atividade auxiliar ele pode abrir espaço e “preparar o terreno” para que a atividade de estudo seja desenvolvida.

Em segundo lugar, vivemos em uma sociedade construída sob a égide do capital e, portanto, há uma discrepância entre a riqueza que o ser humano já atingiu em sua história e a pobreza daquilo que é oferecido ao indivíduo, provocando um distanciamento entre o desenvolvimento do indivíduo e a expressão máxima do gênero humano (EIDT; FERRACIOLI, 2010). Com isso, nossos alunos da classe trabalhadora não puderam ter suas FPS desenvolvidas plenamente e isto torna-se evidente quando entramos na sala de aula e vemos a falta de atenção, o não uso da memória voluntária, a falta de motivação para o estudo e etc.

O jogo pode entrar na sala de aula como um resgate psicológico do aluno, de modo a não abandoná-lo à própria sorte. O jogo precisa entrar como um atalho na sala de aula, para que o aluno, em um curto espaço de tempo e com o professor, consiga resgatar o que não foi desenvolvido anteriormente e avance, através do estudo, para um patamar psicológico mais desenvolvido de pensamento por conceitos científicos.

Queremos com tudo isso dizer que o jogo na idade escolar é ponto de partida e não de chegada. Devemos começar como jogo, mas devemos chegar à atividade principal do estudo.

Ainda em termos da teoria da atividade, podemos dizer que o jogo pode começar como o motivo principal da atividade. Ele pode ser o responsável por mover a criança a

realizar a ação de estudar. Neste caso, a criança estuda porque está se divertindo ou porque lembra que o jogo foi divertido e se interessou pelo assunto e, portanto está aprendendo brincando.

No entanto, o professor precisa agir de modo que o jogo vire motivo secundário e ao fim do processo o estudo torne-se atividade, uma vez que o motivo passa a ser o próprio ato de estudar e conhecer a realidade. Se isto não for feito, teremos um professor refém das atividades lúdicas, pois suas aulas só serão boas se tiverem esse aspecto motivador. Desse modo, o estudo nunca será atividade principal.

Destaco esse aspecto, pois é muito fácil que o interesse do aluno seja, ao fim do processo, um interesse pelo recurso e não pelo conteúdo científico. O professor precisa romper com esse aspecto e retirar o aluno do imediato.

Vejamos o exemplo trazido por Vigotski e a conclusão que ele tira em relação ao interesse do estudante:

Em um manual americano de psicologia há uma história eloqüente narrada por uma professora. Desejando lecionar geografia em uma escola popular, ela resolveu levar as crianças a conhecer o que lhes era acessível, familiar e compreensível, como os campos, colinas, rios e planícies ao redor. Mas isso lhes pareceu enfadonho e não lhes suscitou nenhum interesse. Acontece que a professora anterior, no afã de interessar as crianças para lhe explicar o gêiser, levou para a escola uma bola de borracha com um furo e cheia de água, escondeu-a habilmente em um monte de areia e, pressionando-a com o pé no devido lugar conseguiu que o jato de água irrompesse por entre a areia, provocando o êxtase geral nas crianças. Para explicar o vulcão ela molhou um chumaço de algodão com enxofre e lhe pôs fogo em um monte de areia à maneira que imitava uma cratera. Tudo isso suscitou o mais vivo interesse nas crianças que disseram à nova professora: “Nós mesmos conhecemos isso, é melhor que nos mostre fogos de artifício como miss N”. “Ou uma seringa de borracha”, propôs outro.

Por esse exemplo é fácil ver a falsa substituição de um interesse por outro. Não há dúvida que a primeira professora conseguiu suscitar o mais vivo interesse nas crianças, mas foi um interesse por uma prestidigitação, por fogos de artifício e por uma seringa e não pelo vulcão ou o gêiser. [...] É fácil **suscitar interesse contando piadas em aula de história, mas é difícil evitar que o interesse seja pelas piadas e não por história.** Suscitados por esses meios suplementares, tais interesses, além de não contribuírem, ainda inibem a atividade que necessitamos (VIGOTSKI, 2010, p. 112-113, grifo nosso).

Está claro que o jogo deve entrar na escola para contribuir para aprendizagem do conteúdo e não para substituí-lo. Ao fim do processo, o interesse deve ser pelo conteúdo e não pelos jogos que introduziram o conteúdo.

Como, então, deve ser o jogo que entra na escola? Para Kishimoto (1996), o jogo educativo deve entrar na escola equilibrando duas funções:

1. Função Lúdica: Propicia a diversão e prazer no ato de jogar
2. Função Educativa: O sujeito aprende algo durante o ato de jogar.

Alguns teóricos apontam que há uma contradição entre a função lúdica e a função educativa e chamam isso de “paradoxo do jogo educativo” (KISHIMOTO, 1996). Segundo esses teóricos, o jogo é dotado de natureza livre e essa característica é incompatível com a busca de resultados esperados do processo educativo.

Essa contradição é aparente. O que existe, na verdade, é uma confusão entre o motivo da atividade e o objetivo da ação.

Deixe-nos esclarecer. Se a criança entende que está na escola para estudar e que o motivo da atividade é apropriar-se do conhecimento científico, ela entenderá que o jogo é uma ação dentro dessa atividade maior. Ela se divertirá no jogo, mas entenderá que este está direcionado para o motivo maior, que é a aprendizagem. Se a criança não tiver a consciência dessa diferença o professor deve esclarecer isso.

De fato, é necessário o equilíbrio entre a função lúdica e a função educativa quando se constrói um jogo para sala de aula, mas isto está longe de ser um paradoxo.

A preocupação do professor em equilibrar a função lúdica e educativa deve acontecer quando se pretende ensinar algum conteúdo através do jogo. Por exemplo, quando o professor usa um jogo da memória para ensinar funções orgânicas, a ideia é que no próprio jogo o aluno aprenda funções orgânicas e se divirta no ato de jogar.

No entanto, apenas o ato de jogar não nos parece suficiente para que o aluno consiga um desenvolvimento adequado do conhecimento científico. Parece-nos que ao fim do jogo o aluno ainda está no início do percurso da aprendizagem e tem um conhecimento com um grau sintético não satisfatório, uma vez que a síntese só pode ser, inicialmente, feita pelo sujeito mais experiente que é o professor (SAVIANI, 2008b). A nosso ver, é o professor que precisa, ao final do jogo, destacar o que foi importante na atividade lúdica e quais conhecimentos são possíveis de serem extraídos dela. É na síntese que o professor retoma o que foi discutido no jogo e faz o aluno avançar no pensamento teórico. De maneira esquemática, temos:

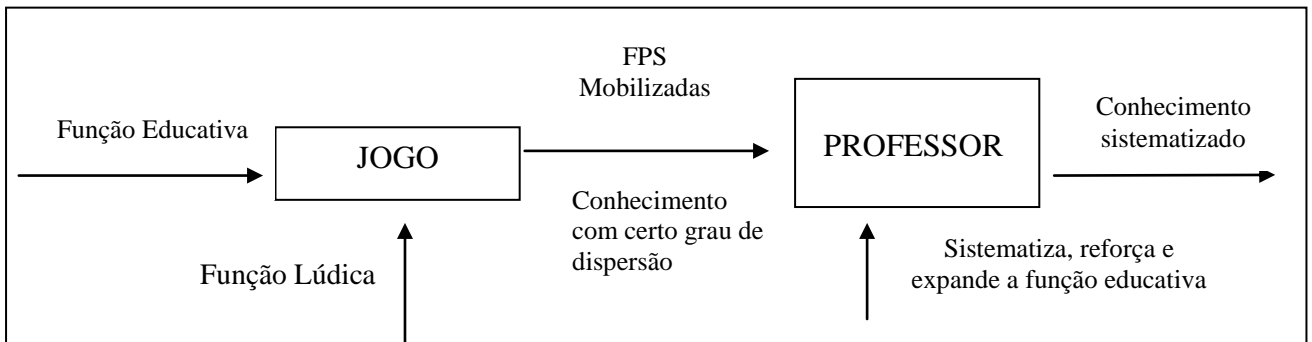


Figura 3: 1ª proposta para inserção do jogo didático na sala de aula.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Mas este não é o único modo como o jogo pode entrar na sala de aula, de maneira a favorecer a aprendizagem do conhecimento científico.

O jogo pode, inicialmente, entrar na escola apenas com a função lúdica e, posteriormente, o professor resgata elementos desse jogo e insere a função educativa. Neste caso o jogo tem seu potencial de divertimento totalmente explorado. Nesta perspectiva, o jogo tem a função de mobilizar as FPS, de modo a favorecer a aprendizagem do conteúdo científico que será introduzido pelo professor. A 2ª proposta pode ser representada pelo seguinte esquema:

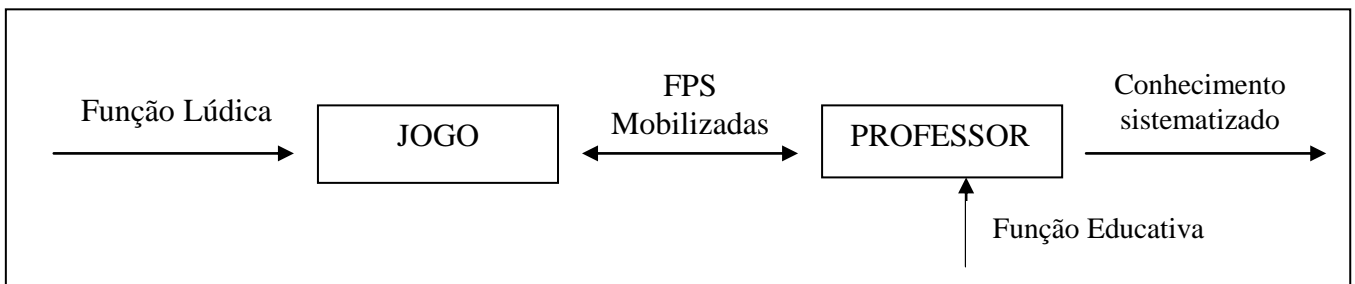


Figura 4: 2ª proposta para inserção o jogo didático na sala de aula.

Fonte: Elaborada pelo autor.

A escolha de qualquer uma das duas propostas para a inserção do jogo na sala de aula dependerá do conteúdo a ser ensinado e das preferências do professor²¹. No entanto, tornar-se necessário destacar que em ambas as propostas o professor desempenha um papel imprescindível de sintetizar e transmitir o conhecimento científico para os estudantes, agindo assim na ZDP do aluno e contribuindo para o seu desenvolvimento.

²¹ É possível que haja outras propostas que não estejam contempladas. Enfatizamos novamente que não abrimos mão do papel fundamental do professor em qualquer proposta didática que envolva o jogo.

Mais uma vez vale salientar que, em qualquer um dos casos, parar a proposta didática no jogo é prejudicial para a apropriação do conhecimento científico e contribuirá para o esvaziamento da escola.

Os jogos, também, não devem ter a pretensão de tornar fácil aquilo que não pode ser; a aprendizagem de conceitos científicos requer esforço e dedicação e isso não poderá ser suprimido. Podemos usar Gramsci (1979 *apud* DUARTE, 2007) para ratificar nossa afirmação anterior:

Deve-se fazer com que a criança só se fatigue quando for indispensável e não inutilmente; mas é igualmente certo que sempre será necessário que se fatigue a fim de aprender e que se obrigue a privações e limitações do movimento físico. Deve-se convencer a muita gente que o estudo é também um trabalho, e muito fatigante, com um tirocínio particular próprio, não só muscular-nervoso mas intelectual: é um processo de adaptação, é um hábito adquirido com esforço, aborrecimento e mesmo sofrimento. [...] essas questões podem se tornar muito ásperas e **será preciso resistir à tendência a tornar fácil o que não pode sê-lo sem ser desnaturado** (p. 72, grifo nosso).

Na próxima seção deste capítulo abordaremos de forma mais específica um tipo de jogo que está presente na sequência didática desta dissertação: o jogo teatral.

2.3 O JOGO TEATRAL

O jogo teatral traz todas as características de um jogo comum e mais algumas peculiaridades. O jogo teatral consiste em um jogo de representação que se desenvolve na ação improvisada sem papéis definidos ou textos a serem decorados (NEVES; SANTIAGO, 2009).

A prática do jogo teatral inclui um acordo grupal entre os participantes, onde o grupo se divide entre atores (participantes da cena) e a platéia (observadores). A estrutura do jogo teatral é determinada pelos seguintes aspectos: Onde (lugar onde ação acontece), Quem (os personagens) O Quê ou Como (ações dos personagens) (NEVES; SANTIAGO, 2009; SPOLIN, 1998).

Uma das maiores referências para o desenvolvimento do jogo teatral na educação é o trabalho de Viola Spolin. Essa autora parte do princípio de que não é necessário ser ator para

se beneficiar do teatro. Para Spolin (1998) todas as pessoas são capazes de atuar no palco e podem fazer isso jogando, improvisando.

Viola desenvolveu suas pesquisas durante as décadas de 1960 e 1970, com crianças em comunidades do Bairro de Chicago. Filha de imigrantes russos, nasceu no dia 7 novembro de 1906 em Chicago e morreu em 1994 em Los Angeles. Desenvolveu seu trabalho de improvisação como um meio de incluir a arte no currículo das escolas estaduais (MOREIRA, 2008).

Seu trabalho foi e é importante, pois desloca o teatro educacional da sua forma rígida, no qual o objetivo maior era que a criança decorasse textos para a apresentação do fim de ano ou no dia das mães. Spolin propõe acrescentar ao ensino de teatro a livre imaginação e a disciplina posta na própria regra do jogo (SPOLIN, 1998; RABELLO, 2011).

Spolin calca seu trabalho na ideia de que o nível intuitivo, presente na experiência, seja vital para qualquer situação de aprendizagem (NEVES; SANTIAGO, 2009). Para Spolin (1998), o jogo surge como ponto de partida da pedagogia da teatral. Spolin, compartilha a perspectiva naturalizante do jogo e justifica que:

O jogo é uma forma natural de grupo que propicia o envolvimento e a liberdade pessoal necessários para a experiência. Os jogos desenvolvem as técnicas e habilidades pessoais necessárias para o jogo em si, através do próprio ato de jogar. As habilidades são desenvolvidas no próprio momento em que as pessoas estão jogando, divertindo-se ao máximo e recebendo toda a estimulação que o jogo tem para oferecer – é este o exato momento em que ela está verdadeiramente aberta para recebe-las (SPOLIN, 1998 p. 4).

A sua proposta de jogo culmina em um manual prático, traduzido para o português por Ingrid Koudela, denominado Improvisação para o Teatro. Esse livro é hoje referência para a maioria dos trabalhos que envolvem teatro e educação.

Mas nem tanto o mar, nem tanto a terra. Entendemos que Spolin leva o ensino do teatro para o outro extremo. Se antes o ensino de teatro consistia de um mero exercício de decorar textos clássicos do teatro para apresentá-los no fim do ano, com Viola Spolin o trabalho ganhou tons muito intensos de espontaneidade. Os professores de teatro se agarram no manual proposto por Viola Spolin e se esquecem de apresentar os clássicos do teatro para o estudante.

Shakespeare, Gil Vicente, Nelson Rodrigues, Brecht, Boal e outros²² desaparecem da escola e as novas gerações são impedidas de entrar em contato com esse legado da humanidade. Nega-se aos jovens esse prazer estético elaborado que deve ser socialmente construído.

Não nos estenderemos muito nesta questão, pois fugiria do escopo desse trabalho. Todavia, esta ressalva é necessária para salientar que apesar de utilizarmos Viola Spolin como uma referência no nosso trabalho, uma vez que sua sistematização do jogo é bem coerente, não coadunamos com a sua supervalorização das relações imediatas do cotidiano e acreditamos que os clássicos teatrais devem voltar à escola para o enriquecimento do psiquismo do aluno.

O jogo de Spolin visa à solução de um problema proposto pelo professor através de improvisações teatrais (cenas idealizadas e apresentadas em poucos minutos) feitas pelos estudantes. Para essa autora, o jogo teatral tem como elementos fundamentais:

- **Foco ou Ponto de Concentração:** A ideia que deve ser trabalhada e transmitida para a plateia durante a improvisação teatral e a qual os alunos/atores devem se concentrar na cena.

- **Plateia:** Constituída pelo grupo de trabalho que não está em cena. A platéia assume o papel ativo, na medida em que ela também está envolvida no grupo que resolve o problema (SPOLIN, 1998).

- **Avaliação:** Feita pela plateia e pelo professor. Consiste em observar atentamente a cena em função do foco (KOUDELA, 2004). Não se trata de dizer se a cena foi boa ou ruim, mas se a ideia do foco foi ou não transmitida.

- **Instrução:** Orientações dadas pelo professor para que o grupo que está em cena não fuja do foco.

Para melhor ilustrar a utilização desses elementos, mostraremos um dos jogos de Viola Spolin (1998) presentes no seu livro *Improvisação para o Teatro*. O jogo escolhido foi o “cabo de guerra”.

Jogo: Cabo de Guerra

Descrição: Os jogadores devem jogar cabo-de-guerra com uma corda imaginária.

Foco: Dar realidade à corda invisível

Instrução: Sinta a corda! Sinta sua textura! Torne-a real

Avaliação: Eles conseguiram mostrar a corda? O grupo estava puxando a mesma corda?

Quadro 2: Descrição do jogo teatral “cabo de guerra” usando a proposta de Spolin

Fonte: Elaborado pelo autor.

²² Meu conhecimento de teatro não é extenso. Possivelmente há outros autores importantes, além desses que citamos, que contribuíram para essa grande objetivação da humanidade conhecida como teatro.

Spolin não é a única que trabalhou com jogos teatrais. Augusto Boal é uma das referências mais expressivas da pedagogia teatral do Mundo (NEVES; SANTIAGO, 2009). Boal possui um viés mais crítico e acredita que o teatro pode ser uma poderosa arma contra a classe dominante, não é atoa que seu livro mais famoso leva o título “Teatro do Oprimido e outras poéticas políticas”.

Para Boal (1975) os jogos teatrais nos ajuda a ser protagonista da nossa vida, a se libertar da condição de espectador e passar a ser ator do nosso cotidiano. Este diretor e dramaturgo afirma que os jogos teatrais reúnem duas características importantes para a vida em sociedade: possuem regras e permite a liberdade criativa de quem joga sem a qual a vida se torna uma servil obediência (NEVES; SANTIAGO, 2009).

Para Boal o jogo teatral é possível ser utilizado como terapia. O palco, para este autor seria o local onde tudo é possível, onde os desejos são declarados, o inconsciente aflora, e é permitida a manifestação dos “santos” e “demônios” que, segundo o autor, todos nós temos. Nas palavras de Boal (1996, p. 51 e 52):

No palco tudo se permite, nada se proíbe: desejos inaceitáveis, comportamentos proibidos, sentimentos malsãos. Os diabos e os santos da pessoa do ator têm plena liberdade de se expandirem, de viverem o orgasmo do espetáculo, de se transformarem de potência em ato... Os autores provocam o leão com vara curta. Suas personalidades sadias vão buscar, em suas pessoas, enfermos e delinquentes. Isso com a esperança de outra vez enclaustrá-los depois que baixe o pano. E na melhor das hipóteses, conseguem. E, conseguindo, sofrem- ou gozam?!- uma catarse.

A obra de Boal destaca que os jogos teatrais oferecem a oportunidade de se experimentar como indivíduo. Para este autor, experimentar essa posição cênica traz ganhos pessoais, sociais, educativos e terapêuticos (NEVES; SANTIAGO, 2009).

Olga Reverbel é outra autora que trabalha com jogos teatrais. Seu trabalho propõe atividades para desenvolver a autoexpressão do aluno, tentando desenvolver no mesmo sua capacidade de se relacionar, espontaneidade, imaginação e percepção.

Para Reverbel (1997) os jogos teatrais educativos devem ser dividido em níveis que variam de acordo com o grau de escolarização da criança. Para essa autora os jogos devem acontecer em 4 etapas: estímulo, sensibilização, objetivo e roteiro.

Neves e Santiago (2009) resumem adequadamente essas etapas, a saber:

Estímulo: compreende a etapa que se quer despertar o entusiasmo do aluno para a temática a ser trabalhada. Trata-se de proporcionar ao aluno contato com jornais, revistas,

exposições culturais, audição de concertos ou qualquer outra atividade que desperte para a questão que será trabalhada.

Sensibilização: Compreende a promoção de debates em torno do que foi visto na etapa anterior. Neste momento, discute-se com o jovem o que ele pensa, suas impressões, porquê os fatos, relacionados ao tema, aconteceram daquela maneira, como as pessoas reagiram diante do tema trabalhado.

Objetivo: Consiste na proposição, definição, ou construção, por parte dos alunos e/ou professor, do que se deseja alcançar com a atividade.

Roteiro: Neste momento monta-se o jogo propriamente dito. Devemos destacar que esse roteiro para Reverbel não é algo que tem que ser decorado (se não deixa de ser jogo), trata-se, apenas de uma sequência de cenas para os alunos/atores guiarem-se.

Os resultados com os jogos teatrais tem sido animadores. A título de ilustração trago dois trabalhos sobre o uso de jogos teatrais que tiveram resultados bons com relação à aprendizagem. O primeiro trabalho são das autoras Neves e Santiago (2009) que retratam o trabalho com jogos teatrais como prática pedagógica e terapêutica junto a um grupo de seis crianças entre 7 e 11 anos cursando o ensino fundamental e que apresentam problemas relacionados à aprendizagem. As oficinas duravam 1 hora e meia por semana e apresentou resultados animadores. As estudantes que participaram do trabalho melhoram seu comportamento e sua concentração na sala de aula. As autoras do trabalho apontam que os jogos teatrais contribuíram para o entendimento da subjetividade do sujeito e desse modo permitiu que os estudantes melhorassem seu desempenho escolar.

Outro trabalho que merece destaque é o do pesquisador Roberto Sanches Rabello (2011), ele utiliza jogos teatrais com deficientes visuais. Seu trabalho no Instituto de Cegos da Bahia mostrou que os jogos teatrais podem contribuir para uma educação inclusiva e que permite ao deficiente o desenvolvimento de um linguagem corporal, dramática que não está calcada apenas na palavra. Rabello (2011) destaca que o trabalho com jogos teatrais teve uma contribuição indireta nas demais disciplinas escolares, melhorando a criatividade, desinibição, a expressão e a comunicação. O autor deste trabalho mostra que a utilização de jogos teatrais faz expandir o conhecimento sobre o mundo e ilustra que os jogos teatrais não aceitam limites físicos preestabelecidos sobre as possibilidades de um ser humano.

A abrangência dos jogos teatrais tem permitido que estes sejam adaptados e usados em outras áreas, entre elas: História, Geografia, Ciências, Português (MOREIRA, 2008; MESSEDER-NETO, 2010).

Nas áreas em que esse tipo de jogo foi aplicado percebeu-se uma melhora nas relações professor-aluno, aluno-aluno e uma superação da timidez por parte dos jogadores. Segundo relatos, esse clima de alegria na sala de aula contribuiu para a melhora do desempenho escolar dos estudantes (BUDZINSKY, 1995; SOLOMON, 1991; BENTLEY, 2000).

Não nos estenderemos mais nos exemplos e veremos, na próxima seção, como vem acontecendo a interface entre teatro e ensino de ciências.

2.4 O TEATRO E O ENSINO DE CIÊNCIAS

Encontramos hoje no Brasil alguns grupos explorando a interface Teatro e Ciência (MOREIRA, 2008). O tema vem avançando muito na perspectiva de divulgação da ciência para as pessoas da comunidade e também para alunos de ensino médio. Esse processo de divulgação acontece através de peças com grupos de teatro profissional, como *Arte e Ciência no Palco* e grupos amadores geralmente ligados a universidades como *Estação Ciência* da USP, do *Espaço Ciência* da UFPE, além de vários outros, onde os estudantes escrevem e representam peças e, sobretudo, shows, como *Oroboros* da UFScar, *Seara da Ciência* da UFC, *Casa da Ciência* da UFRJ, *Alquimia* da UNESP- Araraquara, *Show da Química* da UFBA, *Química na Cabeça* da UFMG, *Química em Ação* da USP, Fanáticos da Química da UERN, *Ciência Cênica* da UNIVAL - Vale do São Francisco e *Tabo de Ensaio* da UECE. O Instituto Osvaldo Cruz, também vem desenvolvendo um trabalho interessante de popularização da ciência nas ruas e comunidades do Rio de Janeiro através do grupo *Espaço Ciência Viva* (ECV) que reúne profissionais e estudantes de diversas áreas da ciência e instituições, apresentando grandes eventos em praças públicas, divulgando a ciência em um contexto lúdico, criativo e muito educativo, abordando, sobretudo, a ciência da saúde.

O grupo de *Arte e Ciência no Palco*, criado em 1998 por Carlos Palma e Adriana Caru, formado por atores profissionais, tem até então no seu repertório 12 espetáculos, entre eles Einstein, A Culpa é da Ciência, Copenhague e Oxigênio. Todas as produções destacam personagens importantes para a história da ciência, os conflitos éticos da época e como as contribuições desses cientistas interferem na atualidade.

O grupo *Oroboros*, desde 2005, vem realizando atividades de divulgação científica e cultural em forma de peças teatrais desenvolvidas e encenadas por alunos de graduação e pós-graduação da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e da Universidade de São Paulo

(USP). As peças são apresentadas em teatros, praças, escolas públicas e particulares, eventos culturais e científicos. As montagens são voltadas para o público infanto-juvenil (MARTINS *et al.*, 2008).

O Grupo de Teatro da *Estação Ciência* da USP foi criado em parceria com a Cooperativa Paulista de Teatro e tem como objetivo utilizar a linguagem teatral como meio de difusão e discussão de temas transversais com alunos do ensino fundamental e médio. O primeiro espetáculo montado pelo grupo foi “A Estrela do Amanhã”, que falava sobre o conhecimento científico desde a Babilônia até os dias atuais. Logo em seguida eles montaram mais dois espetáculos: “Conexões Cósmicas”, que discutia a teoria do Big Bang e também a peça “Kopenhagen”.

O *Espaço Ciência Viva* (ECV) é uma instituição fundada em 1982 por um grupo de cientistas, pesquisadores e educadores interessados em aproximar a ciência do cotidiano do cidadão comum. Dentro dessa perspectiva, o ECV desenvolve múltiplas atividades no campo da divulgação científica, entre elas: 1- mantém em seu espaço uma exposição permanente de módulos de física, matemática, percepção, biologia, sexualidade, astronomia e música; 2- realiza o Sarau de Ciência e Arte, evento cultural e científico que inclui atividades interativas, exibição de artistas convidados, observação do céu por meio do telescópio ficando, neste evento, o microfone aberto ao público, que pode manifestar-se tocando, cantando, opinando, declamando e discutindo temas diversos; 3- Apresenta peças sobre a ciência em comunidades carentes e parques urbanos no Rio de Janeiro.

Os espetáculos do tipo “Show da Química” (como os trabalhos realizados pelos grupos da UFBA, UFRJ, UNESP- Araraquara, USP, UFMG, UERN, UNIVAL - Vale do São Francisco e UECE) apresentam experiências químicas de efeito visual em auditórios, salas de aula e teatros, objetivando o envolvimento da plateia com a química. A maioria dos grupos universitários segue essa linha de divulgação da ciência.

Há quatro anos, todos os grupos, citados no parágrafo inicial, participam do encontro “Ciência em Cena” no qual as peças e shows desenvolvidos durante o ano são apresentados e discutidos. São também oferecidas oficinas de improvisações teatrais, artes circenses, espetáculos químicos, etc.

Raichvarg (1993 *apud* CARDONA; KATZ; ARAÚJO-JORGE, 2004): defende o uso do teatro como meio de divulgação científica, baseando-se nos seguintes pressupostos:

1. A teatralidade da ciência: A ciência possui sua própria teatralidade. As controvérsias científicas apresentam características dramáticas que são reveladoras de tensões epistemológicas, filosóficas e às vezes ideológicas. Os objetos de estudo da ciência também

são personagens teatrais, evoluem, deslocam-se, são fontes de disputas e invejas. Certos cientistas distinguem-se por suas características marcantes e hábitos peculiares, o que contribui para construir atributos de personagens incríveis para o teatro.

2. O poder do diálogo no teatro e a recuperação do diálogo e do debate científico:

O diálogo assegura a relação entre divulgação científica e espetáculo, legitimando os olhares que podemos ter sobre a ciência, criando emoção, recriando o espaço de desenvolvimento da ciência.

3. O estímulo à vontade de saber: Por definição, o espetáculo vivo destina-se a provocar reações no público (emoções, risos, lágrimas, aplausos, gritos) e deve continuar trabalhando nas mentes das pessoas após o apagar das luzes; sendo assim, o espetáculo deve despertar nos espectadores a vontade de saber mais.

4. O estímulo à vontade de conhecer e criticar a própria vida científica, como a ciência é construída e como se dá seu processo: A ciência deve ser descrita em sua totalidade, incluindo a crítica social, a vida no laboratório, a vida dos cientistas como homem ou mulher, as dificuldades financeiras, emocionais, as angústias, os golpes mais ou menos baixos do cientista, a disputa de ego e etc.

Além da divulgação científica, o teatro científico vem entrando na escola de outras maneiras. Dorion (2009) aponta que duas estratégias têm aparecido comumente na literatura como um meio de tornar possível a relação teatro e ciência na sala de aula.

A primeira, tem o objetivo de usar o teatro para explorar tópicos de cunho social, trazendo através do drama discussões históricas e epistemológicas. Essa estratégia vem se mostrando útil para mostrar o caráter humano do conhecimento científico e seu impacto na tecnologia e na sociedade.

A segunda estratégia emprega mímicas e interpretação de papéis para explorar fenômenos físicos, químicos e biológicos que são inobserváveis em sala de aula (representação de células, átomos, íons, moléculas e etc.).²³

Yoon (2006) propõe outra categorização mais detalhada para o uso do teatro em sala de aula de ciências. Vejamos a síntese da sua proposta na tabela abaixo²⁴:

²³ Alguns desses elementos não são observáveis nem fora da sala de aula. Os átomos, íons e moléculas são entidades que não são vistas, são apenas modeladas a partir das suas características (CHASSOT, 1995).

²⁴ A tabela foi elaborada pelo próprio Yoon (2006) no artigo. Apenas fizemos uma tradução do inglês com alguns recortes e considerações.

	Classificação	Descrição
Com roteiro	Performance	Roteiro dado pelo professor ou já existente e os alunos interpretam
	Teatro de leitores (Readers Theatre)	Roteiro dado pelo professor ou já existente e os alunos fazem a leitura
	Criação	Estudantes criam seu roteiro e atuam nele
Sem Roteiro	Interpretação de papéis	Contexto e a descrição do papel são dados pelo professor. Os estudantes improvisam a cena de acordo com seu papel
	Improvisação	A tarefa ou o contexto é dado e os estudantes inventam os personagens e improvisam a cena. Este caso inclui representação não verbal, usando gestos e movimentos

Quadro 3: Uso do teatro na aula de ciências segundo Yoon

Fonte: Elaborado pelo autor

Um exemplo de trabalho da categoria “Performance” é apresentado por Yoon e outros (2004) no trabalho intitulado “Case study on science drama in elementary school”, no qual os autores analisam a encenação de estudantes do texto “ Mom, My blood type is O” elaborado pelo professor. Segundo os autores, a encenação ajudou os alunos a entenderem a ideia de hereditariedade do tipo sanguíneo.

Para exemplificar a categoria “Teatro de Leitores” trazemos a proposta do capítulo do livro de Hennessey (2010), que apresenta um roteiro teatral simples sobre a vida de Arquimedes para ser trabalhado com crianças de 6 a 8 anos. O texto era lido pelos alunos (cada um fazendo um personagem) e depois da leitura o professor pergunta aos estudantes o significado de cada palavra de cunho científico que aparece no texto. Depois disso o professor esclarece e discute os termos científicos apresentados. O objetivo do trabalho é fazer com que os alunos desde cedo se familiarizem e compreendam o vocabulário científico.

Na categoria “Criação” podemos citar o trabalho realizado pela professora Nidia Franca Roque (2007) que, ao final da disciplina na graduação, solicitou aos alunos para elaborar uma peça que abordasse temas relativos à história da ciência. O trabalho culminou com a peça “Uma Festa no Céu”, publicada na Química Nova na Escola. O trabalho de Sá, Vicentin e Carvalho (2010), que citei na introdução, também pode se encaixar nesta categoria.

O Jogo “O Debate” de Moreira (2008), também já discutido na introdução, pode ser posto na categoria “Interpretação de papéis”, uma vez que o professor determinou que um grupo interpretaria agricultores e outro grupo interpretaria ambientalistas. Neste caso os papéis definidos estavam definidos e o resto da ação se deu no improviso.

Como outro exemplo para essa categoria, temos o trabalho de Oliveira e Soares (2005), “Júri Químico: Uma Atividade Lúdica para Discutir Conceitos Químicos”, assim como “O Debate” trata-se de um júri simulado no qual os alunos foram divididos em 3 grupos: O primeiro grupo defende uma engarrafadora de água, o segundo grupo, uma fábrica de baterias e o terceiro funcionou como júri. O objetivo do jogo era determinar quem contaminou a cidade fictícia de Nucleópolis. Os alunos deveriam usar argumentos científicos nas suas encenações de modo a defender seu ponto de vista ou invalidar o ponto de vista do outro grupo. Segundo os autores, tratou-se de um trabalho com resultados positivos para a aprendizagem e para o interesse dos alunos, principalmente no que tange a cooperação entre eles. Mais uma vez os papeis foram definidos a priori, mas a ação se deu no improviso.

Na categoria “Improvisação” temos o trabalho de Braund (1999). Neste trabalho os alunos interpretam como o fluxo de elétrons é criado na bobina e quais fatores alteram a tensão do gerador.

Palmer (2000) propõe uma classificação centrada no papel do professor na peça. Se o professor atua sozinho, imitando um personagem, ele chama de “Dramatizações Realizadas pelo Professor” (Teacher-Performed Dramatizations). Se a peça foi criada pelos alunos e dirigida pelo professor, o autor classifica como “Dramatizações Dirigidas pelo Professor” (Teacher-Directed Dramatizations). Por fim, se o professor lança o questionamento e os alunos criam e dirigem a peça livremente, Pavis chama de “Dramatizações Dirigidas pelos Estudantes” (Students-Directed Dramatizations)

Yoon (2004 *apud* YOON, 2006) propõe outra classificação para a inserção do drama na sala de aula, usando como critério o tema envolvido nas dramatizações, a saber:

1. Drama sobre conceitos científicos: envolve conhecimentos ou fatos científicos;
2. Drama sobre história da ciência: está relacionado a um evento científico de destaque na história da ciência;
3. Drama sobre debates científicos: discute questões sociais da ciência e da tecnologia;
4. Drama sobre expressão científica: foca na expressão artística, mas usa símbolos científicos ou novas tecnologias (mais usado na aula de artes);
5. Drama sobre personagens científicos: mostra a história de vida do cientista.

Apesar das várias classificações²⁵ para o uso do teatro na sala de aula de ciências, os trabalhos publicados ainda são incipientes. No Ensino de química no Brasil os trabalhos são poucos e como já dito na introdução, em geral, não estão conectados com o ensino do conteúdo científico.

Ainda há necessidade de aproximação dos educadores em ciência com profissionais de teatro para que se intensifiquem pesquisas sobre esse método de ensino (MOREIRA, 2008).

²⁵ Essas não são as únicas classificações possíveis. Para ver outras sugiro a leitura da síntese feita por Moreira (2008) na sua dissertação nas páginas 56, 57 e 58.

CAPÍTULO 3- UM ÁS NA MANGA DO PROFESSOR: HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NA SALA DE AULA

Um as coisas nascem das outras, enroscam-se,
desatam-se, confundem-se, perdem-se,
e o tempo vai andando sem se perder de si

Esau e Jacó- Machado de Assis

Eu poderia viver recluso em uma casca de noz
e me considerar rei do espaço infinito...

Hamlet-Shakespeare

A importância da História e Filosofia para o Ensino de Ciências vem se tornando lugar comum entre os educadores (GRECA; FREIRE JR., 2004).

Apesar da carência de propostas efetivas para o ensino médio, o arcabouço teórico que sustenta a utilização de aspectos históricos e filosóficos no ensino de ciências é muito denso, de certo modo vasto, e já bem discutido por diversos autores como Matthews (1992; 1994; 1995), Lederman (1992), Hodson (1991), Freire Jr. (2002) e El-Hani (2007).

Queremos dizer, portanto, que esse capítulo assume um caráter tautológico. Em outras palavras, assumimos o caráter redundante no qual cairemos ao expor uma síntese de um assunto que já foi tão bem contemplado pelos autores supracitados e em dissertações como a de Teixeira (2003) ou Teses de Doutorado como as de Oki (2006) e Moradillo (2010).

Restringimo-nos, então, nesta parte do trabalho, a acentuar aspectos que consideramos importantes, entendendo que vale a pena insistir em pontos que estão claros na literatura, mas nem por isso são óbvios para todos os professores.

3.1 ABORDAGEM CONTEXTUAL

A Abordagem Contextual é um termo cunhado por Mathews para designar uma abordagem de educação em ciências subsidiada pela História e Filosofia da Ciência. Subsidiar o ensino de ciências com aspectos históricos e filosóficos significa que, além de ensinar ciências, devemos ensinar **sobre** ciências, o que inclui a discussão da atividade científica, sua complexidade, sua aplicação e elaboração em diversos contextos: ético, histórico, social, filosófico e tecnológico (MATTHEWS, 1994; OKI, 2006).

Na literatura (MATTHEWS, 1994; EL-HANI, 2007; OKI, 2006; FREIRE JR., 2002) podemos encontrar algumas vantagens para o uso da abordagem contextual no ensino de ciências, a saber:

- Motiva e atrai os alunos, possibilitando trabalhar o conteúdo de maneira criativa e integrada.
- Humaniza a visão de ciência.
- Promove uma compreensão melhor dos conhecimentos científicos por traçar o seu desenvolvimento.

- Promove mudança na visão da ciência como um processo e não apenas como produto.
- Explicita problemas internos à comunidade científica esclarecendo a importância dos debates científicos.
- Prepara os indivíduos para a compreensão dos aspectos procedimentais e metodológicos do conhecimento científico.
- Ajuda a esclarecer o caráter dinâmico do conhecimento científico e o papel da comunidade científica nos processos de obtenção e validação dos resultados das pesquisas.
- Leva à compreensão da articulação de eventos em determinados períodos da História, evidenciando a contextualização das descobertas científicas.

Tomar conhecimento da dinâmica do processo de construção do conhecimento científico e/ou da vida de um cientista pode contribuir para o desenvolvimento do pensamento lógico e para aprendizagem do conhecimento científico, como bem salienta Silva (2002):

Essa aproximação entre alunos e cientistas famosos pode conduzir à percepção de que não é preciso ser gênio para aprender ciência, que o conhecimento científico começa com um ato comum e possível a todos: pensar. A constatação da possibilidade de acesso às ciências pode conduzir à necessidade dos alunos se envolverem ativamente no processo de aprendizagem (p. 118).

No entanto, a literatura (MATTHEWS, 1995; OKI, 2006; MORADILLO, 2010; FREIRE JR., 2002) também traz algumas desvantagens do uso da História e Filosofia para o Ensino de Ciências:

- A visão distorcida do passado e da história.
- A decepção com o comportamento e posturas de alguns cientistas quando se conhece mais profundamente sobre sua história.
- A complexidade de alguns episódios históricos cuja simplificação para fins didáticos pode ser muito superficial.
- O uso de preconceitos e uma visão “presentista” para julgar fatos e narrativas históricas²⁶
- Confronto dos interesses e pontos de vista do historiador e do cientista
- Maior tempo requerido para abordagens do conteúdo neste contexto.

²⁶ O presentismo ou whiguismo trata de uma abordagem historiográfica que seleciona elementos do passado capazes de justificar o presente.

- A questão da interpretação envolvendo aspectos subjetivos do historiador no processo de construção da história.

De fato, não podemos questionar que todos esses fatores devem ser levados em consideração ao se propor uma abordagem contextual, mas acreditamos que estas deficiências podem, em certa medida, ser superadas.

O caso de uma visão distorcida do passado ou a questão do maior tempo necessário para a aplicação da abordagem contextual pode ser resolvido preparando melhor os professores e com a construção de melhores materiais didáticos com essa perspectiva, respectivamente.

A simplificação da história para fins didáticos é necessária, como em qualquer conteúdo científico, e dependerá da faixa etária do aluno²⁷ e das especificidades de cada situação. Essa simplificação pode ser bem feita se os professores apresentarem aos alunos “uma história simplificada que lance uma luz sobre os conteúdos discutidos e que não seja uma mera caricatura do processo histórico” (MATTHEWS, 1995, p. 177).

Quanto ao problema da interpretação ou reconstrução da História, devemos ter consciência que isso é uma característica intrínseca do próprio fazer História, uma vez que ela “não se apresenta simplesmente aos olhos do espectador; ela tem que ser fabricada” (MATTHEWS, 1995, p. 174) e o fabricante dessa história (o historiador) é um homem datado que sofre influência das visões sociais, religiosas, psicológicas.

Aqui, no entanto, vale um alerta. Quando falamos da subjetividade do autor ou da “fabricação” da história, não estamos falando de puro subjetivismo do historiador. Não abrimos mão do caráter material e objetivo da história que está posto em uma realidade fora das nossas mentes. Vejamos como Moradillo (2010) nos ajuda a sustentar essa posição:

[...] para nós, a história não é a substituição da razão pela intuição; o conhecimento, inclusive o histórico, tem que se fundamentar na realidade objetiva, isto é, no concreto pensado por isso a busca de realidade se faz necessária. (...) A “fabricação” da história tem o seu assento na realidade objetiva e não na subjetividade de cada historiador. A reconstrução histórica de um fato qualquer, requer interpretação do historiador que está imerso em uma realidade social da qual ele faz parte e não tem como se separar, sofrendo todo tipo de influência. Entretanto, a totalidade histórica está no real e não na subjetividade dos indivíduos (p. 159).

²⁷ Neste caso estamos nos referindo ao que está na ZDP do aluno e não necessariamente na sua idade biológica.

Ainda sobre a subjetividade da construção histórica, Matthews (1995, p. 177) destaca que discutir isso pode ser um ponto positivo para o aluno entender sobre alguns aspectos da ciência:

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

O critério de verdade para sabermos se pesam mais em sala de aula as vantagens ou desvantagens da abordagem contextual encontra-se na prática. Apesar das propostas práticas não serem muito vastas, os resultados apontados na literatura têm sido promissores e têm mostrado que as vantagens vêm prevalecendo e que as limitações estão sendo superadas.

Um exemplo de sucesso da abordagem contextual, comumente citado na literatura, é o Projeto Havard de Ensino de Física. Esse projeto, realizado na década de 60 nos EUA, instituiu um currículo escolar de ciências fundamentado em princípios históricos, filosóficos e culturais (OKI, 2006). Os resultados alcançados foram surpreendentes, resultando em uma diminuição da evasão escolar, aumento do interesse das mulheres pelo curso de ciências, aumento do raciocínio crítico e melhor rendimento das avaliações (MATTHEWS, 1995). O projeto não teve a continuidade desejada, devido aos problemas enfrentados pelos professores para uma melhor expansão e concretização efetiva da proposta.

Entre o fim da década de 80 e durante a década de 90 acontece, também nos EUA, uma outra proposta de orientação curricular expressa no documento “ Science for All”. Este documento retoma a abordagem humanística para o ensino de ciências e surge como resposta ao baixo nível de alfabetização científica²⁸ dos estudantes dos EUA. Segundo Freire Jr. (2002), essas orientações provocaram profundas mudanças no ensino estadunidense.

No Brasil, os Parâmetros Curriculares do Ensino Médio (PCNEM) também mostram um avanço no que tange à abordagem contextual, uma vez que já aponta para o ensino de ciências que deve evidenciar o conhecimento científico e tecnológico como resultado de uma construção humana inserido em um processo histórico e social (BRASIL, 1999).

²⁸ Na época a maioria dos adultos dos EUA, por exemplo, não sabia que a terra gira em torno do sol ou se a utilização da vacina é para prevenção de doenças virais ou bacterianas (MATTHEWS, 2004).

Especificamente para o Ensino de Química, os PCN+ do Ensino Médio (2002) apontam a importância da história de qualidade para o ensino dessa ciência na seguinte passagem:

É fundamental que se mostre, através da história, as transformações das idéias sobre a constituição da matéria, contextualizando-as. A simples cronologia sobre essas idéias, como geralmente é apresentada no ensino, é insuficiente, pois pode dar uma ideia equivocada da ciência e da atividade científica, segundo a qual a ciência se desenvolve de maneira neutra, objetiva e sem conflitos, graças a descobertas de cientistas, isoladas do contexto social, econômico ou político da época (BRASIL, 2002, p. 96).

No Brasil, apesar da defesa da história já estar presente nos documentos nacionais, ainda há uma lacuna quanto a sua efetivação na prática. As iniciativas concretas ainda são pequenas e os destaques maiores são para o Ensino de Física.²⁹

No ensino de química, no Brasil, poucas propostas são publicadas, mas algumas são significativas. Podemos citar como um avanço na abordagem contextual no ensino de química, o material didático do GEPEQ (2000) que trabalha adequadamente os conteúdos de química usando estudos de caso históricos. Os autores, por exemplo, usam os experimentos realizados por Lavoisier como ponto de partida para o estudo da matéria no estado gasoso.

Cito também, a título de exemplo, o trabalho desenvolvido no PIBID da UFBA (OKI *et al.*, 2010) que consistiu em ensinar o tema combustão para o Ensino Médio usando como contexto histórico o debate travado no século XVIII por Lavoisier contra a teoria do Flogisto. O trabalho mostrou que a abordagem contextual no ensino traz resultados favoráveis à aprendizagem do conceito de combustão.

Mais uma vez insistimos em destacar que a abordagem contextual implica em ensinar sobre ciências de maneira integrada ao ensino de conceitos científicos. Devemos ficar atentos para que nossas aulas não se esvaziem de conteúdo e se transformem em aulas de estudos sociais. Isso é bem ratificado por Olival Freire Jr. (2002) na seguinte passagem:

[...] só ensinar história, filosofia e sociologia da ciência não resultará em uma performance melhor, o conteúdo da ciência também tem um impacto (...) sem a substância da ciência, aulas com foco centrado sobre história, filosofia e sociologia da ciência podem confundir os estudantes e se converterem em mais uma aula de estudos sociais com um disfarce de aulas de ciências (p. 25).

²⁹ Para mais detalhes ver o trabalho de Teixeira; Greca e Freire Jr. (2009).

3.2 CONCEPÇÕES ADEQUADAS SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA

A inserção da Abordagem Contextual na sala de aula também pode contribuir para que o estudante adquira uma visão adequada sobre a natureza da ciência (NDC).

No entanto, falar de uma visão adequada da NDC não é algo simples, uma vez que há uma grande divergência entre filósofos a respeito deste tema (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001; EL-HANI, 2007).

Longe de querer estabelecer uma única concepção de ciência(s), seguiremos o mesmo caminho trilhado, inicialmente, por Gil Pérez e colaboradores (2001) e mostraremos o que a ciência não é.

Mostrar o que a ciência “não é” consiste em procurar aqueles elementos que estão em oposição a uma visão positivista de ciência e que não correspondem à real atividade científica.

Para tal intento, Gil Pérez e seus colaboradores (2001) buscaram teses compartilhadas em trabalhos de pós-positivistas como Popper, Kuhn, Bunge, Toulmin, Lakatos, Laudan e Giere e trabalhos acadêmicos que refletissem a crítica de grupos de professores, de modo a encontrar características não controversas sobre o tema NDC. Para os autores do texto, as ideias que devem ser evitadas são:

1- A **concepção empírico-indutivista e ateorica** que aponta, por exemplo, a observação na experimentação como algo neutro e, portanto, não influenciada por ideias apriorísticas ou qualquer arcabouço teórico.

2- A **visão rígida** (algorítmica, exata e infalível) que segue um único método científico e que recusa qualquer caráter criativo, intuitivo, duvidoso e qualitativo da ciência.

3- A **visão apromática e ahistórica** que, portanto, não mostra as dificuldades e problemas para a elaboração do conhecimento científico e nem seu movimento histórico e seu caráter provisório.

4- A **visão exclusivamente analítica**, que entende que as ciências trabalham isoladamente, reconhecendo assim, que *apenas*³⁰ o conhecimento das partes é necessário para entender o todo. Nessa concepção esquece-se que os limites entre as ciências são fluidos e que existem cada vez mais problemas que exigem a interface de conhecimentos.

³⁰ Não estamos afirmando que as partes não devam ser estudadas. A defesa de uma visão interdisciplinar não elimina a existências de campos de estudo isolados como a física, química, biologia e etc. Como bem afirma El-Hani (2002, p. 300) “(...) é um erro a opção do extremo oposto, de natureza holista na qual a necessidade de análise é negada”.

5- A **concepção acumulativa de crescimento linear** dos conhecimentos científicos e que ignora as crises, revoluções e remodelações profundas que aconteceram ao longo da história.

6- A **visão elitista e individualista** que propaga o conhecimento científico como sendo elaborado por gênios isolados, ignorando o papel coletivo, cooperativo da ciência.

7- A **concepção de uma ciência socialmente neutra** e que, portanto, desconsidera as complexas relações entre o conhecimento científico produzido e o contexto sócio-histórico. Essa concepção promove, também, uma imagem deformada dos cientistas como “seres *acima do bem e do mal*” fechados em torres de marfim e alheios à necessidade de fazer opções” (GIL-PEREZ *et al.*, 2001, p. 133).

De fato, nos parece que há um certo consenso sobre essas ideias e acreditamos que uma imagem de ciência com essas características deve ser falseada durante as nossas aulas de ciência no Ensino Médio.

Por que então não assumir uma única postura epistemológica e dizer o que a **ciência** é?

Primeiro, porque assumir uma postura teórica para definir ciência requer um certo aprofundamento filosófico de que, infelizmente, ainda não dispomos.

Segundo, que assim como Matthews (1994), acreditamos que devemos ter metas modestas para a inserção da História e Filosofia no Ensino de Ciências. Sendo assim, não temos a pretensão, nem a capacidade teórica de formar filósofos da ciência no ensino médio, apenas queremos sinalizar aspectos que permitam que os estudantes rompam com a visão ingênua da atividade científica.

3.3 ABORDAGEM CONTEXTUAL LÚDICA (ACL)

Entendemos a Abordagem Contextual Lúdica como uma abordagem que usa, de maneira integrada, aspectos da ludicidade e da História e Filosofia para ensinar ciências e/ou sobre a natureza da ciência.

Acreditamos, pelos aspectos que já foram expostos neste trabalho, que o casamento entre a ludicidade e a História e a Filosofia da Ciência (HFC) é promissor uma vez que ambos nos parecem potencialmente importantes para levar o estudante à apreensão do conhecimento científico.

Fazer essa conexão entre ludicidade, HFC e conteúdo científico está longe de ser uma tarefa fácil e isso pode ser constatado pela carência de trabalhos, principalmente escritos em língua portuguesa.³¹

Para esclarecer sobre o que vem a ser a ACL, traremos aqui dois exemplos encontrados na literatura.

O primeiro exemplo é o trabalho de Santana e Rezende (2009), que traz o jogo de tabuleiro intitulado: Autódromo Alquímico para o nono ano do ensino fundamental. Trata-se de um jogo competitivo de perguntas e respostas, no qual os alunos vão avançando à medida que acertam questões que diferenciam a alquimia da química. Após o jogo foi feita uma discussão com estudantes sobre o jogo.

As autoras do trabalho concluíram que os resultados foram bons no que se refere à compreensão da história da química e que a motivação dos estudantes se estendeu ao longo do ano letivo.

O trabalho é bastante relevante, principalmente porque se trata de discutir o que é a ciência Química para os alunos do ensino fundamental sem abrir mão da sistematização feita pelo professor. Parece-nos que as autoras articularam bem os aspectos lúdicos, a HFC e o conteúdo científico para o público da série trabalhada.

O segundo artigo, elaborado por Silva (2007), traz uma experiência no ensino superior em uma disciplina de História da Química na Universidade de São Paulo. A professora propôs um julgamento fictício de Lavoisier. Os alunos, ao fim do jogo, deveriam responder se Lavoisier foi ou não responsável por uma revolução na Química.

Para esta atividade lúdica a sala foi dividida em 3 grupos: Um de acusação, um de defesa e um júri. Os alunos da defesa e da acusação ficaram encarregados de fazer pesquisas e decidir que personagens interpretariam para acusar ou defender Lavoisier. O júri era responsável por dar o veredito.

O trabalho da autora é pertinente e trata de maneira adequada os aspectos da natureza da ciência, e mostrou que esta atividade motivou os estudantes para aula e contribuiu para que as aulas de História da Química fossem mais produtivas.

Parece-nos que, a título de ilustração, esses trabalhos mostram que ACL tem bons resultados e que, apesar de incipiente, esse caminho parece bastante promissor.

³¹ Não foi feita uma revisão exaustiva sobre o tema. No entanto, em uma análise *an passant* nos periódicos brasileiros e nos anais de congressos de ensino de química, encontramos poucos trabalhos sobre o tema.

**CAPÍTULO 4- MOSTRANDO
COMO AS CARTAS FORAM
EMBARALHADAS:
PROCEDIMENTOS
METODOLÓGICOS**

Caminhante, não há caminho,

Faz-se o caminho ao caminhar

Antônio Machado- Poeta Espanhol

Embora loucura, tem lá seu método

Hamlet-Shakespeare

Todo pesquisador que resolve questionar a realidade traz consigo concepções de homem e de mundo que influenciam o caminhar da sua pesquisa. Ter clareza dos princípios ontológicos e epistemológicos que norteiam um estudo é fundamental para que o pesquisador consiga direcionar seu olhar sobre o objeto e vê-lo coerentemente sob a lente teórica que escolheu para avaliá-lo. Esses princípios filosóficos são importantes, uma vez que ajudam a nortear aspectos importantes da pesquisa como o objetivo, a modalidade de pesquisa, a coleta de dados e a revisão da literatura.

Chamaremos esse grupo de princípios ontológicos e epistemológicos de paradigma (CROTTY, 1998) e assumiremos que esse trabalho se enquadra no paradigma da Teoria Crítica.

A Teoria Crítica baseia-se nos princípios do materialismo histórico-dialético e entende que existe uma realidade objetiva fora da consciência e que a consciência é resultado da evolução material (TRIVIÑOS, 2007). Um pesquisador que se assume na teoria crítica entende que os fenômenos são materiais e que estes são cognoscíveis. Para um crítico, o homem é um ser social e se funda na sua mediação com a natureza através do trabalho.

Como uma pesquisa que está investigando a aprendizagem de conteúdos científicos pode ser inserida em um Paradigma Crítico? A resposta está na concepção do pesquisador sobre o que é a escola e qual a função social do conhecimento.

Como dissemos, reconhecemos que a escola, dentro de uma sociedade de classes, é influenciada pelos ideais capitalistas e tenta reforçar as diferenças entre a burguesia e a classe trabalhadora. Apesar de socialmente influenciada, entendemos que é possível termos uma escola que se predispõe a contribuir para a superação dessa sociedade e que sirva aos interesses da classe trabalhadora. A escola que serve aos trabalhadores procura instrumentalizar o educando com os conhecimentos socialmente relevantes, sistematizados e elaborados, isto é, com o conhecimento científico.

Ao analisarmos a aprendizagem de um conteúdo químico e propormos melhora para o ensino desse conteúdo estaremos contribuindo para que o indivíduo possa se apossar dos instrumentos teóricos necessários para entender o mundo e assim poder transformá-lo.

O próprio paradigma em que inserimos esse estudo nos ajudou a nortear a escolha do referencial teórico. A psicologia Sociocultural é de base assumidamente marxista (FACCI, 2004) e, por isso, coaduna com o paradigma apresentado.

Como já dito na introdução, esta pesquisa é de caráter empírico uma vez que os dados emergem da prática e tem natureza qualitativa. O método qualitativo nos parece uma forma adequada de entender a natureza de um fenômeno social como a aprendizagem, uma vez que

ele nos fornece base para interpretar o fenômeno social da aprendizagem (RICHARDSON *et al.*, 2008).

Ainda dentro da modalidade de pesquisa, entendemos que este estudo se constitui como uma Ação- Pesquisada. A Ação-Pesquisada é um tipo de Investigação-Ação. A Investigação-Ação é um termo genérico para qualquer processo que segue um ciclo, no qual se aprimora a prática pela alternância entre o agir na prática e investigar a respeito dela (TRIPP, 2005). O ciclo sob o qual qualquer Investigação-Ação se sustenta é mostrado abaixo:

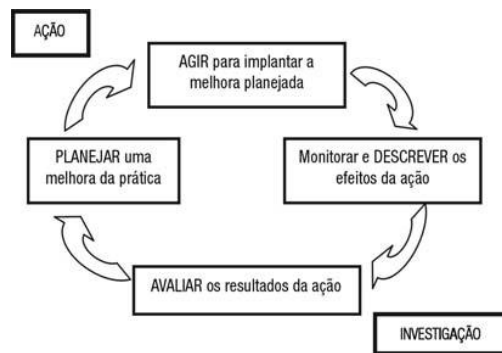


Figura 5: Representação em quatro fases do ciclo básico da investigação-ação
Fonte: (TRIPP, 2005).

A modalidade Ação- Pesquisada nos remete a uma outra modalidade de pesquisa muito citada na literatura, que é a Pesquisa-ação. Segundo Tripp (2005), a Pesquisa-Ação também é um tipo de Investigação-Ação e por isso segue o ciclo supracitado, mas o que a diferencia da Ação-Pesquisada é que na Pesquisa-Ação o pesquisador vive esse ciclo mais de uma vez usando o resultado de um ciclo para planejar a vivência do próximo, já na Ação-Pesquisada o ciclo é vivido apenas uma vez (TRIPP, 2005).

Tanto a Ação-Pesquisada quanto a Pesquisa-Ação mantêm o princípio básico de qualquer Investigação-Ação: a transformação direta da realidade. Essa modalidade de pesquisa, a nosso ver, coaduna com a visão crítica de transformação social. Queremos dizer com isso que esta modalidade de pesquisa não concebe o pesquisador como um sujeito que vai a campo, descreve a realidade e se afasta dela; é necessário um envolvimento e um compromisso transformador com a prática pesquisada. No âmbito da educação, a Investigação-Ação é a modalidade de pesquisa que mais permite o diálogo entre o professor e o pesquisador, pois apesar de tarefas diferentes (o professor quer tornar sua aula produtiva e o pesquisador quer responder a uma questão de pesquisa) ambos têm o compromisso de mudar a prática educativa, tornando-a mais significativa para os sujeitos que estão inseridos nela.

Seguiremos agora para a descrição mais detalhada e específica do desenvolvimento do trabalho de pesquisa. Para tanto, faremos o restante da exposição metodológica seguindo o ciclo da Investigação-Ação, começando com a descrição do planejamento da pesquisa, seguindo com a descrição da execução da ação e, por fim, mostrando como esses dados foram analisados.

4.1 PLANEJAMENTO DA AÇÃO

Essa pesquisa não começou com a sua questão e seu objeto de pesquisa rigorosamente definidos. Na verdade, quando idealizamos essa pesquisa, o que tínhamos em mente era a construção de uma proposta didática que usasse a Abordagem Contextual Lúdica para o ensino de Equilíbrio Químico.

Sendo assim, começamos a pesquisa desenvolvendo o material didático que seria aplicado na sala de aula (Apêndice A). A construção do material aconteceu com a delimitação do tema e a escolha do episódio histórico: a síntese da amônia pelo processo Haber-Bosch e a vida de Fritz Haber. Para conhecermos melhor o episódio histórico, recorremos a fontes secundárias que tratavam do tema, como os trabalhos de Bensaude-Vicent e Stengers (1992), Le Couteur e Burresson (2006), Houffmann (2007) e Lenoir (2007). Recorremos também ao material construído pelo GEPEQ e algumas informações dadas pelo livro didático de Mortimer e Machado (2002).

Quanto ao conteúdo de equilíbrio químico, optamos pela escrita de um material que usasse os requisitos para síntese da amônia como ponto de partida e a partir dela generalizamos o conteúdo.

A partir da leitura de artigo de Machado e Aragão (1996), optamos por escrever um material que focasse a discussão do aspecto qualitativo do equilíbrio químico, dando ênfase à compreensão do nível atômico-molecular. Por conta do tempo, a parte quantitativa do conteúdo não foi trabalhada dentro da abordagem contextual lúdica, sendo ensinada em um momento posterior à pesquisa.

Paralelamente à escrita do material didático, formatamos o jogo que seria utilizado. Definimos que usaríamos um jogo no início da sequência didática para a mobilização das FPS e optamos pelo júri simulado. O júri teve como réu imaginário Fritz Haber (um dos responsáveis pela elaboração da síntese da amônia através do processo Born-Haber) e os

alunos deveriam responder se as contribuições científicas de Haber foram ou não válidas para a humanidade e se este cientista merecia ou não o prêmio Nobel.

Planejamos dividir a turma em 3 grupos: defesa, júri e acusação. A defesa e a acusação deveriam construir seus argumentos baseados no material didático elaborado durante a pesquisa. O professor assumiria o papel de juiz.

A escolha dos advogados e a elaboração da história das testemunhas ficaram a cargo do grupo que neste momento teve liberdade para usar a imaginação e a capacidade criativa.

No decorrer da elaboração do jogo e do material didático e com as leituras dos referenciais teóricos definimos melhor os objetivos desta pesquisa. A partir da definição desses objetivos, planejamos a sequência didática e a forma de coleta de dados.

Fizemos a opção do pesquisador trabalhar como professor, pois conhecíamos melhor o material didático e poderíamos captar impressões afetivas que dificilmente seriam apreendidas por um pesquisador que apenas observa. Captar as impressões afetivas é importante, pois elas permitem entender a aprendizagem dos conteúdos, que envolve, necessariamente, aspectos racionais e emocionais.

Na época da pesquisa, não ensinávamos em nenhuma escola, então entramos em contato com a escola estadual Manoel Novaes e conversando com o professor da escola solicitamos assumir uma das turmas. O professor aceitou a proposta e iniciamos o trabalho. Essa escola é vinculada ao PIBID da UFBA e foi escolhida por conta dos horários do Pesquisador e pela proximidade do grupo de pesquisa com o professor da escola.

4.1.1 A sequência de ensino planejada

Como já dito, o percurso didático só foi elaborado quando os objetivos da pesquisa estavam definidos. Tentamos elaborar uma sequência condizente com a nossa postura teórica e que fosse capaz de nos dar elementos para responder às questões elaboradas para esta dissertação. O Quadro abaixo traz uma síntese do percurso didático planejado:

Unidade	Aulas geminadas de 100 minutos	Conteúdo da aula	Ação
2 ^a	1	Apresentação da proposta que seria realizada na 3 ^a unidade	Debate com os estudantes
	2,3, 4, 5, 6, 7	Cinética Química	Exposição e debates entre os estudantes
3 ^a	1	Usos da amônia e a ideia de Equilíbrio Químico	Leitura discutida do material didático
	2	Explicação e preparação do júri simulado	Leitura do texto que conta a história de Fritz Haber
	3	Jogo teatral: Júri simulado	-
	4	Síntese dos aspectos discutidos durante o jogo	Exposição do Professor
	5	Fatores que afetam o Equilíbrio I	Exposição do Professor
	6	Fatores que afetam o Equilíbrio II	Exposição do Professor
	7	Revisão e atividade de preparação para prova	Debate entre os estudantes
	8	Prova	-

Quadro 4: Síntese do planejamento do percurso didático

Fonte: Elaborado pelo autor.

Planejamos a entrada na 2^a unidade, pois queríamos que os estudantes se ambientassem com o professor/pesquisador e com a câmera usada para o registro das observações. Nesta unidade, trabalharíamos os conteúdos relativos à cinética que seriam importantes para as discussões de Equilíbrio químico.

Planejamos que na 3^a unidade teríamos a primeira aula, na qual faríamos a leitura inicial do material didático, de modo que os estudantes entendessem o que é amônia e algumas noções básicas do Equilíbrio Químico (Reversibilidade, Significado da dupla seta, quantidades diferentes de reagentes e produtos).

Pela programação, na aula seguinte apresentariamos os princípios do jogo e deixariamos um tempo livre para que os estudantes construíssem os argumentos para a defesa e para a acusação, utilizando, para isso, um texto presente no material didático.

Na 3ª aula, o júri seria executado e na 4ª aula faríamos uma discussão sobre os aspectos relacionados à natureza da ciência e sobre o que foi discutido no jogo.

Na 5ª e 6ª aula, planejamos discutir os fatores que afetam o equilíbrio químico (pressão, temperatura, concentração e catalisador), usando o que os alunos tinham apontado no jogo e o que estava no material didático. Tínhamos a intenção de explicar neste momento o porquê, do ponto de vista de equilíbrio químico, de cada etapa do ciclo de Born-Haber.

Para a 7ª aula, idealizamos uma atividade que deveria ser respondida em grupo (Ver Apêndice B) e que serviria de revisão para prova.

A última aula seria uma atividade avaliativa em forma de prova que pode ser vista no apêndice C.

4.2 IMPLEMENTAÇÃO DO PLANEJAMENTO

De modo a efetivar o que foi planejado, entramos em sala de aula na 2ª Unidade. Em comum acordo com o professor da escola, ficamos com uma turma de 2º ano do turno vespertino. A turma 2º ano G era composta de 15 alunos sendo que frequentavam 8. A turma era pequena, pois era formada por alunos transferidos de outras escolas ou que pediram transferência do turno da manhã. As aulas aconteciam às segundas feiras, nos dois últimos horários (das 16:10 às 17:50).

Explicamos a proposta, passamos o termo de consentimento e caminhamos conforme o planejado. No entanto, 4 alunos dessa turma começaram a apresentar problemas para frequentar as nossas aulas. Conversando com os estudantes para averiguar o motivo das faltas, descobrimos que a maioria ia para casa caminhando ou em ônibus que passavam lotados, o que inviabilizava a permanência deles na última aula. Os outros dois alegaram falta de dinheiro para o transporte.

Apesar da pouca quantidade de estudantes, demos continuidade à unidade, trabalhando o conteúdo de cinética.

Antes do fim da segunda unidade tivemos um recesso junino, e com o retorno das aulas, voltaram apenas 3 alunos para a turma do 2º ano G. Com essa quantidade de alunos, ficou inviável continuar a pesquisa nesta turma, uma vez que não teríamos número de alunos suficiente para que o jogo acontecesse com uma dinâmica razoável e deste modo a análise

seria prejudicada. Continuamos ministrando aula na turma, mas a continuidade da pesquisa ficou inviável.

Conversamos então com o professor da escola e optamos por assumir outra turma de 2º ano do vespertino: o 2º ano E. Esta turma tinha 35 alunos e as aulas também eram às segundas-feiras, nos dois primeiros horários (13:30 às 15:10).

Com a mudança de turma, tivemos que alterar o nosso planejamento. Faltavam apenas duas aulas para o fim da 2ª Unidade e este foi o tempo que a turma teve para que os estudantes se ambientassem com a câmera e com o professor/pesquisador antes que a coleta de dados efetivamente começasse.

Diferente do relatado por Machado (1999), os alunos desta turma tiveram muita resistência à câmera. Muitos cobriam os rostos e não queriam falar quando tinham a câmera virada para eles. Esse incômodo foi diminuindo com o passar do tempo, mas influenciou negativamente na coleta de dados, uma vez que o tempo de adaptação foi muito curto.

O horário que as aulas começavam também se constituiu um problema para a efetivação da proposta planejada. Cerca de 60% dos alunos trabalhavam pela manhã e não conseguiam chegar na sala de aula no horário. Por conta disso, as aulas começavam entre 13:50 e 14:00, o que dificultou o andamento do planejamento.

Com todos esses percalços, o que foi, de fato, aplicado na sala de aula pode ser visto no quadro que segue:

Unidade	Aulas de 100 Minutos	Conteúdo	Ação
2ª	1 e 2	Apresentação e revisão de cinética	Aula expositiva
3ª	1	Uso da amônia e a ideia de Equilíbrio Químico	Leitura do material didático
	2	Preparação do júri	Explicação e reunião dos grupos
	3	Jogo teatral: O júri simulado	
	4 e 5	Síntese dos aspectos discutidos durante o jogo	Aula Expositiva
	6 e 7	Fatores que afetam o Equilíbrio químico I	Aula Expositiva
	8 e 9	Fatores que afetam o Equilíbrio químico II	Aula Expositiva
	10	Revisão e atividade de preparação para prova	Debate dos alunos
	11	Prova	-

Quadro 5: Síntese do percurso didático realizado na sala de aula

Fonte: Elaborado pela autora

As duas primeiras aulas, na 2ª unidade, foram difíceis, pois a turma não estava acostumada com a maneira que trabalhávamos. Estranharam a colocação das cadeiras em semicírculo e a tentativa de fazê-los participar da discussão. A câmera, como já dito, foi um entrave e eles dificilmente olhavam para o quadro ou para o professor. Os alunos ficaram bastante agitados e conversaram muito.

O trabalho da 1ª aula na terceira unidade foi bem interessante. Dispomos, como sempre, as cadeiras em semicírculo e fizemos a leitura do material didático (apêndice A). Os alunos fizeram a leitura e, apesar de algumas brincadeiras e risadas, prestaram atenção no que estava sendo discutido. O material didático foi construído com algumas perguntas para que os estudantes pudessem participar, mas poucos alunos participaram e a conversa entre eles ainda foi muito frequente. Mesmo assim, no final da aula, alguns estudantes nos procuraram para elogiar a aula e disseram que gostaram dessa ideia de “misturar história com química”. Nesta aula, foi anunciado que no próximo encontro faríamos a preparação para o jogo. Neste momento foi passado o questionário sobre a natureza da ciência (apêndice E).

A aula de preparação do júri foi bem animada, apesar do começo frustrante. Fizemos o sorteio dos grupos do júri, acusação e defesa. O grupo do júri deveria discutir que critérios seriam observados durante o julgamento. A acusação e a defesa deveriam elaborar a história das testemunhas e elaborar os argumentos para o julgamento. No início, os estudantes alegaram preguiça e ficavam conversando sobre outros assuntos, principalmente sobre o que aconteceu no fim de semana, uma vez que a aula era na segunda-feira. Com a insistência do professor, eles enfim se concentraram nas discussões e começaram a montar as histórias. A partir desse momento, a empolgação dos estudantes começou a ficar nítida e eles se mantiveram animados até o fim da aula.

Na aula do Julgamento, houve um atraso para o começo do jogo, pois os alunos demoraram a chegar, por conta de uma chuva que acontecia na cidade. Quando a aula começou, os alunos pediram mais um tempo para acertar os detalhes e foi concedido ao grupo mais 10 minutos. Com o início do Julgamento, os alunos ficaram muito empolgados, eles encenaram e jogaram com toda atenção. Durante o jogo, os alunos permaneceram atentos e as discussões foram acirradas. Ao final, todos ficaram ansiosos pelo resultado do júri, que determinou que Fritz Haber era culpado.

As aulas que seguiram trataram do conteúdo específico e foram voltadas para os aspectos qualitativos do conteúdo de Equilíbrio Químico. Os alunos participaram mais das aulas depois do jogo e pareciam gostar do trabalho desenvolvido. Alguns alunos ficaram ansiosos esperando o momento de fazer cálculos, pois alguns achavam que “Química tem que

ter conta”. Os alunos acharam estranho ter que fazer questões abertas durante as aulas, mas foram se acostumando ao longo do percurso didático.

Na atividade em grupo, os alunos, no geral, se empenharam e discutiram, tentando encontrar respostas para as questões propostas. Por vezes, os estudantes tergiversavam, falando do final de semana, mas como o professor passava entre os grupos, essa dificuldade foi na medida do possível sanada.

4.2.1 A coleta de dados

A coleta de dados deve estar consoante com os objetivos da pesquisa. Para ficar clara a escolha do procedimento de coleta utilizado, apresentamos, novamente, os objetivos desta pesquisa:

1- Investigar como se dá a aprendizagem do conteúdo de equilíbrio químico quando há inserção de aspectos lúdicos, históricos e filosóficos na sala de aula.

2- Investigar se a inserção da Abordagem Contextual Lúdica que prioriza o conteúdo científico modificou a concepção dos estudantes sobre a natureza da ciência.

Para atingirmos o primeiro objetivo, a coleta de dados foi feita utilizando a técnica de observação. A observação é um das principais técnicas de coleta na pesquisa educacional qualitativa, pois possibilita um contato direto e estreito do pesquisador com o fenômeno pesquisado (LÜDKE; ANDRÉ, 1986). A observação permite, neste caso, ver como, ao longo da sequência didática, os alunos estão incorporando os conceitos científicos e como o jogo e a abordagem contextual estão contribuindo com isso.

Ainda precisamos responder por que a observação dá conta do nosso objetivo. A observação é uma técnica que nos auxilia a entender a complexidade e a inter-relação entre os grupos (LICHTMAN, 2010). É a observação que permite que o observador “chegue mais perto da “perspectiva dos sujeitos”, um importante alvo nas abordagens qualitativas” (LÜDKE; ANDRÉ, 1986). Uma vez que estamos investigando um fenômeno tão complexo quanto a aprendizagem na sala de aula, precisamos de uma técnica que dê conta dessa complexidade e que nos permita chegar mais próximos da perspectiva do estudante que está se apropriando do conhecimento. Entendemos, portanto, que a técnica de observação tem as características necessárias para atingirmos o 1º objetivo da pesquisa.

Para o registro da observação, utilizamos uma câmera em todas as aulas. Como o pesquisador atuou como professor, a filmagem foi feita por ele mesmo com ajuda de um tripé sobre o qual a câmera estava localizada. O tripé foi colocado junto ao professor/ pesquisador e ele o movia à medida que algum aluno se manifestava para fazer alguma colocação. Nas atividades em grupo optamos por colocar a câmera diante do grupo que tinha os alunos mais participativos e menos envergonhados, de modo a conseguirmos mais dados para a pesquisa.

Entendemos que se a filmagem fosse realizada por outra pessoa a qualidade das imagens e do som (e por consequência os dados) seria melhor, mas, infelizmente, isso não foi possível no momento em que a sequência foi aplicada.

Ainda para dar conta de descrever o processo de aprendizagem, coletamos as avaliações e as atividades realizadas em grupo pelos estudantes, de modo que estes dados pudessem ratificar ou refutar as interpretações feitas durante a observação. Usamos também um questionário (Apêndice D) para saber o que os estudantes acharam do jogo e como eles relacionaram esta atividade lúdica com a aprendizagem do conteúdo. O questionário contou com 5 questões, sendo as 3 primeiras extraídas de um questionário feito por Soares (2004) em sua tese de doutorado e as outras 2 questões elaboradas por nós. As duas questões foram validadas em outra turma de 2º ano do ensino médio da mesma escola e não houve problema com a interpretação das questões.

Para atender ao segundo objetivo, optamos por usar o modelo pré e pós-teste. Aplicamos um questionário (Apêndice E) sobre a natureza da ciência no início da 1ª aula e aplicamos o mesmo questionário na aula logo depois que o jogo acabou. Na aula seguinte, em que o professor fez a síntese dos aspectos discutidos no jogo e os relacionou com a natureza da ciência, pedimos aos alunos que revissem suas respostas ficassem à vontade para alterá-las.

O questionário aplicado nesta etapa foi desenvolvido por Lederman e seus colaboradores (2000). Esse questionário é chamado de VNOS-A³² (Views of Nature of Science-Modelo A) e já foi validado pelo próprio Lederman e por Abd-El-Khalick (2000).

³² O questionário original possuía 5 questões. Trabalhamos apenas com 3, pois estas estavam diretamente relacionadas com a proposta didática desenvolvida.

4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise dos dados é o processo de reduzir e organizar os dados para produzir uma compreensão do fenômeno de estudo (BARBOSA, 2001). Trata-se de, a partir dos dados empíricos, construir argumentos e compreensões do fenômeno de modo a integrá-lo à categoria de totalidade.

A análise dos resultados tem que estar consoante com os questionamentos do pesquisador e por isso deve retratar aquilo que o pesquisador busca na realidade. Assim como Barbosa (2001), não estamos de acordo com análises de dados baseadas apenas na intuição, acreditamos que esta deve ter fundamentação teórica/empírica e deve ser guiada por procedimentos sistemáticos.

Para a análise dos dados coletados procedemos da seguinte maneira:

1- Organizamos os vídeos e questionários por ordem temporal, dispendo-os de maneira que pudéssemos ter uma visão holística de todo o processo.

2- Passamos por uma etapa de “impregnação” dos dados. Tratou-se nesta etapa de assistir a todos os vídeos gravados e ler todos os questionários, de modo a reconhecer elementos até então não vistos e perceber as limitações postas pelo próprio processo de coleta de dados (dificuldade de som, perguntas que não foram bem compreendidas, dificuldade da filmagem e etc.). Este momento foi fundamental, pois como atuamos como professor/pesquisador, pudemos, nesta oportunidade, adquirir o afastamento necessário para poder olhar o fenômeno com os olhos apenas da pesquisa.

3- Seguimos pela categorização e diálogo com a teoria. Neste momento, buscamos, a partir dos dados empíricos e com a lente da teoria encontrar elementos que nos indicassem a aprendizagem dos estudantes e as mudanças das suas concepções de ciência.

4- E por fim, fizemos a ordenação e apresentação dos dados analisados. Optamos por expor os dados seguindo os objetivos do estudo. Começamos apresentando e discutindo as categorias e os dados empíricos significativos, que tentaram mostrar como ocorre a aprendizagem de equilíbrio químico com a abordagem contextual lúdica; finalizamos essa etapa propondo uma visão mais integrada das categorias que emergiram da prática. Logo depois, para atender o segundo objetivo da pesquisa, apresentamos em forma de tabela a comparação entre as repostas dos questionários aplicados sobre a natureza da ciência. Discutimos esses resultados logo em seguida.

4.3.1 A categorização dos resultados para o 1º objetivo da pesquisa

O 1º objetivo da pesquisa trata de tentar descrever o processo de aprendizagem e pela complexidade do fenômeno, faz-se necessário, neste momento, esclarecer melhor o processo de categorização que será visto a seguir no capítulo dos resultados e discussões.

Categorizar é uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto (BARDIN, 2004). Nossas categorias foram construídas a partir dos dados empíricos e trazem elementos que descrevem a relação dos estudantes com a atividade lúdica/ contextual desenvolvida e os conceitos científicos, bem como a relação entre as Funções Psicológicas Superiores dos estudantes e a aprendizagem dos conceitos científicos, usando a abordagem contextual lúdica.

Para a análise dos dados e criação das categorias dividimos o percurso didático em três etapas:

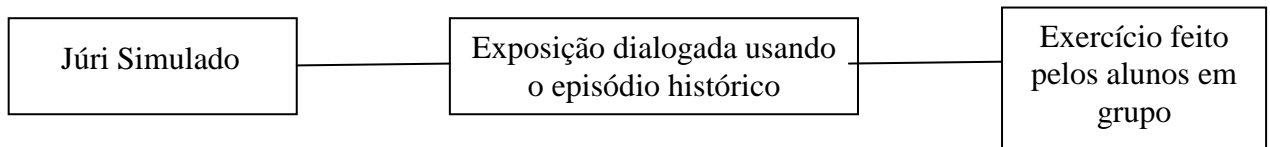


Figura 6. Etapas do percurso didático desenvolvido
Fonte: Elaborada pelo autor.

A partir dessa divisão, obtivemos 5 categorias que apresentamos no quadro abaixo. O quadro mostra, também, em que momento as categorias foram encontradas e o que está sendo avaliado:

Categoria	Momento Didático	O que analisamos com a categoria
O jogo como ponto de partida é rico em senso comum	Juri Simulado	A relação do estudante com o conceito científico no momento do jogo
O jogo teatral atuando na unidade afeto-cognitiva do estudante	Juri Simulado	A relação do estudante com o professor depois do jogo e sua influência na aprendizagem do

		conhecimento científico. A categoria avalia como a FPS “Sentimento” que pode ser mobilizada com o Jogo
O episódio histórico ajudando a construir generalizações acerca do conteúdo científico	Exposição dialogada usando o episódio histórico	A relação entre o episódio histórico e a construção de generalizações. Avaliamos, também, a relação com o desenvolvimento da FPS “Pensamento”
A História da Ciência Possibilitando Questionar o discurso de autoridade e as Escolhas dos Cientistas	Exposição dialogada usando o episódio histórico	A relação entre o episódio histórico usado na sala de aula, a apropriação do conceito científico e o desenvolvimento do Pensamento como FPS
Abordagem Contextual como recurso mnemônico para os estudantes	Exercício feito pelos alunos em grupo	A relação entre o desenvolvimento da Memória Voluntária e a Abordagem Contextual em Sala de aula

Quadro 6: Apresentação das categorias e seus objetos de análise
Fonte:

O objetivo desta tabela é evidenciar o que será mostrado no capítulo seguinte, de modo a tornar a discussão dos resultados mais clara e dar ao leitor mais familiaridade com as categorias.

CAPÍTULO 5—FAÇAM SUAS APOSTAS, OS DADOS SERÃO LANÇADOS: RESULTADOS E DISCUSSÕES

Não há entrada já aberta para a ciência e só aqueles que não temem a fadiga de galgar suas escarpas abruptas é que têm a chance de chegar a seus cimos luminosos

O capital- Karl Marx

Rainha: Parece-me que a dama promete demais.

Hamlet: Ah, mas ela vai cumprir a promessa.

Hamlet- Shakespeare

Neste capítulo apresentaremos os resultados obtidos na pesquisa. Começaremos, para atender ao primeiro objetivo, apresentando e discutindo as categorias que foram construídas a partir dos dados empíricos e que, a nosso ver, descrevem como a abordagem contextual lúdica contribuiu para aprendizagem do equilíbrio químico na sala de aula. Fundamentaremos cada categoria trazendo episódios da sala de aula. Os nomes dos alunos apresentados nos episódios são fictícios e foram escolhidos por eles ao assinarem o termo de consentimento.

Categoria 1: O Jogo como Ponto de Partida é Rico em Senso Comum

Essa categoria surgiu a partir da análise dos dados que compuseram a montagem do júri e sua execução. Percebemos que mesmo tendo informações científicas no texto fornecido para elaboração do jogo (Ver Apêndice A, p. 4), as discussões do júri ficaram centradas em aspectos da vida do cientista (suicídio da esposa, se ele tinha ou não amante, como ele se relacionava em casa, quem eram seus amigos). Não houve menção direta no jogo sobre questões éticas da ciência ou do conteúdo da síntese da amônia, ficando a discussão carregada de senso comum e bem próxima do que os estudantes vivenciam no seu cotidiano. O episódio que segue consegue ilustrar o que foi dito acima:

Os alunos estão no meio do julgamento fictício de Fritz Haber. Neste momento do jogo, eles estão entrevistando uma testemunha fictícia de defesa que eles dizem ser a secretária de Fritz Haber. A testemunha é interpretada pela aluna Joana. As advogadas de defesa e acusação são representadas pelas alunas Márcia e Andréa, respectivamente. O professor assume o papel de Juiz:

Márcia: O seu relacionamento com ele (Fritz Haber) era profissional?

Joana: Sim, o pessoal tinha como se eu fosse amante dele, mas não ocorreu, nunca existiu nenhum caso meu com Fritz Haber

(Muitos alunos rindo e conversando)

Professor: Ordem no tribunal!!

Márcia: A mulher dele chegou a ter alguma conversa com você em relação a isso?

Joana: Não, ela conversava comigo normalmente, mas ela não tinha nenhuma desconfiança.

Professor: Obrigado, Márcia. A promotoria gostaria de fazer alguma pergunta à testemunha?

Andréa: Sim. Você poderia contar como começou sua história com Fritz Haber?

O resultado do jogo já era, de certo modo, esperado. O aluno tende a sozinho caminhar para aquilo que está mais próximo àquilo que é concreto em suas relações. O aluno traz consigo no começo do processo educativo uma percepção de senso comum, empírica, um tanto confusa em que tudo aparece como natural (GASPARIN, 2007). “Os conteúdos não interessam a priori e automaticamente, aos aprendentes” (GASPARIN, 2007, p. 17).

Não se pode esperar que no início do processo o aluno teça comentários a respeito da ciência ou que ele **sozinho** avance em direção ao conhecimento científico. Aqui está o grande perigo, já apontado nos capítulos anteriores, de se parar o processo educativo no ato de jogar: O aluno encontra-se ainda rico em senso comum e estabeleceu pouca ou nenhuma relação com o conhecimento científico. É preciso ir além do imediato, é preciso que o aluno se aproprie do conhecimento científico.

O jogo como ponto de partida tem como função pedagógica reconhecer a realidade psicológica do educando, tentando captar aquilo que psicologicamente ele já tem desenvolvido ou, em termos vigotskianos, aquilo que se encontra no seu nível de desenvolvimento atual.

O saber das crianças e dos adolescentes baseado no senso comum pode contribuir para a estruturação da atividade pedagógica. O jogo pode ser uma maneira prazerosa de levantar essas concepções sem que os alunos se sintam julgados ou amedrontados.

Mais uma vez ratificamos: não se pode parar o percurso pedagógico no jogo, sob o risco de sairmos de um senso comum para um senso comum discutido. A experiência cotidiana evidenciada no jogo e mostrada através dos dados empíricos é importante e deve ser levada em conta, mas é preciso caminhar para o desenvolvimento conceitual. Encontramos subsídios para reforçar essas afirmações em Facci (2004, p. 235):

[...] sem dúvida alguma, a experiência da vida cotidiana da criança deve ser levada em conta no processo ensino-aprendizagem, no entanto o professor deve agir na reestruturação qualitativa deste conhecimento espontâneo, levando o aluno a superá-lo por meio da apropriação do conhecimento científico-teórico. Na relação dialética entre conceito espontâneo e conceito científico percebe-se o desenvolvimento das FPS.

Categoria 2: O Jogo teatral atuando na unidade afeto-cognitiva do estudante.

Quais são, então, as vantagens de se utilizar o jogo teatral como ponto de partida para o ensino? Durante a pesquisa percebemos que os estudantes se aproximaram mais do professor e ficaram mais dispostos a se relacionar com ele e entre si depois do jogo. Percebemos, também, que a atenção nas aulas subsequentes melhorou bastante e que o medo de perguntar se esvaiu. Os dados empíricos para a criação da categoria foram obtidos pelas impressões do professo/pesquisador durante a pesquisa; no entanto, para evitar um subjetivismo exacerbado por parte do pesquisador, analisamos o questionário sobre a ludicidade (Apêndice D), tentando encontrar indícios das impressões apontadas acima. Vejamos o que alguns alunos responderam para a questão 5 do questionário aplicado:

Questão 5- Você acha que trazer o jogo e a história para sala de aula traz vantagens? Quais são elas?

Luciana: Sim, ajudam aos alunos a entender melhor o assunto, dá mais vontade aos alunos participarem da aula.

Michele: Sim. As vantagens são: O melhor entendimento do assunto, melhor forma de comunicação com os alunos, a interação de cada aluno, o trabalho em grupo que ajuda a relação de amizade e é claro uma forma de avaliação legal.

Matheus: Traz sim. A Interatividade do professor com os alunos.

Daniela: acho que sim, acho que iríamos nos comunicar mais.

Luana: Sim, pois eu acho que os alunos conseguiram interagir mais na aula. Perde o medo, sabe.

Marcos: Sim, criou um diálogo na aula, coisa que não tinha.

Como podemos perceber as falas de Luciana, Michele e Matheus ajudam a corroborar as impressões do pesquisador quanto ao melhor relacionamento do professor com a turma e dos alunos entre si.

A fala de Marcos e Luana apontam para aquilo que tínhamos sinalizando antes: A criação do diálogo entre professor a aluno e a diminuição do medo para perguntar.

Não temos dúvida que essa aproximação do aluno com o professor favorece a aprendizagem do conteúdo científico, já que, como já visto, somos uma unidade afetivo-cognitiva. Nas palavras de Martins:

A unidade afetivo-cognitiva é mediadora constante em todas as suas experiências, de maneira que tudo que a constitui é, ao mesmo tempo, objeto do pensamento e fonte de sentimentos. Não é o sentimento que sente nem o pensamento que pensa, quem sente e pensa é a pessoa, e é sobre essa totalidade que incide a educação escolar em todos os seus níveis organizativos (2010, p. 84).

Essa aproximação afetiva com o estudante abre espaço para atuarmos como professores na ZDP, uma vez que, se o aluno gosta e se aproxima do professor, a chance dele querer fazer algo em colaboração com o educador é muito maior.

A FPS “Sentimento” é muito importante e por vezes posta de lado quando se está avaliando a aprendizagem. Ela é capaz de mobilizar todas as outras FPS de maneira ímpar.

Vejamos como o próprio Vigotski (2010, p. 143) mostra a importância das reações emotivas na memória voluntária e no pensamento:

As reações emocionais exercem a influência mais substancial sobre todas as formas do nosso comportamento e os momentos do processo educativo. Queremos atingir uma melhor memorização por parte dos alunos ou um trabalho melhor sucedido do pensamento, seja como for devemos nos preocupar com que tanto uma quanto outra atividade seja estimulada emocionalmente. A experiência e estudos mostraram que o fato emocionalmente colorido é lembrado com mais intensidade e solidez do que um fato indiferente. Sempre que comunicamos alguma coisa a algum aluno devemos procurar atingir seu sentimento. Isso se faz necessário não só como meio para melhor memorização e apreensão mas também como objetivo em si.

O jogo, em geral, tem a capacidade de marcar na memória do estudante o processo didático. Podemos perceber como Luciana faz, na sua fala, referência ao jogo mostrando que este contribui para “dar mais vontade de participar” da aula.

O sentimento não é um agente menor que o pensamento. “O trabalho do pedagogo deve consistir não só em fazer com que os alunos pensem e assimilem geografia, mas também a sintam” (VIGOTSKI, 2010, p. 144) e assim deve ser com qualquer outra matéria, inclusive a química.

Defendemos aqui que o jogo atua diretamente na FPS Sentimento despertando emoções, superando medos e deixando marcas no aprendiz. Essa mobilização afeto-cognitiva traz para a sala de aula essa motivação necessária para que o interesse do aluno aumente.

Precisamos deixar claro que apenas a mobilização afetiva de nada adianta se não inserirmos o conteúdo científico. Ao mobilizar as FPS, no que tange à afetividade, o jogo está preparando o terreno para a entrada do conhecimento científico.

Categoria 3: A História da Ciência Possibilitando Questionar o Discurso de Autoridade e as Escolhas dos Cientistas

Passamos agora para a análise do momento posterior ao jogo. A partir de agora, buscamos no discurso dos estudantes e do professor as referências que eles fizeram ao episódio histórico que começou a ser discutido no jogo e se estendeu como contexto da aula de equilíbrio.

O primeiro episódio que nos chamou bastante atenção foi transcrito a seguir:

O Professor discutia a influência da temperatura em uma reação que está em equilíbrio. Já havia sido discutido que o aumento da temperatura favorece a reação nos dois sentidos da reação, no entanto favorece mais o sentido em que a reação é endotérmica. No que se refere à síntese da amônia, o aumento da temperatura não favorece a formação deste produto, no entanto, por uma questão de cinética, Haber trabalhou com temperaturas relativamente altas (cerca de 400° C.). Sem saber o motivo da escolha de Haber, Matheus faz o questionamento:

Matheus: Oxi, então por que ele (Fritz Haber) não diminuiu a temperatura?

Professor: Boa pergunta, mas... Pessoal, Matheus está perguntando por que Fritz Haber não trabalhou com temperaturas menores que 400° C, alguém tem alguma sugestão?

Matheus: Por que ele não era esperto! (*risos*)

Professor: E ai pessoal, alguém tem alguma sugestão? Por que Fritz Haber trabalhou com 400° C e não com temperaturas menores?

Matheus (*balançando a cabeça inconformado*): Não tem sentido... o cara não era esperto mesmo!

Marcos (*fala baixo e rindo*): Por que ele é burro!

Esse episódio nos chama atenção para a importância da abordagem contextual para ajudar a desmistificar o papel do cientista diante dos estudantes do ensino médio. O cientista que, em geral, assume um papel de super-herói, onipotente e gênio passa a ser visto como um ser humano que pode errar e que por muitas vezes pode não ser “esperto” (ver a fala de Matheus e Marcos). É óbvio que não se trata de denegrir a imagem do cientista e incentivar posturas que o coloquem como um ser irracional, mas com a abordagem contextual o professor precisa dar argumentos para convencer o aluno e não pode, simplesmente, usar o argumento “o cientista disse”, é preciso argumentos teóricos mais consistentes, uma vez que a imagem de um cientista como um ser que não erra é destruída.

Temos clareza que, ao se sentir capaz de questionar o pensamento do cientista, o aluno está se colocando em uma postura favorável à aprendizagem. Já trouxemos essa citação nesse trabalho, mas aqui vale à pena repeti-la, pois relaciona muito bem a desmistificação do cientista e da aprendizagem:

Essa aproximação entre alunos e cientistas famosos pode conduzir à percepção de que não é preciso ser gênio para aprender ciência, que o conhecimento científico começa com um ato comum e possível a todos: pensar. A constatação da possibilidade de acesso às ciências pode conduzir à necessidade dos alunos se envolverem ativamente no processo de aprendizagem (SILVA, 2002, p. 118).

Não há dúvida que os estudantes que questionaram a postura do cientista puderam estar mais engajados no processo de aprendizagem, uma vez que se sentiram aptos a pensar e discordar das opiniões/decisões de membros da ciência.

O episódio permite inferir que a abordagem contextual faz com que o aluno sinta-se capaz de pensar, uma vez que o discurso de autoridade do cientista é maculado e, portanto, para o professor convencê-lo de algum conteúdo terá que usar argumentos lógicos.

Depois da explicação sobre os motivos de Fritz Haber trabalhar com a temperatura de 400° C, vejamos o que Marcos e Matheus falaram:

<p>Professor: E aí, ele (Fritz Haber) era esperto? Matheus: Era esperto, mas se fosse pela temperatura tava errado. Marcos: Mas tem que olhar outras coisas, né professor? Professor: É sim, mas vocês têm que discordar mesmo, o cientista também pode errar.</p>

Como já dissemos, não se trata de sustentar a ideia de que o cientista está errado ou não. É preciso explicar as razões do cientista para suas escolhas, mas é preciso apontar que o cientista é humano e que pode sim errar. O professor retrata bem isso na sua última fala.

Esse episódio pode nos mostrar como a inserção da Abordagem Contextual lúdica na sala de aula pode ajudar a desenvolver a FPS do pensamento. O pensamento “não é outra coisa senão a participação de toda a nossa experiência na solução de uma tarefa corrente” (VIGOTSKI, 2010). À medida que o aluno usa seu conhecimento lógico e estruturado para questionar a visão do cientista ele está usando o conhecimento científico aprendido e aplicando em outro contexto, diferente do exposto pelo professor. Isto quer dizer que ele está recorrendo a sua experiência para pensar em aspectos do presente.

Neste caso, podemos afirmar que o uso da história criou uma contradição teórica para o aluno, que o fez refletir, tomar consciência do que ele sabia e questionar a visão do cientista. O uso de episódios que coloquem o conhecimento do aluno em xeque pode ser um meio para

o professor perceber se o aluno captou conceito pelo pensamento ou apenas pela memória (VIGOTSKI, 2009).

Trazer um episódio histórico que permita ao estudante usar seu conhecimento científico, de modo a questionar as escolhas dos cientistas parece ser uma alternativa para o desenvolvimento da FPS pensamento, uma vez que favorece o desenvolvimento da abstração e da generalização, o que provoca o aperfeiçoamento das operações lógicas, levando o estudante a apropriar-se do conhecimento com um grau cada vez maior de iniciativa própria e independência.

Chamamos atenção para o fato de que nesse caso foi o aluno que fez a pergunta de modo a criar essa aparente contradição que surge entre o pensamento do cientista e os conceitos aprendidos, mas devido à importância deste episódio para o desenvolvimento do pensamento sugerimos que, caso o aluno não demonstre essa curiosidade, o professor faça isso levantando, ele mesmo, as questões de modo a exigir que o estudante pense a respeito e utilize os conceitos científicos na sua resposta³³.

Categoria 4: O episódio histórico ajudando a construir generalizações acerca do conteúdo científico.

Para a explicação desta categoria, vamos começar descrevendo o episódio que nos ajudou no processo de elaboração da mesma.

³³ Já havíamos planejado fazer o questionamento sobre essa aparente contradição da temperatura, como é possível ver no apêndice A.

O professor estava explicando a influência da retirada do produto ou reagente para uma reação em equilíbrio. Ele usava, para a explicação, o exemplo genérico:



Professor: Se eu retiro C eu não favoreço a formação dos reagentes A e B porque C e D não poderão se chocar para se tornar A e B. Agora alguém vai me explicar por que Fritz Haber retirava a amônia do processo Haber-Bosch.

Luciana: Eu não entendi nada!

Professor: Nada? Vamos lá. Você lembra do processo da amônia? O que Fritz Haber disse que tinha que fazer com a amônia?

Luciana: Tirava

Professor: Tirava o quê ?

Luciana: A amônia

Professor: Por que ele fazia isso?

Luciana (olhando para o caderno): Para a amônia não virar é... Nitrogênio e Hidrogênio

Professor: Agora pense em $A + B \rightleftharpoons C + D$. Por que eu retiro C?

Luciana: Ah! Pra não virar A e B se ele se bater com D

O que vemos nesse episódio, é que o professor começa sua explicação a partir de uma generalização e pede que os estudantes expliquem um caso específico. No entanto, percebemos que uma aluna não entende o conteúdo apresentado e ele opta por traçar o caminho inverso, saindo do exemplar para a generalização. Esse caminho pareceu mais promissor, uma vez que a aluna respondeu o questionado e pareceu entender o conteúdo.

Se analisarmos esse episódio em termos da psicologia sociocultural podemos dizer que o professor começou a explicação dessa parte do conteúdo usando um alto grau de generalização. Quando ele opta por usar A, B, C e D para representar reagentes e produtos, ele não está falando de uma reação específica, ele está falando de qualquer reação em equilíbrio, ou seja, ele não está usando o exemplar, o concreto. Na escola, o aluno precisa chegar a nesse nível máximo de generalização, pois o conceito não pode ser uma imagem concreta e sensorial, ele precisa ser uma imagem abstrata que funciona no pensamento, em estreita relação com a palavra (NUÑEZ, 2009).

Vigotski (2009) usa o exemplo da matemática para explicar esse fenômeno, afirmando que o aluno aprende a lidar com álgebra e se liberta da “concretude” dos números e tem liberdade para fazer diversas operações. Chegar a altos níveis de generalização não é uma

tarefa fácil, uma vez que é necessário livrar-se, temporariamente, do concreto e encontrar os traços gerais que residem nos fenômenos.

Ainda para Vigotski (2009), os conceitos científicos compõem esse alto grau de generalização e se desenvolvem na escola a partir da sua definição e depois chega nos exemplos concretos. Nuñez (2009) aponta como o conceito científico se desenvolve na escola:

Na escola, o desenvolvimento do conceito científico começa pelo trabalho com o próprio conceito em si, por sua definição discursiva, seguido de atividades que pressupõem o uso consciente de atributos que compõem a definição do conceito na solução de diversas tarefas, tais como identificar, comparar, classificar, que são procedimentos relacionados à definição de conceito (p. 42).

No entanto, a partir dos nossos dados empíricos, podemos propor um caminho diferente. Parece-nos que começar do exemplar e chegar à máxima generalização é um caminho promissor, principalmente quando se trata do equilíbrio químico. Podemos também inferir que, como o exemplo usado para explicar foi trabalhado dentro da ACL, os alunos estão mais familiarizados com ele e mais envolvidos, o que facilitou o caminho para a generalização.

É preciso destacar, no entanto, que começar com o exemplo pode ser um empecilho para atingir a mais alta generalização. Quando o exemplo é bastante trabalhado e fixado, como foi o caso do episódio histórico dessa sequência didática, o aluno pode, involuntariamente, não caminhar para a máxima abstração. Para ilustrar esse fato, trazemos a resposta de dois alunos na prova que elaboramos para o fim da unidade. A questão que eles tinham que responder era: **Quando podemos dizer que uma reação entrou em equilíbrio?**

Pedro: “Quando em certo momento a velocidade com que nitrogênio e hidrogênio transforma-se em amônia é igual a velocidade que transformando a amônia em nitrogênio e hidrogênio”

João: “É quando é igual a rapidez que amônia vira N_2 e H_2 ”

Podemos perceber que neste caso os alunos não respondem com o grau de generalização adequado fixando-se no exemplar. Eles se mantêm no exemplo da abordagem histórica. O professor deve ficar atento ao usar o exemplo da história, ou qualquer outro, porque o aluno pode ficar restrito ao empírico. É preciso que o educador fique atento, caso

utilize o caminho do exemplar para a generalização, para que os estudantes avancem para o pensamento teórico elevado.

Podemos destacar aqui a função dessa categoria no desenvolvimento do pensamento. Quando se chega à adolescência, em condições sociais adequadas, o estudante ganha a possibilidade de pensar utilizando conceitos. O salto do seu psiquismo, neste momento, é bastante pronunciado, devido à grande capacidade de generalização que este possui, de modo que ele pode se “libertar” do exemplar, do concreto.

Tudo aquilo que era ao princípio exterior- convicções, interesses, concepções de mundo, normas éticas regras de conduta, inclinações, ideais, determinados esquemas de pensamento- passa a ser interior porque o adolescente, devido ao seu desenvolvimento, maturação e à mudança do meio, se lhe apresenta a tarefa de dominar um conteúdo novo, nascem nele estímulos novos que lhe impulsionam ao desenvolvimento e aos mecanismos formais de pensamento (VIGOTSKI, 1996 *apud* FACCI, 2004, p. 221).

Sendo assim, uma vez que o adolescente já pode se apropriar do mundo utilizando as máximas generalizações, cabe à escola trabalhar para que ele atinja tal grau de desenvolvimento da FPS do pensamento. Destacamos que o episódio histórico, neste momento, ajudou a construir generalizações na cabeça de Luciana e isso pode ser uma forma de ver o potencial de um exemplar histórico na aprendizagem de conceitos.

No entanto, também vimos que sem o devido cuidado o uso constante de um exemplar para explicar ao aluno o conceito pode fazê-lo não migrar para a máxima generalização. Para o máximo desenvolvimento das FPS, isso não pode acontecer. O professor não pode ceder a essa situação e tem que ficar atento para elevar todos ao conceito mais geral.

Nós só nos convencemos do desenvolvimento do conceito científico quando ele se tornou o próprio conceito da criança. A plenitude da generalização consiste em que nela existe não só inícios do próprio objeto mas uma ligação com outros objetos. Se em determinada rede de relações eu incluo alguma coisa nova, imediatamente eu compreendo isso (VIGOTSKI, 2010, p. 540).

Só com as máximas generalizações é que o estudante conseguirá desenvolver de fato seu pensamento conceitual, estabelecendo nexos e relações para a compreensão da realidade.

O pensamento em conceito é o meio mais adequado para conhecer a realidade porque penetra na essência interna dos objetos, já que a natureza dos mesmos não se revela na contemplação direta de um ou outro objeto isolado, senão por meio de nexos e relações que se manifestam na dinâmica

do objeto, em seu desenvolvimento vinculado a todo o resto da realidade. O vínculo interno das coisas se descobre com ajuda do pensamento por conceitos, já que elaborar um conceito sobre algum objeto significa descobrir uma série de nexos e relações do objeto dado com toda a realidade, significa incluí-lo no complexo sistema dos fenômenos (VIGOTSKI, 1996 *apud* FACCI, 2004, p. 222).

Aqui vale uma crítica ao trabalho realizado em sala de aula. Só foi possível perceber que os alunos não atingiram o grau de generalização adequado ao final do processo com a avaliação. É preciso que o professor use de estratégias ao longo do percurso, de modo a identificar essa ausência de generalização.

Precisamos salientar que no episódio citado em que Pedro e João não generalizam, eles utilizaram explicações adequadas para o fenômeno, ainda que no nível do exemplar; isso mostra que o jogo, de algum modo, contribui para que eles registrem na memória alguns conceitos de equilíbrio.

Além do mais, nenhum conceito é estático. Quando o aluno aprende um conceito novo, através da palavra, trata-se de uma generalização do tipo elementar que vai se tornando mais complexa com o uso e com as exigências do meio (VIGOTSKI, 2009). Queremos dizer com isso que os estudantes citados acima ainda estão na fase inicial da aprendizagem do conceito, mas isso não invalida os avanços alcançados por eles nem o potencial da ACL para ajudar a construir generalizações.

Categoria 5: A abordagem contextual como recurso mnemônico para os estudantes

A memória é um recurso importante para a aprendizagem, uma vez que é através dela que recuperamos elementos aprendidos no passado e usamos no presente (VIGOTSKI, 2001). Vimos que a memória voluntária na adolescência é carregada de lógica e que, portanto, o estudante precisa de elementos teóricos conectados que o ajudem a lembrar de algo.

O uso de signos para ajudar na memorização é fundamental para o desenvolvimento desta como FPS. Se adicionamos elementos que permitem que o aluno encharque sua memória com símbolos e aspectos lógicos, estamos contribuindo para o desenvolvimento dessa função.

Precisamos salientar que, quando estamos defendendo o papel da memória no processo de aprendizagem, não estamos advogando a favor de um ensino puramente memorístico, estamos apenas salientando que a memória é importante, pois é a ela que o

aluno recorrerá para lembrar um conceito ou para usar um elemento que o professor falou em sala de aula para resolver uma situação nova no presente.

A situação abaixo mostra como o professor usa o episódio histórico como um meio para os alunos lembrarem de uma situação discutida na aula e então resolverem uma situação do presente:

Neste momento os alunos estão divididos em grupo, respondendo a uma atividade pontuada e não conseguem lembrar qual a função do catalisador em uma reação química e se este altera o equilíbrio químico. Os alunos chamam o professor e perguntam sobre a função do catalisador.

Professor: Lembra lá de Fritz Haber. Ele colocou o catalisador, mas não aumentou a quantidade de amônia no equilíbrio. O que o catalisador fez?

Matheus: Ele queria aumentar ... o negocio lá... a velocidade da reação. Para ser mais rápido né?

Luciana: Ah! Tinha o gráfico que ele (o professor) fez no quadro

Sibele: Ele (professor) disse que o equilíbrio não se altera

Luciana: Escreve rápido aí, antes que esqueça.

Podemos perceber que o professor, na sua fala inicial, está recorrendo ao episódio histórico como recurso memorístico. Pode-se perceber que no momento em que ele recorreu ao episódio histórico os estudantes começam a lembrar da função do catalisador e isso serviu para que houvesse um desencadeamento de fatos que culminaram com a solução para o problema posto.

A fala do professor, neste momento, apareceu como o elemento que faz o aluno lembrar do conceito discutido na sala de aula. Neste momento a linguagem do professor, fazendo referência ao episódio histórico, faz o mesmo papel de um laço de fita vermelha amarrado no dedo quando queremos nos lembrar de algo, ou seja, tornar-se um elemento externo mediador entre o sujeito e o que se quer lembrar (VIGOTSKI, 2007).

Precisamos ter clareza que a memória tem uma função diferente para os adolescentes. Ela é carregada de lógica. Nas palavras de Vigotski (2007, p. 55)

[...] ao longo do desenvolvimento ocorre uma transformação, especialmente na adolescência. Pesquisas sobre a memória nessa idade mostraram que no final da infância as relações interfuncionais envolvendo a memória invertem sua direção. **Para as crianças, pensar significa lembrar; no entanto, para**

o adolescente, lembrar significa pensar. Sua memória está **tão "carregada de lógica"** que o processo de lembrança está reduzido a estabelecer e encontrar relações lógicas; o reconhecer passa a consistir em descobrir aquele elemento que a tarefa exige que seja encontrado. (grifo nosso)

O uso da ACL mostrou-se eficiente, não simplesmente por despertar a memória do estudante, mas por fornecer elementos que ajudem o estudante a “carregar” sua psique com instrumentos lógicos e assim desenvolver a FPS do pensamento.

Não há como não destacar o papel do professor neste processo de aprendizagem. Neste episódio, os alunos não conseguiram, com apenas o conteúdo que dispunham no momento, responder à questão proposta, mas com uma “dica” do professor os estudantes resolvem o problema posto. Podemos dizer, então, que esta atividade encontrava-se na ZDP dos estudantes e que estes, com ajuda do professor, puderam resolver o problema.

Esse episódio apenas reforça o que Facci (2004, p. 241-242) já tinha defendido em relação ao papel do professor na aprendizagem e no desenvolvimento das FPS, a saber:

O professor, nesse sentido, deve estruturar atividade pedagógica de tal forma que oriente o conteúdo e os ritmos de desenvolvimento das FPS (...). O conceito vigotskiano de zona de desenvolvimento próximo transforma a relação de autoridade do professor com o aluno, e mesmo o papel da interação no processo de aprendizagem, uma vez que confere ao professor a **função principal de ensinar, de dirigir o processo educativo, com a finalidade de potencializar as possibilidades do aluno, de forma que converta em desenvolvimento atual aquilo que estava na zona de desenvolvimento próximo.** (grifo nosso)

Atuar na ZDP é o caminho para que os estudantes desenvolvam-se ao máximo (VIGOTSKI, 2010; DUARTE, 2007) e nos parece que ACL contribuiu para isso dando elementos para que o professor pudesse resgatar a memória voluntária do aluno.

5.1 BUSCANDO RELAÇÕES ENTRE AS CATEGORIAS E TECENDO ALGUMAS HIPÓTESES

Até agora apresentamos as categorias de maneira isolada. Tentaremos agora dar uma visão mais holística do processo mostrando algumas articulações possíveis entre as categorias, de modo a pensar nas possíveis relações entre elas.

Para facilitar nossa tentativa de articulação entre as categorias, retomamos a esquematização de pontos centrais do percurso didático, mostrando em quais momentos pedagógicos as categorias foram construídas. Vejamos o esquema:

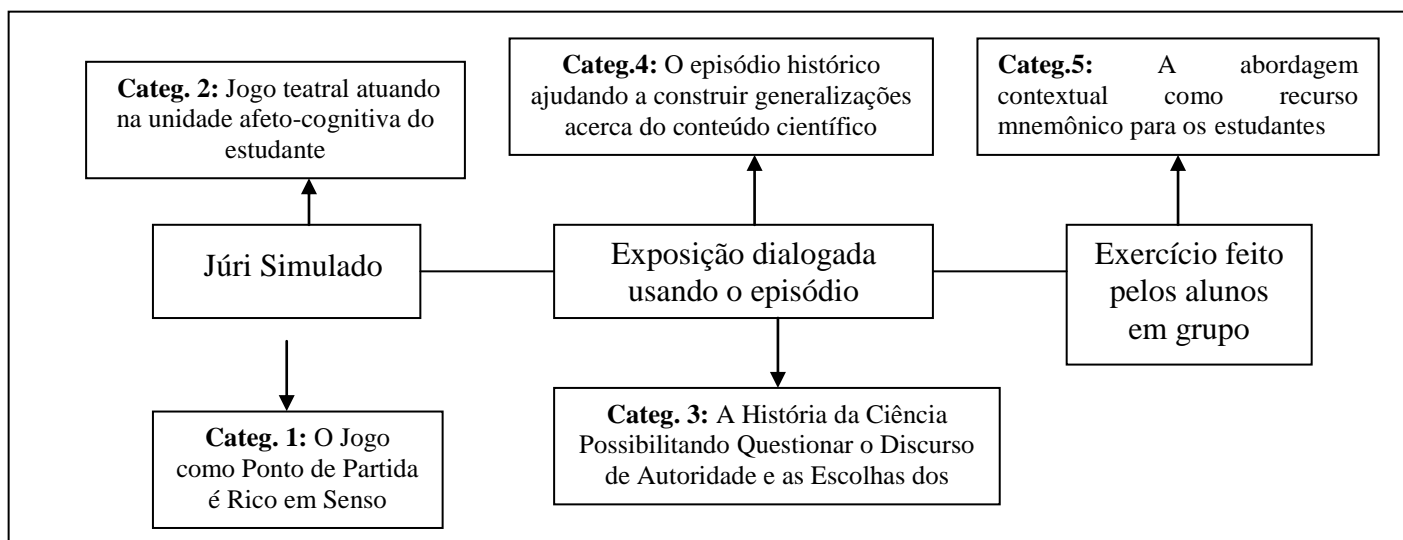


Figura 7: Esquema que relaciona as categorias no percurso pedagógico
Fonte: Elaborada pelo autor

A partir desse esquema que montamos, podemos tecer algumas hipóteses em relação às categorias apresentadas. A 1ª hipótese é que as categorias 1 e 2 foram fundamentais para o aparecimento das categorias 3 e 4. Entendemos que tanto a riqueza do senso comum presente no jogo quanto a relação afetiva entre o professor e o estudante desenvolvida durante o jogo foram fundamentais para que o aluno tivesse a liberdade para questionar o discurso científico (categoria 3) e também foi fundamental para que o professor pudesse usar o exemplo com mais familiaridade, de modo a conduzir o estudante à máxima generalização do conceito (categoria 4).

Precisamos salientar um aspecto importante. É comum alguns críticos da pedagogia crítica afirmarem que a defesa do conhecimento científico implica em desvalorização do senso comum (SAVIANI, 2008b). Podemos ver claramente que o senso comum, as concepções iniciais e os aspectos do cotidiano são fundamentais para o desenvolvimento da proposta didática, mas eles devem ser ponto de partida. O senso comum servirá para que o professor atue sobre ele e proporcione ao aluno apropriar-se do conhecimento científico. Temos clareza e nos parece razoável essa perspectiva que mostra a importância do senso comum, mas como já defendemos em outras partes do trabalho, parar nele é um erro e um prejuízo muito grande para a humanização dos nossos alunos.

A categoria 4 ter aparecido por último na sequência didática nos leva a conjecturar uma outra hipótese: A abordagem contextual mantém sua influência na aprendizagem até o fim do processo educativo e não se restringe apenas ao momento em que foi aplicada. Mesmo a atividade em grupo tendo sido feita usando outros contextos, os alunos e o professor podem recorrer ao conteúdo trabalhado na abordagem contextual, mostrando sua eficiência no fim do processo, principalmente no que tange à memória.

A análise do esquema apresentado nos permitiu entender que o processo de aprendizagem do conteúdo de equilíbrio químico não é algo linear e que precisa ser reforçado pelo professor ao longo do processo de aprendizagem em sala de aula. Percebemos que aspectos que já tinham sido discutidos na exposição dialogada tiveram que ser retomados pelo professor na atividade em grupo. Foi essa retomada de conteúdo que deu origem à Categoria 5.

Em relação às FPS também é preciso fazer algumas análises do processo como um todo. Avaliamos isoladamente as 5 categorias e vimos que as FPS desenvolvidas nesta ACL foram: sentimento, memória e pensamento. No entanto, temos que lembrar que o processo de desenvolvimento humano não é fragmentado, o desenvolvimento de uma FPS implica no desenvolvimento de todas as outras, como nos afirma Vigotski (2010, p. 325-326)

(há uma) interdependência e interligação entre as funções psíquicas isoladas, envolvidas predominantemente quando se estuda essa ou aquela disciplina; assim graças a uma base comum a todas as funções psíquicas do tipo superior, o desenvolvimento da atenção arbitrária e da memória lógica, do pensamento abstrato e da imaginação científica **transcorre como um processo complexo e uno**; há tomada de consciência e a apreensão são essa base comum a todas as funções psíquicas superiores cujo desenvolvimento constitui a nova formação básica da idade escolar.

Tamanha é a interdependência destas funções que pudemos perceber ao fim do processo como os alunos estavam mais atentos às aulas e conseguiam ficar mais tempo sentados e participando da discussão do que no início da sequência didática. Isso indica que, ao final do processo, tivemos avanços nas funções psíquicas superiores da atenção voluntária e do comportamento volitivo, mostrando os resultados promissores que a ACL pode ter para o desenvolvimento omnilateral dos estudantes.

Destacamos também que a maior parte das categorias aqui postas teve como função o desenvolvimento do pensamento. Isso nos parece bastante relevante, pois o desenvolvimento desta função é difícil, principalmente com estudantes que têm dificuldades que foram trazidas de outras etapas de escolarização.

Desenvolver o pensamento é fundamental para a expansão da atividade cognitiva e certamente abre portas para o desenvolvimento das outras FPS. O desenvolvimento desta função permite ampliar a visão de mundo do aluno, de modo que ele possa ir além da sua experiência imediata. Nas palavras de Lúria (1990, p. 35):

O pensamento conceitual envolve uma enorme expansão das formas resultantes da atividade cognitiva. Uma pessoa capaz de pensamento abstrato reflete o mundo externo mais profunda e completamente e chega a conclusões e inferências a respeito do fenômeno percebido, tomando por base não a sua experiência pessoal, mas também os esquemas de pensamento lógico que objetivamente se formam em um estágio avançado do desenvolvimento da atividade cognitiva.

Por fim, ressaltamos que o desenvolvimento das FPS é algo complexo e que, simplesmente, uma atividade envolvendo equilíbrio químico não será suficiente para garantir as aquisições que foram obtidas neste processo. É preciso que as conquistas psíquicas obtidas neste momento sejam reforçadas para que, enfim, possam ser de fato incorporadas à natureza humana dos alunos.

5.2 AS CONCEPÇÕES DOS ESTUDANTES SOBRE ALGUNS ASPECTOS DA NATUREZA DA CIÊNCIA

Este tópico dos resultados está relacionado com o segundo objetivo da pesquisa, que avalia se as concepções dos estudantes sobre alguns aspectos da ciência mudaram ao longo do jogo. Para atingir tal objetivo, os alunos responderam a 3 questões que serão avaliadas neste momento. Como já dissemos, o questionário foi aplicado 2 vezes: Uma vez antes do jogo e a segunda vez logo após o jogo se encerrar. No entanto, na aula seguinte ao jogo, o professor discutiu alguns aspectos da natureza da ciência e pediu que os alunos revissem as suas respostas e se quisessem modifica-las fizessem isso no papel à parte. Optamos por analisar apenas os questionários dos alunos que participaram dos 3 momentos: O pré-teste, pós-teste e a revisão das respostas. Dos 3 momentos participaram 10 alunos.

Para a análise das 3 questões, reproduzimos os resultados em quadros apresentando suas respostas nos 2 momentos e acrescentando, em outra coluna, as modificações que alguns fizeram após a aula. Vejamos o quadro para a 1ª Questão:

1ª Questão: O que você pensa sobre ser cientista?			
Alunos	Pré-teste	Pós-teste	Modificação
Matheus	Anticristão e estudioso	É ser estudioso, curioso e com pouca fé em Deus	—
Carlos	É fazer descoberta e criações	É estudar e fazer descobertas	—
Rosa	Pessoa que trabalha pesquisando coisas novas	É buscar respostas que venham melhorar/piorar a nossa vida/ou a vida própria ou pelo menos tentar resolvê-las	—
Luana	Que estuda e pesquisa respostas para muitas coisas e descobertas	Um pesquisador e criador	Uma pessoa comum como qualquer outra que através de estudo se tornar um cientista
Luciana	É um pesquisador que vai fundo no que pesquisa e no final o trabalho é concluído com sucesso.	É estudar sobre uma coisa e ser ser humano antes de tudo	—
Neymar	É um grande descobridor de cada ser, fórmulas e as leis da física	É uma pessoa que se esforça para estudar sobre o que ela deseja descobrir	—
Daniela	Um louco que tenta achar conclusões para cada coisa pesquisada por ele.	Um homem que procura descobertas de coisas quase impossíveis	Ser cientista é fazer descobertas e ajudar a sociedade em geral.
Marcos	Pesquisar, estudar, analisar, inventar	Um homem que estuda teses, teorias, sobre o universo em geral	—
Maiana	É um homem com muita inteligência e capacidade	É um homem como qualquer outro	É um homem como qualquer outro que trabalha tem esposas e filhos.
Mariana	Pessoa que faz experimentos e descobertas	Uma pessoa que estuda e faz descobertas	—

Quadro 7: Respostas dos alunos a 1ª questão sobre natureza da ciência

Fonte: Elaborada pelo autor.

É possível perceber, através dos dados do pré-teste, que alguns estudantes ainda mantinham uma imagem ingênua a respeito do que é ser cientista. Como podemos ver nas

respostas de Matheus, Daniela e Maiana, o cientista ainda parece como um sujeito que é super inteligente, que não pode ter religião ou que é louco. Destacamos também neste quadro a concepção inicial de Luciana que entende que o trabalho do cientista deve dar certo no final, sem possibilidades de erros. Concordamos com Kosminsky e Giordan, que a mídia tem um papel enorme na concepção de senso comum que estes alunos trazem para sala de aula. Nos meios de comunicação os cientistas estão sempre aparecendo como sujeitos inteligentes e trazendo seus sucessos à tona. Os estudantes ficam com a impressão que é assim que a ciência funciona.

Após o jogo, percebemos que algumas concepções mudaram. Os alunos já começaram a pensar no cientista como um homem curioso, que busca respostas e pode ser igual a outro homem qualquer (como aponta Maiana na sua escrita).

Na escrita de Daniela, ainda aparece a ideia de um cientista que está buscando coisas quase impossíveis, como se ele detivesse um certo poder especial. Parece-nos que depois da mediação do professor sua concepção sobre o que é ser cientista mudou.

Precisamos destacar também o que Maiana escreveu na aula após a mediação do professor. No intuito de refinar sua resposta ela aponta que o cientista é um homem comum e que pode inclusive ter esposa e filhos. Não descartamos o avanço na sua concepção de cientista, mas chamamos atenção que essa visão carrega um pouco de machismo. Parece-nos que ao fim do processo Maiana ficou com a concepção de que só homens podem ser cientistas.

Podemos então passar para a próxima questão do questionário, que trata acerca da descoberta científica. Como no texto do jogo os alunos tinham a explicação de que Haber, para sintetizar a amônia, precisou de trabalho em equipe e tecnologia, entendemos que esta questão seria interessante de ser investigada, de modo a perceber se após o jogo essas questões seriam incorporadas. Vejamos o quadro para a questão 2:

2ª Questão: O que é necessário para se fazer uma descoberta científica?			
Alunos	Pré-teste	Pós-teste	Modificação
Matheus	Estudo e vontade	Verba, pressão externa, competência por parte do cientista e dos encarregados das pesquisas	—
Carlos	Estudo, interesse e conhecimento	Estudo e Pesquisa	—
Rosa	Pesquisa, análise, uso de métodos e etc.	Um motivo histórico ou em benefício próprio, método científico e pesquisa	Motivos sociais, externos e ajuda de outros profissionais de outras áreas de trabalho para a realização de uma descoberta científica. E local que favoreça essa descoberta
Luana	Muita dedicação, habilidade, estudo e trabalho	Estudo, pesquisa e trabalho	—
Luciana	Estudar, pesquisar, saber da origem e acreditar que você pode	Força de vontade e de equipamentos apropriados	Não basta ter apenas ideias é necessário de materiais especializados.
Neymar	Estudar sobre tudo e muito	Estudar muito pelo que a pessoa está querendo descobrir	—
Daniela	De provas concretas do que está pesquisando, de equipamentos e de um laboratório equipado	Equipamentos especializados	Ter conhecimento e equipamentos especializados
Marcos	Laboratório, testar seu conhecimento com base nas teorias concretas	Foco no que quer descobrir, objetivo dessa descoberta e estudo	Estudo, material, uma equipe e dedicação
Maiana	Muito estudo e competência	Estudo e competência	Estudo, determinação e saber o que vai pesquisar
Mariana	Materiais específicos	Materiais específicos	—

Quadro 8: Resposta dos alunos a 2ª questão sobre natureza da ciência

Fonte: Elaborado pelo autor.

Neste caso, as concepções iniciais revelam que para a maioria dos estudantes a descoberta científica depende dos estudos e da vontade do cientista. Apenas Marcos e Mariana apontam para a base material necessária para se construir ciência, apontando a necessidade de laboratórios e materiais específicos. Rosa também faz referências na sua resposta ao uso de métodos como pertencente a uma descoberta científica.

No pós-teste podemos perceber que alguns alunos mudaram sua compreensão. A resposta de Matheus se mostra bem menos ingênua a respeito da atividade científica. Luciana e Daniela já começam a mencionar o aspecto material da ciência. No entanto, a ideia de trabalho em equipe não fica muito evidente e nos parece que os outros alunos citados, apesar de alguma melhora, não avançam tanto na compreensão da atividade científica.

No entanto, percebemos aqui que a mediação do professor foi importante, uma vez que depois da aula de síntese os alunos perceberam aspectos que não tinham pensado e reelaboraram suas respostas, avançando para uma compreensão mais adequada da natureza da ciência. Esse avanço, como pode ser visto no quadro, aconteceu com Rosa, Marcos, Daniela e Luciana.

Por fim, passamos para análise da última questão. Neste momento, queríamos ver se os alunos conseguiam avançar sua compreensão de modo a entender que a ciência é uma instituição que, como todas as outras instituições, sofre influências externas (políticas, econômicas, históricas etc.) e, portanto, não se encontra em uma “torre de marfim”. Vejamos a tabela com as respostas e a questão elaborada para o levantamento das concepções que abordam este aspecto:

3ª Questão: Algumas pessoas acreditam que a ciência sofre influências externas (políticas, econômicas, sociais ou outras). Outras pessoas acreditam que a ciência é universal e, portanto não é afetada por influências externas. Com que ideia você concorda? Justifique			
Alunos	Pré-teste	Pós-teste	Modificação
Matheus	A ciência é Universal.	Com certeza sofre influências externas, só procuramos respostas quando há perguntas e essas perguntas são feitas externamente por nós cidadãos, por empresários e por outras coisas	—
Carlos	Sofre influência externa	Sofre influência externa	—
Rosa	Influências externas e internas	A ciência sofre influências externas pois como todo “estudo” está sendo relacionado a várias coisas diferentes e dando respostas para essas diversas coisas	Concordo com a primeira ideia de a ciência sofrer influências externas (políticas, econômicas, sociais ou outras) porque ela faz parte da sociedade
Luana	Influenciada pelo dinheiro	Influenciada pelo dinheiro	—
Luciana	A ciência é universal, pois penso que ela venha da natureza e dos animais	A ciência sofre influências externas, pois sofre influências econômicas	A ciência sofre influências externas pois ela não é algo absoluta e é extremamente social e acaba tendo influências.
Neymar	É universal	Sofre influência externa	—
Daniela	Não sei	Sofre externa, por ter que dar conta de todas as influências como política econômica, entre outras	A ciência é influenciada externamente, pois querendo ou não envolve a sociedade.
Marcos	A ciência é universal	A ciência é universal	—
Maiana	Com as duas pois a primeira é certa porque a ciência é influenciada pela economia. Mas por outro lado tem ciência que não é influenciada	A ciência é influenciada pois todas as descobertas tem sentido com alguma coisa da política ou da economia	—
Mariana	A ciência é universal e não é afetada	Concordo que ela sofre influências externas	Eu acredito que sofre influências, pois um cientista no meu ponto de

			ver faz descobertas de acordo com a necessidade da sociedade
--	--	--	--

Quadro 9: Resposta dos alunos a 3ª questão sobre a natureza da ciência
Fonte: Elaborado pelo autor.

Como podemos perceber no quadro acima, antes do jogo, a maioria dos estudantes acreditava que a ciência não sofre influências. Rosa e Maiana consideraram uma certa influência externa, mas não argumentam muito a respeito disso. Luana aponta a influência do dinheiro, mas não tece argumentos sobre isso.

Logo após o jogo, percebemos que todos os estudantes, exceto Marcos, mudaram sua concepção a respeito da independência da ciência do seu contexto social.

É válido chamarmos mais uma vez a atenção que após a mediação do professor, os alunos que ressignificaram suas respostas trazem argumentos mais elaborados (comparando, por exemplo, os argumentos de Mariana antes e depois da mediação).

Percebemos que em todas as três questões analisadas, o jogo contribuiu para mudança das concepções dos estudantes sobre aspectos da natureza da ciência. Ressaltamos, no entanto, que a mediação do professor foi fundamental para que alguns estudantes pudessem refinar suas respostas ou até modificá-las. Não abrimos mão do papel do professor realizando sínteses, uma vez que com sua mediação os alunos podem chegar a patamares de compreensão mais elevados do que sozinhos. Vimos isso com as respostas apresentadas nas 3 tabelas.

CAPÍTULO 6- O JOGO AINDA NÃO ACABOU: FINALMENTE, O QUE HÁ ATRÁS DA CORTINA?

Navegadores antigos tinham uma frase gloriosa:
"Navegar é preciso; viver não é preciso".

Quero para mim o espírito [d]esta frase,
transformada a forma para a casar como eu sou:

Viver não é necessário; o que é necessário é criar.
Não conto gozar a minha vida; nem em gozá-la penso.
Só quero torná-la grande,
ainda que para isso tenha de ser o meu corpo
e a (minha alma) a lenha desse fogo.

Só quero torná-la de toda a humanidade;
ainda que para isso tenha de a perder como minha.
Cada vez mais assim penso.

Cada vez mais ponho da essência anímica do meu sangue
o propósito impessoal de engrandecer a pátria e contribuir
para a evolução da humanidade.

É a forma que em mim tomou o misticismo da nossa Raça

NAVEGAR É PRECISO
Fernando Pessoa

Sendo o fim doce, que importa que o começo amargo fosse?

Bem está o que acaba

Hamlet-Shakespeare

No momento em que estávamos escrevendo o projeto que deu origem a essa dissertação, não tivemos dúvida que o caminho seria árduo. Voltar a defender a transmissão de conhecimentos, a ludicidade como ponto de partida, o professor como detentor de um papel central no desenvolvimento e na humanização dos estudantes e a presença de conhecimentos científicos na escola não foi uma tarefa fácil, principalmente no momento em que vivemos, no qual esses conceitos estão tão *démodé*.

Sob a égide da perspectiva crítica, esse trabalho tentou descrever como ocorre a aprendizagem dos conhecimentos científicos na escola com a inserção da Abordagem Contextual Lúdica. Entendemos neste trabalho como abordagem contextual aquela que entrelaça na prática didática aspectos históricos e filosóficos da ciência e aspectos lúdicos. Usamos também essa pesquisa para investigar se abordagem contextual contribuiria para a mudança da concepção dos alunos sobre alguns aspectos da natureza da ciência.

Falar de aprendizagem dentro de uma perspectiva crítica nos levou a considerar princípios da Psicologia Sociocultural. Foram também os princípios dessa psicologia que nos levou a sustentar a inserção de aspectos lúdicos em sala de aula como um meio de encurtar o caminho, facilitando a aprendizagem pelo estudante.

Seguimos o nosso caminho apresentando alguns pontos sobre o uso da história e da filosofia na sala de aula. Esses aspectos já haviam sido bem trabalhados na literatura e nos restringimos a apenas reforçar alguns princípios sobre o uso dessa abordagem em sala de aula.

O trabalho caminhou de modo que a imersão nos dados empíricos e o diálogo com a literatura nos levou a construir categorias que descrevessem a aprendizagem e o desenvolvimento das FPS dos alunos quando se insere uma ACL na sala. Essas categorias mostram que os estudantes usam o jogo e a história como um recurso para a aprendizagem de modo a reforçar sua memória ou facilitar sua capacidade de generalização do conteúdo aprendido. Vimos também que ACL contribuiu para melhorar a relação entre professor e aluno, e permitiu, também, que o aluno se sentisse apto a desafiar o discurso de autoridade do cientista, assumindo uma postura mais crítica diante do conteúdo apresentado pelo professor.

Ainda com análise das categorias, percebemos que a ACL ajudou no desenvolvimento direto do pensamento abstrato, do sentimento dos estudantes para com o professor e o estudo e a memória voluntária. Vimos também que, como as FPS são interligadas houve, ao fim do processo, um desenvolvimento do comportamento voluntário e da atenção voluntária dos estudantes.

Os resultados também apontaram que o uso da ACL contribuiu para a mudança de concepções dos estudantes sobre a natureza da ciência, mostrando o grande potencial que uma abordagem contextual tem em sala de aula.

Consoante com a teoria, quando estávamos analisando os dados para atender os dois objetivos dessa pesquisa, vimos o papel importante do professor para que o aluno saia do senso comum em direção ao conhecimento científico. Mostramos que tanto na aprendizagem do conteúdo quanto na mudança de concepção de natureza da ciência o professor desempenhou um papel fundamental para a aprendizagem do estudante, atuando diretamente na sua ZDP.

Para finalizar este trabalho, precisamos fazer algumas ressalvas. Temos consciência que o objetivo de descrever a aprendizagem é um objetivo ambicioso demais para este trabalho e por isso não se esgota aqui. As categorias que conseguimos captar neste processo, com certeza, não são as únicas e muitas outras poderão ser construídas a partir de outros trabalhos de pesquisa. Precisamos salientar que esse é um trabalho qualitativo e, portanto, temos a consciência que aquilo que está posto nesta pesquisa poderá não se repetir em outro contexto de sala de aula, o que implica que não temos a pretensão de generalizar as categorias aqui postas. No entanto, queremos que esse estudo possa servir para que professores e outros pesquisadores usem as categorias aqui apresentadas para refletir e melhorar sua prática na sala de aula ou para tentar compreender outros contextos semelhantes.

Chamamos também atenção que, pela inexperiência do pesquisador, algumas questões deixaram de ser avaliadas. Não avaliamos, detalhadamente, os aspectos motivacionais e, portanto, perdemos a oportunidade de saber quais motivos levaram o aluno a estudar. Também não acompanhamos se o aluno caminhou do motivo paralelo do jogo para o motivo da atividade principal, que é o estudo.

Como todo fim de uma pesquisa, esse trabalho nos remete a outras questões como, por exemplo, como se dá a aprendizagem de conceitos científicos associando experimentação e ludicidade? Descrever esse processo à luz da psicologia sociocultural também nos parece interessante, uma vez que ele mescla duas atividades importantes no desenvolvimento do psiquismo que são atividade objetual manipulatória e a atividade de jogos simbólicos.

Entendemos que ao esclarecer o processo de aprendizagem à luz da perspectiva crítica estamos contribuindo para que o professor possa usar recursos como a ludicidade, a história e os experimentos, etc, no sentido de ampliar o arcabouço científico dos estudantes e com isso desenvolver a FPS dos mesmos.

Acreditamos que se entendermos melhor o processo de apropriação dos conhecimentos científicos por parte dos estudantes melhor poderemos articular nossa prática pedagógica no sentido de favorecer uma aprendizagem mais efetiva dos conhecimentos que a humanidade produziu e que devem estar disponíveis na escola.

O que há atrás desta cortina? Que processo de aprendizagem é esse que usa o lúdico e a história na sala de aula? Essas perguntas motivaram a pesquisa e acreditamos que elas foram respondidas parcialmente. Dizemos parcialmente, pois trata-se de um trabalho que está longe de dar conta de um processo tão complexo como aprendizagem, principalmente em tão curto tempo para o mestrado.

O que há atrás dessa cortina? Atrás dessa cortina há outras cortinas a serem abertas por outros pesquisadores que se aventurarão nesta seara do lúdico e da história, atualmente pouco explorada. Ainda há muito a pesquisar para que estes elementos sejam mais bem incorporados na sala de aula.

O jogo ainda não acabou... Aliás, o jogo está apenas começando. Vamos jogar?

REFERÊNCIAS

ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N.G. Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. **International Journal of Science Education**. v. 22, n. 7, p 665-701, 2000.

BAQUERO, R. **Vygotsky e a aprendizagem escolar**. Porto Alegre: Artes Medicas, 1998.

BARBOSA, J.C. **Modelagem matemática**: Concepções e experiências de futuros professores. Tese (Doutorado) Universidade Estadual Paulista, 2001. Disponível em: <www.rc.unesp.br/gpimem/teses.php>. Acesso em: 07 mar. 2012.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 3. ed. Lisboa: Edições 70. 2004.

BENEDETTI-FILHO, E.; *et al.* Palavras cruzadas como recurso didático no ensino de teoria atômica. **Química Nova na Escola**, n. 31, p. 88-96, 2009.

BENSAUDE-VICENT, B.; STENGERS, I. **História da química**. Lisboa: Instituto Piaget, 1992.

BENTLEY, M. L. Improvisational drama and nature of science. **Journal of Science Teacher Education**, n. 11, 2000.

BOAL, A. **Teatro do oprimido e outras poéticas políticas**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1975.

_____. **O arco-íris do desejo**: método Boal de teatro e terapia. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. **Secretaria de Educação Média e Tecnológica**. Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio). Brasília, 1999.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN + Ensino Médio- Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília, 2002.

BRAUND, M. Electric drama to improve understanding in science. **School Science Review**, 81, 1999.

BUDZINSKY, F.K. Chemistry on stage- A strategy for integrating science and dramatic arts. **School Science and Mathematics**, n. 95, 1995.

CARDONA, T.S.; KATZ, E.; ARAÚJO-JORGE T.C. Oficinas de teatro científico. *In:* ARAÚJO-JORGE T. C. (Org.). **Ciência e Arte: Encontros e Sintonias**. Rio de Janeiro: Senac, 2004.

CARVALHO, A.S.; SANTOS, F.P.; SILVA, J.S. A ludicidade e o ensino de química: Metodologia interativa entre alunos de licenciatura em química e os alunos do ensino médio do IFbaiano. *In:* **Anais do XV Encontro Nacional do Ensino de Química**. Brasília, 2010.

CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.

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

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

DELLA FONTE, S.S. Fundamentos teóricos da pedagogia histórico-crítica. *In:* MARSÍGLIA, A.C.G. (Org.). **Pedagogia histórico-crítica: 30 anos**. Campinas, São Paulo: Autores Associados, 2011.

DORION, K. Science through drama: A multiple case exploration of the characteristics of drama activities used in secondary lessons. **International Journal of Science Education**, n 31, 2009.

DUARTE, N. Formação do indivíduo, consciência e alienação: o ser humano na psicologia de A. N. Leontiev. **Caderno Cedes**, Campinas, v. 24, n. 62, abr. 2004.

_____. **Educação escolar, teoria do cotidiano e a escola de Vigotski**. 4. ed. Campinas, São Paulo: Autores Associados, 2007.

_____. O significado e o sentido. *In:* Lev Semenovich Vygotsky: uma educação dialética. **Coleção memória da pedagogia**. Rio de Janeiro: Ediouro. São Paulo; Segmento-Duetto, n. 2, p. 30-37, 2005.

EIDT, N.M.; FERRACIOLI M. U. O ensino escolar e o desenvolvimento da atenção e da vontade: superando a concepção organicista do transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH). *In*: ARCE, A.; MARTINS, L.M. (Orgs.). **Quem tem medo de ensinar na educação infantil?** Campinas, São Paulo: Editora Alínea, 2010.

ELKONIN, D. B. **Psicologia do jogo**. São Paulo: Martins Fontes, 2009.

EL-HANI, C.N. Notas sobre o ensino de história e filosofia da biologia na educação superior. *In*: NARDI, R. (Org.). **A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil**. São Paulo: Escrituras Editoras, 2007, p. 239-315.

FACCI, M.G.D. Os estágios do desenvolvimento psicológico segundo a psicologia sociohistórica. *In*: ARCE, A.; DUARTE, N. (Orgs.). **Brincadeira de papéis sociais na educação infantil**: as contribuições de Vigotski, Leontiev e Elkonim. São Paulo: Xamã VM, 2006.

_____. **Valorização ou esvaziamento do trabalho do professor?**: um estudo crítico-comparativo da teoria do professor reflexivo, do construtivismo e da psicologia vigotskiana. Campinas-SP: Autores Associados, 2004.

FRANCO-MARISCAL, A.; CANO-IGLESIAS, M.J. Soletrando o Br-AS-I-L com Símbolos Químicos. **Química Nova na Escola**, n. 31, p. 31-33, 2009.

FREIRE JR.O. A relevância da filosofia e da história das Ciências para a formação dos professores de Ciências. *In*: SILVA FILHO, W. **Epistemologia e ensino de ciências**. Salvador: Arcádia/UCSal, 2002.

GASPARIN, João L. **Uma Didática para a pedagogia histórico-crítica**. 4. ed. Campinas: Autores Associados, 2007.

GEPEQ (Grupo de Pesquisa em Educação Química: PITOMBO, L.R.M.; MARCONDES, M.E.R (Coords.); VIDOTTI, I.M.; LISBOA, J.C.F.; PORTO, P.A.; ESPIRIDÍÃO, Y.M.). **Interações e transformações III** - a Química e a sobrevivência-atmosfera-fontes de materiais. 2. ed. São Paulo: Edusp, 2000.

GIARDINETTO, J.R.B.; MARIANI, J.M. O lúdico no ensino da matemática na perspectiva vigotskiana do desenvolvimento infantil. *In*: ARCE, A.; MARTINS, L.M. (Orgs.). **Quem tem medo de ensinar na educação infantil?** Campinas, São Paulo: Alínea, 2010.

GIL-PÉREZ, D. *et al.* Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GODOI, T.A.F.; OLIVEIRA, H.P.M.; CODOGNTO, L. Tabela periódica; um super trunfo para alunos do ensino fundamental e médio. **Química Nova na Escola**, v. 32, p. 22-25, 2010.

GRECA, I.M.; FREIRE JR., O. A “Crítica Forte” da Ciência e Implicações para a Educação em Ciência. **Ciência & Educação**. v. 10, n. 3, p. 343-361, 2004.

HEERING, P. Getting shocks: teaching secondary school physics through history. **Science & Education**. n. 9, p. 363-373, 2000.

HENESSEY, G.S. Reader's Theater Scripts, Grades 6-8: Improve Fluency, Vocabulary and Comprehension. 2010. Disponível em:
<http://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=fT-ICqAeTGYC&oi=fnd&pg=PA4&dq=readers+theater+physycs&ots=OBfq0KQWB5&sig=oKCNbLbT5IadQ0lnbg5yM_tOHcs#v=onepage&q=readers%20theater%20physycs&f=false>. Acesso em: 09 jan. 2012.

HODSON, D. Philosophy of science and science education. *In*: MATTHEWS, M.R. (Org.) History, Philosophy and Science Teaching: Selected Readings Toronto: OISE Press, 1991.

HOUFFMANN, R. **O mesmo e o não mesmo**. São Paulo: Editora UNESP, 2007.

HUIZINGA, J. **Homo Ludens**: o jogo como elemento de cultura. São Paulo: Perspectiva, 1980.

JOHNSON, B.; CHRISTENSEN, L. **Educational research**: quantitative, qualitative, and mixed approaches. Thousand Oaks: Sage, 2011.

KISHIMOTO, T.M. O Jogo e a Educação Infantil. *In*: KISHIMOTO, T.M. (Org.). **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. 4. ed. São Paulo: Cortez Editora, 1996.

KOSMINSKY, L.; GIORDAM, M. Visões de ciências e sobre cientistas entre estudantes de ensino médio. **Química Nova na Escola**, n. 15, p. 11-18, maio, 2002.

KOUDELA, I.D. **Jogos teatrais**. 5. ed. São Paulo: Perspectiva, 2004.

LE COUTEUR, P. BURRESON, J. **Os botões de Napoleão**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006.

LEDERMAN, N.G. Student's and teacher's conceptions of the nature of science: a review of the research. **Journal of research in science teaching**, v. 29, n. 4, p. 331-359, 1992.

LEDERMAN, N.G. *et al.* Preservice Teachers' understanding and teaching of the nature of science: an intervention study. **The Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education**. 2000.

LENOIR, T. **Instituindo a ciência**: a produção cultural das disciplinas científicas. São Leopoldo: Unisinos, 2007.

LEONTIEV, A.N. **O desenvolvimento do psiquismo**. Lisboa: Livros Horizonte, 1978.

_____. Os princípios psicológicos da brincadeira pré-escolar. *In*: VIGOTSKI, L.S.; LURIA, A.R.; LEONTIEV, A.N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. São Paulo: Ícone, 1998.

_____. Artigo de Introdução Sobre o Trabalho de Criativo de L.S. Vigotski. *In*: VIGOTSKI, L.S. **Teoria e método em psicologia**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1999a.

LESSA, S.; TONET, I. **Introdução a filosofia de Marx**. São Paulo: Expressão Popular, 2008.

LICHTMAN, M. Understanding and Evaluating qualitative educational research: Sage publication, 2010.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em educação**: Abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

LURIA, A.R. Vigotskii. *In*: VIGOTSKI, L.S.; LURIA, A.R.; LEONTIEV, A.N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. São Paulo: Ícone, 1998.

LURIA, A.R. **Desenvolvimento cognitivo**. São Paulo: Ícone, 1990.

MACHADO, A.H. **Aula de química**: discurso e conhecimento. Ijuí: UNIJUÍ. 1999.

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

MARTINS, L.M. **A formação social da personalidade do professor**: Um enfoque vigotskiano. Campinas, São Paulo: Autores Associados, 2007.

_____. Pedagogia histórico-crítica e psicologia histórico-cultural. *In*: MARSÍGLIA, A.C.G. (org.). **Pedagogia histórico-crítica**: 30 anos. Campinas, São Paulo: Autores Associados, 2011.

MARTINS, L.M.; ARCE, A. Educação infantil e o Ensino Fundamental de Nove Anos. *In*: ARCE, A.; MARTINS, L.M. (Orgs.). **Quem tem medo de ensinar na educação infantil?** Campinas, São Paulo: Editora Alínea, 2010.

MARTINS, J.T. *et al.* Peça Teatral “A Fazendinha Canchim”: divulgando a ciência para crianças. *In*: **Encontro Nacional do Ensino de Química**, 14, 2008, Curitiba. Anais eletrônicos... Curitiba, 2008. Disponível em: <<http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0855-1.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2010.

MARX, K. **O capital**: o processo de produção do capital. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, Livro 1, v. 1. 1980.

MATEUS, A.L.; PORTO, P.A.; FANTINI, L.H. A história da química da radioatividade: incluindo fenômenos em uma abordagem histórica dos modelos atômicos. *In*: **Anais do XV Encontro Nacional do Ensino de Química**, Brasília, 2010.

MATTHEWS, M.R. History, Philosophy and science teaching: The present rapprochement. **Science & Education**, v. 1, n. 1, p. 11-48, 1992.

_____. **Science teaching**: the role of history and philosophy of science. New York: Routledge, 1994.

_____. História, filosofia e o ensino de ciências: A tendência atua de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

_____. In defense of modest goals when teaching about the nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**. v. 35, n. 2, p. 161-174, 1998.

MENDONÇA, *et al.* Jogos interativos para o ensino de química. *In: Anais do XV Encontro Nacional do Ensino de Química*, Brasília, 2010.

MESSEDER-NETO, H.S. **Improvisações teatrais para o ensino de química**. Trabalho de conclusão de curso. Instituto de Química da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

MONEIRO, M.A.; NARDI, R. Experimentos históricos na educação científica: Explorando algumas potencialidades do Bico de Bunsen. *In: Anais do XV Encontro Nacional do Ensino de Química*, Brasília, 2010.

MORADILLO, E.F. **A Dimensão prática na Licenciatura em Química da UFBA: Possibilidades para Além da Formação Empírico-Analítica**. 264f. Tese (Doutorado em Ensino, História e Filosofia da Ciência) - Instituto de Física da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

MOREIRA, L.M. **O Jogo Teatral no Ensino de Química: Contribuições para a Construção da Cidadania**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <http://web.if.usp.br/cpgi/sites/default/files/Leonardo_Maciel_Moreira.pdf>. Acesso em: 05 set. 2010.

MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H. **Química para o ensino médio**. São Paulo: Scipione, 2002.

NEVES, R.N.; SANTIAGO, A.L.B. **O uso dos jogos teatrais na educação: possibilidades diante do fracasso escolar**. Campinas: Papirus, 2009.

NÚÑEZ, Isauro B. **Vygotsky, Leontiev e Galperin: formação de conceitos e princípios didáticos**. Brasília: Líber Livro, 2009.

OKI, M.C. **A história da química possibilitando conhecimento da natureza da ciência e uma abordagem contextualizada de conceitos químicos: Um estudo de caso numa disciplina do curso de química da UFBA**. 2006. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2006.

OKI, M.C. *et al.* Combustão: uma abordagem histórica e contextual em sala de aula. *In: Anais do XV Encontro Nacional do Ensino de Química*, Brasília, 2010.

PALMER, D. H. Using Dramatizations to Present Science Concepts. **Journal of Computer Science and Technology**. Dec 1999/ Jan 2000.

PELEG, R.; BARAM-TSABARI, A. Atom Surprise: Using Theatre in Primary Science Education. **Journal of Science Education and Technology**. n. 20, 508-524, 2011.

PISTRAK, M. **Fundamentos da escola do trabalho**. Tradução de Daniel Aarão Reis Filho. São Paulo: Expressão Popular, 2000.

RABÊLLO, R.S. **Teatro-Educação**: Uma experiência com jovens cegos. Salvador: EDUFBA, 2011.

REVERBEL, O. **Um caminho do teatro na escola**. 2. ed. Rio de Janeiro: Scipione, 1997.

RICHARDSON, R.J, *et al.* **Pesquisa social**: métodos e técnicas. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

RIGON, A.J.; ASBAHR, F. S.F; MORETTI, V.D. Sobre o processo de humanização. *In*: MOURA, M.O. (Org.). **A atividade pedagógica na teoria histórico-cultural**. Brasília: Líber, 2010.

ROQUE, N.F. Química por meio do teatro. **Química Nova na Escola**, v. 25, p. 19-22, 2007.

ROSSLER, J.H. O papel da brincadeira de papéis sociais no desenvolvimento do psiquismo humano. *In*: ARCE, A.; DUARTE, N (Orgs.). **Brincadeira de papéis sociais na educação infantil**: as contribuições de Vigotski, Leontiev e Elkonim. São Paulo: Xamã VM, 2006.

SÁ, M.B.Z.; VICENTIN, E.M.; CARVALHO, E. A História e a Arte Cênica como Recursos Pedagógicos para o Ensino de Química- Uma questão Interdisciplinar. **Química Nova na Escola**. v. 32, n. 1, p. 9-13, fevereiro, 2010

SANTANA, E.M.; REZENDE, D.B. Atividades lúdicas como elementos mediadores da aprendizagem no ensino de ciências da natureza. **Enseñanza de las ciencias**. v. 27, p. 1008-1012, 2009.

SANTOS, A.P.B.; MICHEL, R.C. Vamos jogar uma Suequímica? **Química Nova na Escola**. v. 31, n. 3, p. 179-183, 2009.

SANTOS, C. **Ensino de Ciências**: Abordagem Histórico-Crítica. São Paulo: Autores Associados, 2005.

SAVIANI, D. **Escola e democracia**. Campinas: Autores Associados, 2008a.

_____. **Pedagogia Histórico-Crítica: primeiras aproximações**. 10. ed. Campinas: Autores Associados, 2008b.

SCALCON, S. **A Procura da Unidade Psicopedagógica: articulando a psicologia histórico-cultural com a pedagogia histórico crítica**. São Paulo: Autores Associados, 2002.

SEKER, H.; WELCH, L.C. The use of history of mechanics in teaching motion and force units. **Science & Education**. n. 15, 55-89, 2006.

SILVA, J.L.P.B. O Valor Pedagógico da História das Ciências. **Revista Ideação**, n. 9, p. 109-124, 2002. Disponível em: <<http://www.uefs.br/nef/09.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2010.

SILVA, G.M. The Trial of Lavoisier: A Strategy for Teaching Chemical Revolution in a History of Chemistry Course. *In: 6th International Conference on the History of Chemistry*, 2007. Disponível em: <http://www.euchems.eu/fileadmin/user_upload/binaries/73_daSilva_tcm23-139431.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2011.

SNYDERS, G. **Alunos felizes: reflexao sobre a alegria na escola a partir de textos literarios**. 2. ed. São Paulo, SP: Paz e Terra, 1996.

SOARES, M.H.F.B.; OKUMURA, F.; CAVALHEIRO, E.T.G. Proposta de um jogo didático para Ensino do Conceito de Equilíbrio Químico. **Química Nova na Escola**, n. 18, p. 13-17, 2003.

SOARES, M.H.F.B. **O Lúdico em Química: Jogos e atividades aplicados ao ensino de química**. Tese (Doutorado) Universidade Federal de São Carlos, S.P., 2004.

SOARES, M.H.F.B.; CAVALHEIRO, E.T.G. O ludo como jogo para discutir conceitos de termoquímica. **Química Nova na Escola**, n. 18, p. 13-17, 2006.

SOLOMON, J. Science stores and science texts: What can they do for our students? **Studies in Science Education**, v. 37, p. 85-106, 2002.

SOUZA, K.A.F.D.; CARDOSO, A.A. Aspectos macro e microscópicos do conceito de equilíbrio químico e de sua abordagem em sala de aula. **Química Nova na Escola**, n. 27, p. 51-56, 2008.

SPOLIN, V. **Improvisação para o teatro**. São Paulo: Perspectiva, 1998.

TEIXEIRA, E.S. **A influência de uma abordagem contextual nas concepções sobre a natureza da ciência**: Um estudo de caso com estudantes de Física da UEFS. 2003.

Disponível em:

<https://twiki.ufba.br/twiki/pub/PPGEFHC/DissertaçõesPpgefhc/ELDER_SALES_TEIXEIRA_2003.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2012.

TRIVIÑOS, A.N.S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação: o positivismo, a fenomenologia, o marxismo. São Paulo: Atlas, 2007.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005.

VASCONCELOS, F.C.G.C.; SILVA, L.P.S.; ALMEIDA, M.A.V. Um pouco da história dos explosivos: da pólvora ao prêmio nobel. *In: Anais do XV Encontro Nacional do Ensino de Química*, Brasília, 2010.

VIGOTSKI, L.S. Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar. *In: VIGOTSKI, L.S.; LURIA, A.R.; LEONTIEV, A.N. Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. São Paulo: Ícone, 1998.

_____. **A formação social da mente**. São Paulo, Martins Fontes, 2007.

_____. **Pensamento e linguagem**. Tradução de Jefferson Luiz Camargo. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

_____. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2009.

_____. **Psicologia Pedagógica**. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2010.

YOON, H. The nature of science drama in science education. **The 9th International Conference on Public Communication and Technology**, 2006. Disponível em: <[http://sciencedrama.cnu.ac.kr/admin/upload/non/yoon\(2006\).pdf](http://sciencedrama.cnu.ac.kr/admin/upload/non/yoon(2006).pdf)>. Acesso em: 12 out. 2011.

YOON, H. *et al.* Case Study on Science Drama in Elementary School. **Journal of the Korean Association for Research in Science Education**, 2004. Disponível em: <[http://sciencedrama.cnu.ac.kr/admin/upload/non/yoon\(2004\).pdf](http://sciencedrama.cnu.ac.kr/admin/upload/non/yoon(2004).pdf)>. Acesso em: 12 out. 2011.

APÊNDICES

APÊNDICE A: Síntese da Amônia: Uma questão de Equilíbrio

Todos os seres vivos precisam se alimentar, pois retiram do alimento os nutrientes necessários para a vida.

As proteínas são um tipo de nutriente muito importante para o nosso corpo. Elas são necessárias para as sínteses de músculos, cabelos, ossos, unhas, sangue, enzimas e para a substituição e reparo de materiais celulares.

As proteínas que ingerimos na alimentação vêm da carne que comemos ou de certos produtos vegetais e são a principal fonte de **nitrogênio** para o nosso organismo.

A substância simples nitrogênio (N_2) está presente em 78% do ar que respiramos, mas infelizmente não conseguimos tirar os átomos de nitrogênio de que precisamos do ar. As plantas conseguem o nitrogênio de que necessitam na forma de íons nitrato (NO_3^-) e de amônio (NH_4^+) que se encontram no solo. Por isso o homem aprendeu que é necessário enriquecer o solo onde as plantas são cultivadas para que elas possam retirar o nitrogênio necessário para compor suas proteínas e servirem de alimentos para nós e para os animais. Estes compostos utilizados para enriquecer o solo são chamados de fertilizantes.

No início, o homem fertilizava os solos com esterco de animais e organismos em decomposição. Com o aumento da população, a necessidade de alimentos aumentou bastante e se começou a misturar à terra compostos minerais contendo nitratos (NO_3^-). O principal desses minerais é o salitre, constituído principalmente de $NaNO_3$.

O salitre, além de servir como fertilizante, também era matéria-prima para fazer **explosivos**. A pólvora, por exemplo, é uma mistura de salitre, enxofre e carvão. Outros explosivos requerem ácido nítrico, substância que pode ser obtida a partir do salitre.

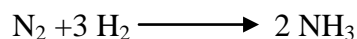
A Alemanha, como outros países europeus, não dispunha de salitre, e por isso toda a matéria-prima necessária para a fabricação de fertilizantes e armamentos desse país vinha das reservas encontradas no norte do Chile. Como as reservas Chilenas estavam se esgotando e com medo que, em caso de guerra, o abastecimento de nitrato do Chile fosse cortado era necessária, então, outra fonte para obtenção do nitrogênio a ser utilizada para fazer fertilizantes e explosivos. Entra em cena a protagonista da nossa história: **a Amônia (NH_3)**.



Para você pensar:

- Você tem idéia de onde utilizamos a amônia no nosso cotidiano?
- Quais os reagentes você acha que deveriam ser usados para obter amônia?

A amônia era uma substância que também poderia ser utilizada como matéria-prima tanto para fertilizantes como para fabricação de explosivos. A ideia da Alemanha era obter amônia a partir do gás nitrogênio N_2 (que é abundante na atmosfera) e o gás hidrogênio (H_2). A reação então seria:



Porém, meus amigos, devo lembrar-lhes que nem sempre o que pensamos e escrevemos no papel de fato acontece. Na prática, quando se mistura o gás nitrogênio (N_2) com o gás hidrogênio (H_2) na temperatura e pressão ambiente a quantidade de amônia (NH_3)

formada é muito pequena. Surge então as questões: Por que todo o nitrogênio não reage com todo o gás hidrogênio e se transforma em amônia? Por que a quantidade de amônia formada é tão pequena à pressão e temperatura ambientes?

Para responder essas questões precisamos inserir um aspecto que até então não tínhamos considerado: a **reversibilidade** de uma reação química.

Até agora você estava acostumado a ver os reagentes transformando-se em produtos em uma reação. Mas será que o inverso acontece? Será que os produtos voltam a ser reagentes?

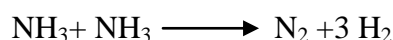


Para você pensar:

Será possível que uma reação química aconteça de modo que os reagentes transformem-se em produtos e os produtos transformem-se em reagentes? Ou seja, será que a reação química pode ser **reversível**?

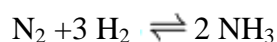
A resposta para essa pergunta é sim! E isso acontece em mais reações do que você imagina. Se formos rigorosos, podemos dizer que em todas as reações existe reversibilidade. Mas em alguns casos a quantidade de produtos que vira reagente é tão pequena que consideramos que a reação ocorre em um único sentido.

Mas vamos voltar ao caso da amônia para explicarmos melhor a reversibilidade. Suponhamos que coloquemos N_2 e H_2 em um recipiente e eles comecem a colidir e formarem NH_3 . À medida que mais moléculas de NH_3 são formadas, elas começam a colidir uma com as outras e a reação inversa acontece:



Haverá um momento em que a velocidade com que o nitrogênio e o hidrogênio transformam-se em amônia será igual à velocidade com que a amônia transforma-se em nitrogênio e hidrogênio. Neste momento podemos dizer que a reação atingiu o **Equilíbrio**.

A idéia de reversibilidade e equilíbrio de uma reação química é representada por uma seta dupla (\rightleftharpoons), então a equação de formação da amônia fica:



Fique atento: Uma reação atinge o equilíbrio quando a velocidade de formação dos produtos é igual à velocidade de formação dos reagentes

Aqui vale um destaque: Quando a reação atinge o equilíbrio ela não para. Ela continua ocorrendo, só que, como a velocidade é igual tanto no sentido de formação dos produtos como no sentido de formação dos reagentes, as concentrações das espécies presentes não mudam. Podemos dizer que é um **equilíbrio dinâmico!**

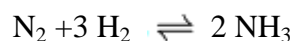


Para reforçar a memória: No equilíbrio as reações não param. As concentrações não mudam por que a velocidade de formação do produto é igual à velocidade de formação dos reagentes

Agora que você começou a ter noção do que é o equilíbrio químico podemos voltar às questões sobre o processo da amônia e então respondê-las. Começemos lembrando essas questões:

- Por que todo o nitrogênio não reage com o todo o gás hidrogênio e se transforma em amônia?
- Por que a quantidade de amônia formada é tão pequena na temperatura e pressão ambiente?

Vamos mais uma vez dar uma olhada na equação:



- Como resposta à 1ª questão podemos dizer que o gás nitrogênio não reage com todo o gás hidrogênio formando amônia porque a reação entra em equilíbrio e uma parte da amônia transforma-se em nitrogênio e hidrogênio.

- Já na 2ª questão podemos afirmar que a velocidade de formação do produto (NH₃) iguala-se a formação dos reagentes (N₂ e H₂) quando a quantidade de amônia ainda é muito pequena. Isso mostra que uma reação pode atingir o equilíbrio quando a quantidade do produto desejado ainda é muito pequena.

E agora? O que fazer? Como alterar as condições de equilíbrio e obter mais amônia a partir do nitrogênio e hidrogênio?

Essas perguntas foram respondidas por Fritz Haber em conjunto com Carl Bosch e Aldwin Mistach.

Para responder essas questões, nós vamos começar conhecendo um pouco da vida de Fritz Haber e depois iremos propor um jogo sobre esse personagem histórico.

Leia com atenção o texto abaixo e divirta-se no jogo a seguir!



Fritz Haber: Héroi ou Vilão?

Fritz Haber nasceu em 9/12/1868 em Breslau (Prússia), filho de um comerciante judeu-alemão que trabalhava com corantes, tintas e produtos químicos. Sua mãe morreu poucos dias depois de seu nascimento e seu relacionamento com o pai não era muito bom.

Após cursar o ginásio clássico em Breslau, Haber, com 18 anos foi estudar química na Universidade de Berlim. Serviu ao militarismo e trabalhou em diversas indústrias antes de decidir ser professor universitário. Começa a trabalhar na cidade de Jena, onde, em 1892 se converte ao protestantismo.

A maior façanha de Fritz Haber foi a descoberta de como sintetizar uma quantidade razoável de amônia em escala industrial com um mínimo custo, em um tempo pequeno a partir de H_2 e N_2 . Haber descobriu que a produção de amônia aumentava se fossem feitas as seguintes alterações no sistema:

- a) Retirar a amônia (NH_3) na medida em que ela ia sendo formada
- b) Mudar a temperatura na qual a reação é executada. A temperatura utilizada por Haber foi de $400^\circ C$ (temperatura não muito alta para as temperaturas que podiam ser atingidas na época)
- c) Aumentar a pressão do sistema (utilizou-se 200 atm), uma vez que na pressão ambiente a produção de amônia era pequena.
- d) Usar ósmio ou urânio como catalisador para acelerar a transformação.

Mas Haber não fez essa descoberta sozinho. Existiam dificuldades técnicas para a construção de aparelhos que resistissem à altas pressão necessária para a síntese da amônia. Carl Bosch, que era um engenheiro e metalúrgico, ficou encarregado de encontrar materiais resistentes às pressões e à corrosão do sistema. Fritz Haber e Carl Bosch também receberam auxílio de um especialista em catálise chamado Aldwin Mitasch.

Esse processo de síntese da amônia ficou conhecido como o processo Haber-Bosch.

O Processo Haber-Bosch entrou no cenário mundial na hora certa para a Alemanha. Com o início da I Guerra Mundial, em 1914, existia a ameaça Britânica de corte do abastecimento dos nitratos do Chile; com a instalação da fábrica usando o processo Haber-Bosch a Alemanha conseguiu manter-se na guerra e resistir aos inimigos durante 4 anos.

Mas a participação de Fritz Haber na primeira guerra não se restringiu apenas à síntese da amônia. Durante o conflito de 1914, Haber assessorou o Exército Alemão, planejou e comandou o primeiro ataque com gás cloro contra as tropas francesas.

Haber era casado com uma química chamada Clara Immerwahr. Clara pediu-lhe que deixasse de trabalhar com gases venenosos. Como Haber não lhe deu ouvidos, ela se suicida com o próprio gás utilizado por seu marido na guerra.

Em 1918, Fritz Haber ganhou o prêmio Nobel pela síntese da amônia, já que o processo desenvolvido conduziu a uma maior rapidez na produção de fertilizantes, e com implicações no aumento da capacidade de produção de alimentos para todo o mundo. A divulgação desse prêmio suscitou protestos. Para muitas pessoas da época, a grande inovação que ele desenvolveu, de grande importância para a agricultura, não anulava a morte de milhares de pessoas com gases venenosos.

Em 1933, com os nazistas no poder, Haber não pôde continuar na Alemanha. Apesar da sua origem judaica, ele não foi destituído das suas funções, devido a sua colaboração patriótica durante a guerra, mas preferiu se demitir ao saber do decreto de Hitler, que proibia “não-arianos” de trabalhar no serviço público.

Fritz Haber morreu na Suíça, em 19 de janeiro de 1934. Seus feitos para a humanidade nos leva a algumas questões: Será que Fritz Haber foi um Herói ou um Vilão? Será que ele merecia de fato o prêmio Nobel?

Debateremos melhor essas questões usando um Júri simulado onde o réu, imaginário, será o próprio Fritz Haber. Vamos começar a jogar!

Princípio de Le Châtelier: Perturbando o Equilíbrio

Vimos no texto acima sobre Fritz Haber que o modo encontrado por ele para obter mais amônia foi alterando as condições em que a reação ocorria.



Pense um pouco:

- Você lembra quais foram as condições que Fritz Haber trabalhou para a obtenção da amônia?

Pelo processo Haber-Bosch, para a obtenção de um rendimento razoável de amônia são necessárias as seguintes condições, já vistas antes:

- Retirar a amônia (NH_3) na medida em que ela ia sendo formada
- Mudar a temperatura na qual a reação é executada. A temperatura utilizada por Haber foi de 400°C (temperatura não muito alta para as reações que podiam ser atingidas na época)
- Aumentar a pressão do sistema (utilizou-se 200 atm), uma vez que na pressão ambiente a produção de amônia era pequena.
- Usar ósmio ou urânio como catalisador para acelerar a transformação.

Mas por que essas condições? Por que não usar uma temperatura mais alta? Por que utilizar uma pressão tão elevada? Por que retirar a amônia à medida que ela ia sendo formada?

Para que possamos responder a essas questões, precisamos discutir um princípio que afeta todas as reações químicas em equilíbrio: O Princípio de Le Châtelier.

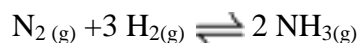
O princípio de Le Châtelier diz que: **“Se um sistema está em equilíbrio e alguma alteração é feita em qualquer das condições de equilíbrio, o sistema reage de forma a neutralizar ao máximo a alteração produzida”**. Isso quer dizer que o sistema tentará minimizar as perturbações feitas nele. Como exemplo, podemos pensar que se um reagente ou produto for removido, o sistema em equilíbrio, se desloca no sentido de formar mais daquilo que foi removido. Se for adicionado reagente ou produto, a reação se deslocará no sentido de consumir mais reagente ou produto. O mesmo ocorre com a temperatura e pressão do sistema. Se aumentarmos a temperatura (energia do sistema) o sistema tenderá a minimizar essa perturbação diminuindo a energia. O mesmo processo acontece se a pressão for aumentada ou reduzida.

Mas até aqui esse princípio enunciado está muito genérico. Vamos detalhar separadamente cada fator e usar como exemplo a síntese da amônia para poder explicar as decisões tomadas por Fritz Haber ao elaborar seu processo.

Respirem fundo e vamos lá!

Efeito da mudança das Concentrações dos Reagentes em um Sistema em Equilíbrio

Vimos, ao enunciar o princípio de Le Châtelier, que se aumentarmos ou diminuirmos a concentração dos reagentes ou dos produtos a reação se desloca no sentido oposto. Vamos ilustrar essa afirmação, usando como exemplo, a síntese da amônia:



No equilíbrio sabemos que as concentrações dos reagentes e dos produtos não são mais alteradas. Mas, o que acontecerá se, por exemplo, adicionarmos mais gás hidrogênio (H_2) ao sistema?



Pense e responda: Pelo princípio de Le Châtelier o que acontecerá se adicionarmos mais gás H_2 ao sistema em equilíbrio?

Pelo princípio de Le Châtelier, ao adicionarmos mais moléculas de H_2 ao sistema, para minimizar a perturbação o equilíbrio se desloca no sentido de formar mais amônia. Neste caso um novo equilíbrio será atingido, mas nesse novo equilíbrio teremos mais amônia e menos hidrogênio e nitrogênio.

Mas por que isso acontece? Devemos lembrar que do ponto de vista microscópico, no equilíbrio, o que temos é um sistema no qual as moléculas de N_2 estão se chocando com moléculas de H_2 e se transformando em amônia na mesma velocidade em que moléculas de NH_3 estão se chocando e se transformando em moléculas H_2 e N_2 .

Ao adicionarmos mais moléculas H_2 ao sistema, a frequência dos choques entre os reagentes aumenta, assim como a velocidade no sentido de formar mais amônia.



Pense e responda: Explique, do ponto de vista microscópico, o que acontece quando adicionamos mais moléculas NH_3 a um sistema em equilíbrio

Enfim, podemos responder por que no processo Born-Haber a amônia (NH_3) é retirada continuamente para obtermos esse produto em maior quantidade!



Pense e responda: Baseado no que estudamos, proponha uma explicação para a amônia ser retirada continuamente do processo à medida que ela vai sendo formada

Como vimos, se retirarmos a amônia à medida que ela vai sendo formada, a frequência de choques entre as moléculas de amônia será diminuída, e a transformação das moléculas de NH_3 em H_2 e N_2 acontecerá em menor extensão. Retirando a amônia do processo, à medida que ela vai sendo formada, garante que esse produto de interesse não se transforme, em grande extensão, em H_2 e N_2 .

Efeito da Mudança da Temperatura no Sistema em Equilíbrio

Sabemos que a mudança da temperatura altera a velocidade de uma reação. Vimos que o aumento da temperatura causa um aumento da velocidade da reação, uma vez que esse aumento proporciona uma maior intensidade dos choques e uma maior frequência. Porém, como estamos tratando de um sistema em equilíbrio, temos que lembrar que o aumento da temperatura favorecerá tanto a transformação dos reagentes em produtos, como dos produtos em reagentes. Mas esse favorecimento não acontecerá de maneira idêntica nos dois sentidos. Podemos então afirmar que mudanças na temperatura, afetarão um sistema em equilíbrio, aumentando a velocidade da reação um sentido em relação ao outro, levando a um novo estado de equilíbrio.

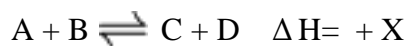
Para sabermos que sentido da reação o aumento ou diminuição da temperatura favorece e usarmos o princípio de Le Châtelier, precisaremos lembrar o que é uma reação endotérmica e uma reação exotérmica.



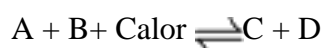
Pense um pouco:

- Você lembra o que é uma reação endotérmica e exotérmica?

Vimos que uma reação exotérmica é aquela que acontece com liberação de energia em forma de calor, enquanto que a reação endotérmica é a reação que acontece com a absorção de energia em forma de calor. Se pensarmos em uma reação em equilíbrio, deveremos lembrar que se para formação dos produtos a reação for exotérmica, no sentido contrário a reação será endotérmica. Imaginemos uma reação hipotética, em equilíbrio, em que a formação dos produtos é endotérmica



Para facilitar nossa análise, faremos algo que não é comum. Incluiremos a palavra calor na equação química acima. Se a reação é endotérmica no sentido de formação dos produtos, para que ela ocorra é necessário que os reagentes absorvam calor para se tornarem produtos. Usando essa informação a representação ficará:



Vamos imaginar que aumentamos a temperatura do sistema. Aumentar a temperatura do sistema significa fornecer calor à reação; pelo princípio de Le Chatelier, para minimizar a perturbação do sistema, a reação se deslocará no sentido de formar mais produtos (C e D).

Podemos dizer, então, que o **aumento da temperatura favorece que a reação endotérmica aconteça.**

Agora, se diminuirmos a temperatura, o que estamos fazendo é retirar calor do sistema. Ao retirarmos energia do sistema o equilíbrio se desloca no sentido de liberar mais calor para esse sistema, portanto se desloca no sentido de formação dos reagentes A e B. Podemos dizer que a **diminuição da temperatura favoreceu o sentido exotérmico da reação.**

Mas por que o aumento da temperatura favorece o sentido endotérmico da reação, enquanto o resfriamento favorece as exotérmicas? A resposta a essa questão, não é tão simples, mas faremos uma análise que nos ajudará, ainda que de modo simplificado, a entender essa questão.

O aumento da temperatura tende a favorecer as reações endotérmicas porque estas precisam de mais energia para acontecerem. No caso de resfriamento, a reação que precisa de energia (endotérmica) será desfavorecida e acontecerá em menor extensão do que a reação que ocorre com liberação de energia (exotérmica)

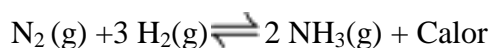
E o caso da amônia? No caso da amônia, a reação de formação é exotérmica, como você pode ver representado abaixo:



Pense um pouco:

- O aumento da temperatura favorecerá ou não a produção de amônia?

Vamos começar, para facilitar nossa análise, reescrevendo a reação colocando a palavra calor nos produtos, uma vez que a reação no sentido de produção da amônia é exotérmica.



Ao analisarmos essa equação podemos dizer que quando o Nitrogênio e Hidrogênio reagem para formar amônia há liberação de calor. Logo, para que as moléculas de amônia se transformem em Nitrogênio e Hidrogênio é necessário que haja absorção de calor.

Portanto, se aumentarmos a temperatura do sistema e fornecermos calor, a reação favorecida será a de decomposição da amônia em N_2 e H_2 . O aumento da temperatura, portanto, não favorece a obtenção de amônia.

E por que o Processo Haber-Bosch trabalha com temperaturas em torno de 400°C e não com temperaturas menores? Neste caso, é preciso que você lembre que o aumento da temperatura aumenta a velocidade da reação nos dois sentidos. O que Haber fez foi achar uma temperatura que fosse suficientemente alta para que a reação não acontecesse lentamente, mas não suficientemente alta para favorecer (tanto) a decomposição da amônia em hidrogênio e nitrogênio.

O Efeito da Mudança de Pressão em um Sistema em Equilíbrio

A variação de pressão também altera as condições de equilíbrio, quando pelo menos um dos reagentes ou produtos encontra-se no estado gasoso. Mas como a pressão altera o equilíbrio químico?

Considerando que a temperatura do sistema manter-se-á constante, a forma de mudarmos a pressão do sistema é diminuindo ou aumentando o seu volume. Ao diminuirmos o volume, por exemplo, as moléculas de gás contidas naquele recipiente estarão mais próximas e, portanto, poderão se chocar com mais frequência. Se o número de moléculas gasosas do reagente for maior que o número de moléculas dos produtos, haverá mais choques entre as partículas dos reagentes e estes mais facilmente se torna-se-ão produtos. Por outro lado, se houver diminuição da pressão a formação dos produtos não será favorecida.

Em resumo pode-se dizer que: **O aumento da pressão favorecerá a ocorrência da reação no sentido em que o número de moléculas gasosas for menor.**

Essa análise da quantidade de moléculas pode ser feita avaliando os coeficientes das equações químicas, como veremos no exemplo a seguir:

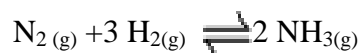


Avaliando esta equação percebemos que há uma proporção de 2 mols de reagentes (dióxido de nitrogênio) para 1 mol do produto (tetróxido de dinitrogênio). O aumento da pressão favorecerá, portanto, maior choque entre as partículas do reagente e dos produtos, mas como as partículas dos reagentes estão em maior quantidade a frequência dos choques entre elas será maior e a reação se deslocará no sentido de formar mais produtos.



Pense e responda: No caso da síntese da amônia, explique por que Fritz Haber optou por aumentar a pressão do processo

Mais uma vez, recorreremos à equação que representa a síntese da amônia:



Se observarmos a equação, veremos que temos a proporção de 4 mols de reagentes (1 de nitrogênio e 3 de hidrogênio) para 2 mols de produto (amônia). Ao aumentarmos a pressão (reduzindo o volume) favoreceremos, predominantemente, o choque entre as partículas do reagente e, portanto, o equilíbrio se deslocará no sentido de formar mais produto, ou seja, formar mais amônia.

Como o aumento da pressão favorece a formação de amônia, Fritz Haber precisou trabalhar com pressões altas para obter mais produto.

O Efeito do Catalisador em um Sistema em Equilíbrio

Por fim, falta avaliarmos o papel do catalisador em um sistema em equilíbrio. Na verdade o catalisador diminui a barreira de ativação entre os reagentes e produtos (figura 1), favorecendo tanto a formação do produto como do reagente.

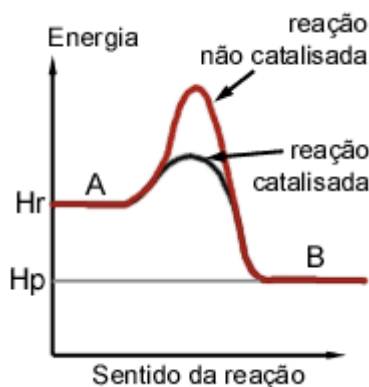


Figura 1: Gráfico comparativo de uma reação com catalisador (curva menor) e sem catalisador (curva maior)

O que o catalisador faz, na verdade, é aumentar a velocidade com que o equilíbrio é atingido e não a composição da mistura em equilíbrio.

No exemplo da síntese da amônia, o catalisador não serviu para favorecer a formação de mais produto, mas serviu para que o equilíbrio fosse atingido mais rapidamente nas condições em que ele desejava trabalhar.

REFERÊNCIAS

BENSAUDE-VICENT, B.; STENGERS, I. **História da Química**. Lisboa: Instituto Piaget, 1992.

LE COUTEUR, P. BURRESON, J. **Os botões de Napoleão**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006.

LENOIR, T. **Instituindo a ciência**: a produção cultural das disciplinas científicas. São Leopoldo: Unisinos, 2007.

MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H. **Química para o ensino médio**. São Paulo: Scipione, 2002.

GEPEQ (Grupo de Pesquisa em Educação Química: PITOMBO, L.R.M.; MARCONDES, M.E.R (Coords.); VIDOTTI, I.M.; LISBOA, J.C.F.; PORTO, P.A.; ESPIRIDÃO, Y.M.) **Interações e transformações III - a Química e a sobrevivência-atmosfera-fontes de materiais**. 2 ed. São Paulo: Edusp, 2000.

SOUZA, K.A.F.D.; CARDOSO, A.A. Aspectos macro e microscópicos do conceito de equilíbrio químico e de sua abordagem em sala de aula. **Química Nova na Escola** n. 27, p. 51-56, 2008.

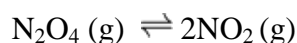
APÊNDICE B: Avaliação Preparatória para Prova

Valor: 2,0 pontos

1- O oxigênio pode ser convertido em ozônio por ação de um relâmpago conforme a equação: $3\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{O}_3$. Para essa reação, $\Delta H = + 68 \text{ Kcal/mol}$

- a) A reação é exotérmica ou endotérmica? Justifique.
- b) Explique o efeito das seguintes variações no equilíbrio:
1. Aumento da concentração de O_2
 2. Aumento da concentração de O_3
 3. Diminuição do volume do sistema (aumento da pressão)
 4. Uso de um catalisador

2- Considere o equilíbrio abaixo e julgue cada item como certo ou errado. Justifique suas escolhas:



- () Ao reduzirmos o volume e mantermos a temperatura constante, haverá menor produção de $\text{NO}_2 (\text{g})$
- () Ao adicionarmos mais N_2O_4 haverá favorecimento no sentido de formação de NO_2
- () Ao retirarmos NO_2 do sistema mais N_2O_4 será formado
- () Usando um catalisador a reação se deslocará no sentido de formar mais NO_2

APÊNDICE C: Prova do 2º ano Turma E e G

Aluno _____

Prova do 2º ano Turma E e G

1- Coloque V ou F para as seguintes afirmativas. Justifique as falsas

- () No equilíbrio existem quantidades iguais de reagentes e produtos
- () Quando uma reação química atinge o equilíbrio ela para, uma vez que as concentrações dos reagentes e produtos não mudam mais
- () A reação química atinge o equilíbrio quando a velocidade de formação dos produtos for maior que a velocidade de consumo dos reagentes
- () A presença de um catalisador não altera o equilíbrio de uma reação, por isso podemos dizer que o catalisador não favorece a formação de mais produtos

2- Considere a reação $C(s) + 2H_2 \rightleftharpoons CH_4$, para a qual o $\Delta H = -18 \text{ Kcal/mol}$. Explique o efeito no sistema em equilíbrio de cada uma das variações citadas a seguir:

- a) Aumento da temperatura
- b) Aumento da concentração de metano
- c) Retirada de hidrogênio do sistema
- d) Aumentar a pressão do sistema
- e) Adicionar um catalisador
- f) Aumentar o volume do sistema

APÊNDICE D: Questionário de Pesquisa

- 1- O que você achou do jogo aplicado pelo professor em sala de aula?
- 2- O que você mais gostou e o que você menos gostou?
- 3- Se você pudesse fazer alguma coisa para melhorar esta atividade proposta pelo seu professor, o que você faria
- 4- Que aspectos do conteúdo equilíbrio químico o episódio de Fritz Haber te ajudou a entender?
- 5- Você acha que trazer o jogo e a história para sala de aula traz vantagens? Quais são elas?

APÊNDICE E:

Nome _____

Turma: _____

Data

Este questionário foi concebido para avaliar suas crenças sobre a Ciência. Não existem respostas certas ou erradas para nenhuma das perguntas. Por favor, leia atentamente cada questão e coloque sua resposta no espaço fornecido. Se precisar de espaço extra sinta-se a vontade para escrever no verso de cada página. Certifique-se de usar os exemplos, quando possível, para explicar/defender cada uma das respostas

1-) O que você pensa sobre o que é ser cientista?

2-) O que é necessário para se fazer uma descoberta científica?

3-) Algumas pessoas acreditam que a ciência sofre influências externas(políticas, econômicas, sociais ou outras). Outras pessoas acreditavam que a ciência é universal e, portanto, não é afetada por influências externas. Com que ideia você concorda? Justifique.