

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**

**“Obstáculos Epistemológicos no Processo de
Alfabetização Científica: Um Estudo para a Formação
do Professor das Séries Iniciais do Ensino
Fundamental”**

Caroindes Julia Corrêa Gomes*

Dissertação apresentada como
parte dos requisitos para
obtenção do título de MESTRA
EM QUÍMICA, área de
concentração: QUÍMICA.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Henrique Ferreira

*** bolsista CNPq**

**São Carlos - SP
2016**



Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Caroindes Julia Corrêa Gomes, realizada em 28/10/2016:

Prof. Dr. Luiz Henrique Ferreira
UFSCar

Profa. Dra. Dulcineire Aparecida Volante Zanon
UFSCar

Profa. Dra. Ana Cláudia Kasseboehmer
IQSC/USP

Para minha mãe Lucimara por sempre lutar para que eu pudesse alcançar os meus sonhos.

Para o grande amor da minha vida Abner pelo apoio incondicional em tudo.

Para minha vó Cida, que há algum tempo nos deixou apenas saudades e, embora não compreendesse a “beleza” dos livros, sempre sonhou com este momento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado forças de iniciar e concluir este trabalho.

À minha mãe, que também foi pai, amiga e exemplo de mulher. Pelo caráter que possui e por lutar de todas as formas para que eu pudesse estudar e ter uma profissão.

Ao meu marido pelo amor incondicional e apoio que me oferece em tudo e por me incentivar a não desistir, mesmo diante de tantos obstáculos encontrados (que não eram epistemológicos – risos). Sem seu apoio também não teria conseguido.

À minha família e amigos pelo carinho e amor que dedicam a mim. Tia Katia, Arthur, tio Fabio, Vô Léo, tia Zete, tio Jairo.

À minha sogra, sogro e cunhados por também fazerem parte da minha vida e deste trabalho.

Ao professor Luiz Henrique Ferreira pela sólida e paciente orientação. Sempre comprometido e disposto a me ajudar.

Aos colegas do LENAQ, Jeniffer e Ettore, pelas experiências compartilhadas.

À Nat, companheira de grupo, disciplinas, desabafos e momentos felizes – outros nem tanto, que vem me aturando desde a graduação (e isso não é fácil!).

Ao CDCC, pelo carinho com que fui recebida que me permitiu realizar parte desta pesquisa. Em especial à Edna, Silvia, Angelina e Bras. Muito obrigada!

Aos professores e licenciandos que participaram do curso. Que experiência incrível! Aprendi e cresci pessoal e profissionalmente com cada um de vocês.

Aos alunos da Semana como Químico. Foi uma semana excepcional!

Aos professores Pedro Sergio Fadini e Dulcimeire Aparecida Volante Zanon pelas contribuições ao estudo feitas durante a apresentação do Seminário.

Ao Programa de Pós Graduação em Química, professores e funcionários.

Ao CNPq pelo apoio financeiro.

LISTA DE ABREVIATURAS

AC – Análise de Conteúdo

CDCC – Centro de Divulgação Científica e Cultural

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

HTPC – Horário de Trabalho Pedagógico Coletivo

IES – Instituição de Ensino Superior

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

LENAQ – Laboratório de Ensino e Aprendizagem de Química

PUC-SP – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

UFSCar – Universidade Federal de São Carlos

UNESP – Universidade Estadual Paulista

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas

UNICEP – Centro Universitário Central Paulista

LISTA DE TABELAS

TABELA 6.1 – Obstáculos epistemológicos analisados nos alunos.....	54
TABELA 6.2 – Relação observada entre o grupo de professores e licenciandos na questão que abordava o animismo.....	56
TABELA 6.3 – Porcentagem de avanço entre os participantes nas questões referentes ao substancialismo.....	62

LISTA DE QUADROS

QUADRO 5.1 – Concepções dos participantes adequadas desde o início em maior número.....	40
QUADRO 5.2 – Concepções dos participantes erradas desde o início em maior número.....	43
QUADRO 5.3 – Concepções dos participantes com maior avanço.....	45
QUADRO 5.4 – Concepções dos participantes com maior retrocesso.....	46
QUADRO 5.5 – Concepções dos professores e licenciandos observadas na questão discursiva.....	49
QUADRO 6.6 – Justificativas para a escolha da representação da molécula de água.....	59
QUADRO 6.7 – Afirmativas que apresentaram maior retrocesso nos questionários de obstáculos.....	64
QUADRO 6.8 – Justificativas para a escolha da representação de um lençol freático.....	76
QUADRO 6.9 – Justificativas para a escolha da representação do ciclo da água.....	81
QUADRO 7.10 – Contribuições do curso pontuadas pelos participantes.....	94

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 5.1 – Comparação entre os questionários inicial e final sobre concepções de ciência para os professores.....	38
FIGURA 5.2 – Comparação entre os questionários inicial e final sobre concepções de ciência para os licenciandos.....	38
FIGURA 6.3 – Comparação entre os questionários inicial e final sobre obstáculos epistemológicos para os professores.....	53
FIGURA 6.4 – Comparação entre os questionários inicial e final sobre obstáculos epistemológicos para os licenciandos.....	54
FIGURA 6.5 – Possíveis representações da molécula de água abordadas na discursiva referente ao animismo.	58
FIGURA 6.6. – Possíveis representações de lençóis freáticos abordadas na discursiva referente ao obstáculo verbal.....	74
FIGURA 6.7 – Representação adequada de um lençol freático.....	75
FIGURA 6.8 – Representação de um lençol freático de acordo com a professora Manuela.....	78
FIGURA 6.9 – Representação de um lençol freático de acordo com o professor Ronaldo.....	79
FIGURA 6.10 – Possíveis representações do ciclo da água abordadas na discursiva referente ao obstáculo geral.....	80
FIGURA 6.11 – Resposta fornecida pela licencianda Julia no questionário final.....	84
FIGURA 6.12 – Representação do ciclo da água de acordo com a licencianda Joice.....	88

RESUMO

OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS NO PROCESSO DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: UM ESTUDO PARA A FORMAÇÃO DO PROFESSOR DAS SÉRIES INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL. Este trabalho pressupõe a importância do ensino de Ciências para que os alunos possam se apropriar dos elementos da cultura e da linguagem científica e desenvolver habilidades necessárias ao exercício da cidadania crítica e consciente. Pensá-lo no contexto das séries iniciais – já que a criança também é sujeito integrante do corpo social e possui, assim como os adultos, o direito de apropriar-se da cultura que a cerca – tem sido o desafio de muitos pesquisadores da área devido às dificuldades encontradas para a sua realização. Dentre essas dificuldades, a formação dos professores responsáveis por esse grau de escolarização foi um dos temas trabalhados na pesquisa, pois possuem pouco conhecimento acerca dos fundamentos teóricos e metodológicos que norteiam as práticas educativas dessa disciplina. Nesse sentido, avaliou-se a relação existente entre três diferentes grupos: professores em exercício, licenciandos em Pedagogia e alunos concluintes do 5º ano do Ensino Fundamental, observando-se várias características que demonstravam as mesmas percepções sobre a natureza científica e também dificuldades conceituais, principalmente relacionadas à Química, embora não houvesse qualquer vínculo educador/educando entre eles. Os resultados obtidos poderiam indicar a necessária renovação nas formações iniciais no que se refere ao ensino de Ciências, pois o próprio professor poderia reforçar em suas aulas visões e conceitos equivocados, transmitidos e conservados nas crianças em suas vidas escolares futuras. Durante a coleta de dados, realizou-se uma intervenção por meio de um curso oferecido aos docentes e licenciandos participantes da pesquisa, a fim de propiciar aos mesmos a mobilização e desconstrução de conhecimentos e saberes acerca do ensinar e aprender Ciências. De forma geral, as aulas proporcionaram um olhar mais crítico e reflexivo e promoveram uma concepção mais adequada em relação à produção do conhecimento científico. As análises também indicaram a importância de vivenciar diferentes caminhos e experiências durante a formação docente, entendendo-a como um processo constante de formação e autoformação através da prática e da reflexão sobre ela.

Palavras-chave: Ensino de ciências, formação de professores, epistemologia

ABSTRACT

EPISTEMOLOGICAL OBSTACLES IN THE SCIENTIFIC LITERACY: A STUDY FOR THE FORMATION OF TEACHERS OF THE ELEMENTARY SCHOOL INITIAL GRADES. This work presupposes the importance of the teaching of Science so that the students can acquire the cultural elements and the scientific language and develop the necessary skills to the critical and aware exercise of citizenship. To think about it in the context of the initial grades – since the child is also an integrant subject of the social body and owns, as the adults, the right to appropriate of the surrounding culture – has been the challenge of many researchers of that field due to the faced difficulties to its accomplishment. Among those difficulties, the formation of the responsible teachers for this level of education was one of the analyzed themes on this research, since they have little knowledge about the theoretical and methodological fundamentals that guide the educative praxis of that discipline. On that sense, it was evaluated the relation among the different groups: in-service teachers, undergraduates in Education and senior students at the 5th grade of Elementary School, observing several characteristics that showed the same perceptions about the scientific nature and conceptual difficulties as well, mainly the ones related to Chemistry, although there was not any educator/student bound among them. The obtained results could show the necessary renovation concerning to Science teaching, for the teacher him/herself could reinforce mistaken views and concepts, transmitted to and preserved in the children in their future school lives. During the data collection, an intervention was done by means of a ministered course to the teachers and undergraduates participating of the research, in order to provide to them the mobilization and deconstruction of knowledges about teaching and learning Science. That way, the classes provided a more critical and reflexive view and promoted a more proper conception in relation to the production of the scientific knowledge. The analysis done also indicated the importance of living different ways and experiences during the teacher formation, understanding it as a constant process of formation and auto formation through the praxis and the reflection about it.

Key words: Science teaching, teacher formation, epistemology

Sumário

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO.....	1
CAPÍTULO 2 – REFERENCIAIS TEÓRICOS.....	11
2.1 CONTRIBUIÇÕES EPISTEMOLÓGICAS ÀS PRÁTICAS EDUCATIVAS.....	11
2.2 A NOÇÃO DE OBSTÁCULO EPISTEMOLÓGICO.....	16
CAPÍTULO 3 – QUESTÕES DE PESQUISA E OBJETIVOS.....	23
CAPÍTULO 4 – CAMINHOS METODOLÓGICOS.....	25
4.1 SOBRE O CURSO.....	25
4.2 PARTICIPANTES DA PESQUISA.....	28
4.3 INSTRUMENTOS PARA A COLETA DE DADOS.....	29
4.3.1 Questionário Concepções de Ciência.....	30
4.3.2 Questionário Obstáculos Epistemológicos.....	30
4.3.3 Trabalho Final.....	31
4.3.4 Questionário Obstáculos Epistemológicos – Alunos.....	32
4.4 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE.....	34
4.4.1 Análise das Questões Afirmativas.....	35
4.4.2 Análise das Discursivas, do Trabalho Final e da Transcrição das Entrevistas.....	35
CAPÍTULO 5 – CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA.....	37
5.1 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES.....	37
5.2 PRINCIPAIS CONCEPÇÕES OBSERVADAS.....	39
5.2.1 Concepções dos Participantes Adequadas desde o Início do Curso	39
5.2.2 Concepções dos Participantes Erradas desde o Início do Curso.....	43
5.2.3 Concepções dos Participantes com Maior Avanço.....	44
5.2.4 Concepções dos Participantes com Maior Retrocesso.....	46
5.3 CONCEPÇÕES OBSERVADAS NA DISSERTATIVA.....	48
CAPÍTULO 6 – OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS.....	53
6.1 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES.....	53

6.2 O OBSTÁCULO ANIMISTA.....	55
6.2.1 A Molécula de Água.....	58
6.3 O OBSTÁCULO SUBSTANCIALISTA.....	61
6.4 O OBSTÁCULO REALISTA.....	63
6.5 O OBSTÁCULO UNITÁRIO E PRAGMÁTICO.....	66
6.5.1 As Origens Filosóficas do Pensamento Utilitário.....	68
6.6 O OBSTÁCULO EXPERIÊNCIA PRIMEIRA.....	70
6.7 O OBSTÁCULO VERBAL.....	72
6.7.1 Afinal, o que é um Lençol Freático?.....	74
6.8 O OBSTÁCULO GERAL.....	79
6.8.1 A Percepção das Setas.....	85
CAPÍTULO 7 – O “SER” PROFESSOR.....	89
7.1 EXPECTATIVAS.....	89
7.2 A NECESSÁRIA RENOVAÇÃO NOS CURRÍCULOS DE LICENCIATURA EM PEDAGOGIA.....	90
CAPÍTULO 8 – CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	101
REFERÊNCIAS.....	105

APÊNDICES

APÊNDICE 1: Folder de divulgação do curso “Obstáculos Epistemológicos no Processo de Alfabetização Científica”.

APÊNDICE 2: Questionário inicial sobre concepções de ciência.

APÊNDICE 3: Questionário final sobre concepções de ciência.

APÊNDICE 4: Questionário inicial sobre obstáculos epistemológicos.

APÊNDICE 5: Questionário final sobre obstáculos epistemológicos.

APÊNDICE 6: Roteiro do plano de aula.

APÊNDICE 7: Questionário sobre obstáculos epistemológicos - alunos.

APÊNDICE 8: Sistemática de desenvolvimento das atividades do curso.

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

Este trabalho parte da importância da alfabetização científica para a formação de cidadãos críticos e conscientes, uma vez que os elementos da cultura e da linguagem científica integram o cotidiano dos indivíduos e fazem com que a compreensão das relações existentes entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, e a percepção humana e social do trabalho científico sejam aspectos essenciais para questionar a realidade ao redor e tomar decisões.

Nesse sentido, pensá-lo no contexto das séries iniciais; pois a criança também é sujeito integrante do corpo social e possui, assim como os adultos, o direito de apropriar-se da cultura que a cerca; tem sido o desafio de muitos pesquisadores da área devido às dificuldades encontradas para a sua realização. Dentre essas dificuldades, a formação dos professores responsáveis por esse grau de escolarização foi um dos temas trabalhados nesta pesquisa, considerando o pouco conhecimento acerca dos fundamentos teóricos e metodológicos que norteiam as práticas educativas dessa disciplina.

Por se tratar de uma área recente, considerando que a produção do conhecimento científico se intensificou na segunda metade do século XX juntamente com a preocupação com o ensino dessa disciplina, ainda faltam políticas públicas para implementar o currículo de Ciências nas séries iniciais, que acabam priorizando o ensino de Matemática e de Linguagem (principalmente na primeira e segunda séries do Ensino Fundamental) e interpretam, erroneamente, que a abordagem científica seria “inadequada” às crianças no início da escolarização, uma vez que elas não teriam capacidade cognitiva para compreendê-la.

Cada vez que escuto que as crianças pequenas não podem aprender ciências, entendo que essa afirmação comporta não somente a incompreensão das características psicológicas do pensamento infantil, mas também a desvalorização da criança como sujeito social. Nesse sentido, parece que é esquecido que as crianças não são somente o “futuro” e sim que são “hoje” sujeitos integrantes do corpo social e que, portanto, têm o mesmo direito que os adultos de apropriar-se da cultura elaborada pelo conjunto da sociedade para utilizá-la na explicação e na transformação do mundo que as cerca. E apropriar-se da cultura elaborada é apropriar-se também do conhecimento científico, já que este é uma parte constitutiva dessa cultura (FUMAGALLI, 1998, p. 15).

O ensino da cultura científica às crianças deve levar em consideração que as mesmas também são responsáveis pelo cuidado ao meio ambiente e podem agir de forma consciente no que se refere ao bem estar social dos indivíduos. Justificativas apoiadas em sua incapacidade cognitiva para aprender os conteúdos científicos refletem em discriminações por excluí-las da sociedade em que vivem, reduzindo-as a sujeitos ahistóricos e aculturais.

A escola é a instituição encarregada de distribuir aos indivíduos os conteúdos culturais que a família, os meios de comunicação e o próprio desenvolvimento pessoal não são capazes de transmitir ou gerar, sendo o ensino fundamental a “porta de entrada” a esses conteúdos. Como a ciência faz parte da vida diária das pessoas – seja em bens de consumo ou fenômenos cotidianos, ao priorizar outras disciplinas em detrimento das Ciências, a instituição escolar não estaria democratizando o acesso de seus alunos ao conhecimento, não os preparando socioculturalmente.

As crianças exigem o conhecimento das ciências naturais porque vivem num mundo no qual ocorre uma enorme quantidade de fenômenos naturais para os quais a própria criança deseja encontrar uma explicação; um meio no qual todos estamos cercados de uma infinidade de produtos da ciência e da tecnologia que a própria criança usa diariamente e sobre os quais se faz inúmeras perguntas; um mundo no qual os meios de informação social a bombardeiam com notícias e conhecimentos, alguns dos quais não são realmente científicos, sendo a maioria supostamente científicos, mas de qualquer forma contendo dados e problemas que amiúde a preocupam e angustiam (FUMAGALLI, 1998, p. 17).

Um dos argumentos que discordam da alfabetização científica na Educação Básica (por acreditarem que são realidades utópicas, não sendo possíveis nem mesmo nas melhores escolas), leva em consideração que para o uso dos produtos tecnológicos disponíveis na sociedade não é preciso o conhecimento dos princípios científicos em que os mesmos se baseiam. Apesar de ninguém poder se desenvolver atualmente sem saber ler, escrever e fazer operações matemáticas básicas, há de se reconhecer que a falta de tais conhecimentos nada impede e não traz limitações à vida prática dos indivíduos (FENSHAM, apud CACHAPUZ et al., 2005).

Contudo, CACHAPUZ et al. (2005) discorrem que não são necessários conhecimentos específicos para a participação dos cidadãos na tomada de decisões, mas sim um mínimo desses conhecimentos, que são

perfeitamente acessíveis a todos, e abordagens éticas e globais que não exigem especialização. E ainda:

Mas cabe insistir, uma vez mais, que a tomada de decisões não pode basear-se exclusivamente em argumentos científicos específicos. Pelo contrário, as preocupações que despertam a utilização destes produtos, e as dúvidas sobre suas repercussões, recomendam que os cidadãos tenham a oportunidade de participar no debate e exigir uma estrita aplicação no princípio da prudência, que não questiona, desde logo, o desenvolvimento da investigação nem neste nem noutro campo, mas opõe-se à aplicação apressada, sem garantias suficientes, dos novos produtos, pelo desejo do benefício em curto prazo (CACHAPUZ et al., 2005, p. 28).

Para CHASSOT (2003), mais importante do que entender a ciência é torná-la facilitadora do estar fazendo parte do mundo, utilizando o ensino da disciplina na construção de benefícios práticos às pessoas, à sociedade e ao meio ambiente. De acordo com o autor, trata-se de ser alfabetizado cientificamente, ou seja, saber ler a linguagem em que está escrita a natureza e compreendê-la como sendo integrante da própria cultura.

A possibilidade de ensinar Ciências deve estar acompanhada da possibilidade de aprendê-la e, dessa forma, apoiadas por teorias do desenvolvimento cognitivo algumas pessoas questionam a capacidade intelectual dos alunos nas séries iniciais em compreender conceitos mais abstratos, como os trabalhados na disciplina. Sobre isso, FUMAGALLI (1998) afirma que quando os indivíduos possuem tal perspectiva, estão comparando a ciência executada em centros de pesquisa e universidades por cientistas àquela ensinada na escola, ou seja, esquecem que o conhecimento científico precisa ser transformado em conhecimento escolar, passando por uma transposição didática.

Não existe um isomorfismo completo entre a ciência da comunidade científica e a ciência que é aprendida e ensinada na escola. Existem diferenças e é razoável que assim seja, já que a estrutura lógica de uma disciplina – a estruturação realizada pelos especialistas – e a estruturação psicológica da mesma – a forma como são organizados os seus conceitos na mente de meninos e meninas – nem sempre coincidem (WEISSMANN, 1998, p. 51).

Não há de se esperar profundos conhecimentos conceituais, afinal o objetivo não é formar cientistas, mas sim preparar os alunos para exercerem sua

cidadania através da abordagem da cultura científica e dos elementos que a compõe. Faz-se necessário também, formar nas crianças uma atitude científica que proporcione características como a curiosidade, o desejo pelo saber e pela descoberta, a comunicação, o trabalho em equipe, o pensamento lógico, a tomada de decisões, e tantas outras habilidades importantes que os posicionem frente às complexas situações vivenciadas na sociedade.

SASSERON e CARVALHO (2008) discorrem acerca de três principais questões que poderiam estabelecer um indivíduo como sendo alfabetizado cientificamente, servindo também de auxílio na preparação de propostas de ensino baseadas nas perspectivas de democratização da ciência.

Denominados pelas autoras de *Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica*, são eles: i) compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais, a fim de entender até mesmo pequenas informações do dia a dia – o pH na garrafa de água mineral, por exemplo; ii) compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática e iii) entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

Muitos são os desafios para o ensino de Ciências nas séries iniciais, podendo destacar os problemas enfrentados devido à falta de ações políticas e governamentais – o que remete ao lugar ocupado pela ciência e pela tecnologia no desenvolvimento do país e a valorização dessas questões por parte da população em geral; e a importância que os indivíduos atribuem ao conhecimento da cultura científica. Cumpre ressaltar também, a qualidade na formação inicial dos professores e o reconhecimento atribuído na instituição escolar, já que priorizam o ensino de outras disciplinas.

Na prática docente a ciência escolar é vista como a ciência dos cientistas, concebida como um conjunto de verdades absolutas, com memorização de fórmulas e teorias e carência de significados na vida dos que a estudam. O pouco domínio dos educadores (devido a sua formação) dificulta a abordagem dos conteúdos e de diferentes metodologias que proporcionem o protagonismo de seus alunos nas situações de ensino e aprendizagem; além do uso único e exclusivo do livro didático para seleção, sequência e profundidade dos conceitos trabalhados, que é feito pelo docente sem nenhuma crítica e preocupação com possíveis erros que podem ser encontrados.

HAMBURGER (2007) discorre que embora o ensino de Ciências na década de 1940 priorizasse a descrição e a memorização dos conteúdos, ministrado no curso primário sob o rótulo de “Lições de Coisas”, o Manifesto

dos Pioneiros da Educação Nova, de Fernando de Azevedo, Anísio Teixeira, entre outros, preconizava um ensino diferente já em 1932:

A partir da escola infantil (4 a 6 anos) à Universidade, com escala pela educação primária (7 a 12 anos) e pela secundária (12 a 18 anos), a “continuação ininterrupta de esforços criadores” deve levar à formação da personalidade integral do aluno e ao desenvolvimento de sua faculdade produtora e de seu poder criador, pela aplicação, na escola, para a aquisição ativa de conhecimentos, dos mesmos métodos (observação, pesquisa, e experiência), que segue o espírito maduro, nas investigações científicas [...] favorecer a expansão das energias criadoras do educando, procurando estimular-lhe o próprio esforço como o elemento mais eficiente em sua educação e preparando-o, com o trabalho em grupos e todas as atividades pedagógicas e sociais, para fazê-lo penetrar na corrente do progresso material e espiritual da sociedade de que proveio e em que vai viver e lutar (AZEVEDO et al., apud HAMBURGER, 2007, p. 97).

Mesmo após o crescimento científico ocorrido no século XX, os esforços em considerá-lo como parte integrante da cultura social e a consciência de que o ensino escolar de Ciências era insatisfatório e livresco, ainda hoje – 84 anos após a publicação desse Manifesto, prevalecem na Educação Básica práticas que contradizem a formação de cidadãos críticos e conscientes e introduzem uma concepção deformada da atividade científica, que contribui para uma imagem pública da ciência como sendo algo alheio e inatingível – por vezes até recusável, e também diminui o interesse e dedicação dos jovens em estudá-la, chegando aos anos finais do Ensino Fundamental ou no Ensino Médio com certa “aversão” às disciplinas científicas. Contrário do que poderia ocorrer se lhes fossem apresentados, desde o início de sua escolarização, quanta ciência existe em sua vida diária e a “beleza” contida na descoberta de seus saberes.

Pressupondo que não existe prática pedagógica inovadora ou mesmo eficaz quando o professor não possui os conhecimentos necessários da disciplina, faz-se necessário neste momento um olhar sobre a complexidade na formação inicial do profissional atuante nas séries iniciais, formado em cursos de Licenciatura em Pedagogia e responsável por todas as áreas do conhecimento neste nível de ensino (Português, Matemática, História, Geografia, Ciências, entre outras).

Até 1961, esses professores eram (na maioria) mulheres formadas em Escolas Normais, possuindo o conhecimento necessário para atender as exigências da época – Alfabetização e Matemática. Com a aprovação da LDB

nesse ano, estabeleceram-se pelo Conselho Federal de Educação os “currículos mínimos” destinados aos cursos de Licenciatura, que formavam até então docentes de 5º a 8º série e Ensino Médio. A partir da nova edição da LDB em 1971, o antigo Curso Normal foi substituído por habilitação profissionalizante no Ensino Médio Comum e, em 1996 uma nova reformulação na lei exigiu a todos os educadores a formação em nível superior, adaptando os cursos de Pedagogia, que até então se destinavam majoritariamente a formar profissionais para a administração escolar (HAMBURGER, 2007).

Visando caracterizar a formação científica do pedagogo, OVIGLI e BERTUCCI (2009) analisaram as ementas das disciplinas de *Metodologia de Ensino de Ciências Naturais* e afins das IES públicas estaduais e federais do estado de São Paulo, constatando defasagens na abordagem dos conceitos científicos, que, quando existiam, podiam não garantir uma formação satisfatória do ensino devido a sua curta duração – de quatro a dez créditos (1 crédito correspondia a 15 horas de aula).

Dentre os 11 cursos investigados (de 5 IES diferentes)¹, em apenas dois deles a disciplina era oferecida em dois semestres, abordando-se em um primeiro momento os conceitos relacionados às Ciências da Natureza e, após, as metodologias que norteiam essa área de ensino.

O foco principal das disciplinas investigadas baseava-se na vertente metodológica, por apresentarem nas ementas discussões acerca dos referenciais curriculares para as séries iniciais, o planejamento de atividades e os recursos didáticos; enquanto que aspectos relacionados à experimentação e às relações existentes entre a ciência, a tecnologia e a sociedade foram pouco contemplados. Para os autores, se esses elementos fossem destacados no currículo propiciaria uma melhor abordagem dos aspectos fenomenológicos das ciências, da interdisciplinaridade entre as áreas do conhecimento trabalhadas nesse nível de escolarização, e da concepção de ciência como sendo uma atividade humana e cultural.

Os cursos que ofertavam a disciplina em dois semestres também se destacavam dos demais por outras razões: em um deles a matéria era responsabilidade conjunta dos departamentos de Educação, Química, Física e Biologia e, no outro, a ementa incluía conceitos dessas disciplinas e de Geociências.

¹ A pesquisa foi realizada considerando também os diferentes campos da mesma IES, já que a matriz curricular da referida disciplina poderia ser diferente.

Nesse sentido, é possível supor que o conhecimento do pedagogo formado nestas instituições acerca dos conteúdos científicos baseava-se em seu Ensino Médio, já que os autores observaram que tais questões eram trabalhadas em apenas um curso. Além disso, faz-se necessário pensar se a articulação com outras disciplinas ou mesmo departamentos não seria interessante, uma vez que proporcionaria aos licenciandos vivenciar outras situações durante sua graduação, experimentação em um laboratório, por exemplo. O contato com os respectivos professores possibilitaria também olhar diferentes horizontes e melhor conhecer as características que norteiam e fundamentam cada ciência.

Outro aspecto relevante, diz respeito à conexão entre a prática e o ensino de Ciências nos cursos de formação, pois é somente a partir das situações reais que o conteúdo acadêmico fará sentido ao futuro professor e desencadeará reflexões sobre as rotinas, as crenças, as teorias e concepções envolvidas no ensino e aprendizagem dessa disciplina.

Considerando que os conhecimentos são melhores assimilados quando os indivíduos se envolvem e possuem oportunidades de agir diante do objeto de estudo, faz-se importante criar um ambiente propício para que os licenciandos possam experimentar e refletir sobre as situações de ensino e aprendizagem de Ciências – o que muitas vezes pode implicar em um processo de autoformação e reconstrução de percepções equivocadas.

PIMENTA (2002) aponta os saberes da experiência, do conhecimento e pedagógicos como sendo os saberes necessários à formação do educador. Para a autora, os saberes da experiência são constituídos, em um primeiro momento, pelas crenças e estereótipos oriundos da vida escolar e da sociedade – já que o professor é inserido em seu ambiente de trabalho mesmo antes de iniciar sua profissão; e também da reflexão de sua atuação em sala de aula. Ao ingressar no curso de formação inicial, o bom e o mau professor; aqueles que possuem conhecimento da disciplina, mas não sabem ensiná-la; as dificuldades encontradas no dia a dia escolar (que podem ser traduzidas em alunos indisciplinados, baixos salários e ambiente de trabalho inadequado) são elementos conhecidos de antemão pelos licenciandos, que por sua vez, podem incorporar tais crenças e representações em sua própria ação futura, como afirma TARDIF (2000, p. 13): “Os alunos passam pelos cursos de formação de professores sem modificar suas crenças anteriores sobre o ensino. E, quando começam a trabalhar como professores, são principalmente essas crenças que eles reativam para solucionar seus problemas”.

Nesse sentido, a maneira acumulativa, linear e fragmentada transmitida pelo ensino – incluindo o universitário, poderia reforçar tais visões de ensino e aprendizagem “socialmente” aceitas, principalmente ao considerar o pouco tempo disponível nas instituições para trabalhar os conceitos científicos. Ainda de acordo com PIMENTA (2002), essa experiência deriva do olhar de aluno sobre o “ser” professor, mas é necessário que o licenciando veja a docência com outros olhares, iniciando o processo de se ver nessa profissão, ou seja, abandonando percepções externas e passando a fazer parte da ação educativa.

Pensando agora especificamente no ensino de Ciências, essa apropriação e olhar diferenciado ficarão mais fáceis ao futuro professor se lhes forem dadas oportunidades de experienciar tais situações. Apenas frequentando os cursos de formação e adquirindo os conhecimentos acadêmicos, possivelmente as mudanças necessárias não ocorrerão. “O futuro profissional não pode constituir seu saber-fazer senão a partir de seu próprio fazer” (PIMENTA, 2002, p. 26).

Voltando aos saberes docentes, os conhecimentos específicos de cada disciplina também são elencados por PIMENTA (2002). Para ela, conhecer implica trabalhar com as informações, analisá-las e contextualizá-las às situações existentes na sala de aula, transformando esses conteúdos em conhecimentos escolares e realizando a transposição didática necessária a cada prática educativa.

Uma vez que os saberes pedagógicos são construídos na ação, onde se encontram os instrumentos para que a prática possa ser refletida e reelaborada, tem-se novamente a necessidade de articular os pressupostos metodológicos do ensino de Ciências às vivências dos futuros educadores. Embora os mesmos estejam baseados em conhecimentos “puros” durante a graduação, eles devem ser aplicados na vida cotidiana a fim de solucionar os problemas enfrentados na profissão.

Esses conhecimentos exigem também autonomia e discernimento por parte dos profissionais, ou seja, não se trata somente de conhecimentos técnicos padronizados cujos modos operatórios são codificados e conhecidos de antemão, por exemplo, em forma de rotinas, de procedimentos ou mesmo de receitas. Ao contrário, os conhecimentos profissionais exigem sempre uma parcela de improvisação e de adaptação a situações novas e únicas que exigem do profissional reflexão e discernimento para que possa não só compreender o problema como também organizar e esclarecer os objetivos almejados e os meios a serem usados para atingi-los. (TARDIF, 2000, p. 7).

Duas razões contrárias às perspectivas que buscam propostas rígidas à formação docente centrada no desenvolvimento de competências e habilidades podem ser apontadas: qualquer situação de ensino é única, complexa, variável e incerta; e não existe uma teoria científica capaz de estabelecer os meios e as técnicas usadas nessas complexas e ambíguas situações. Isso não significa que se devem abandonar tais propostas, pois frequentemente a melhor forma de intervenção consiste na aplicação das teorias e técnicas amplamente fundamentadas. Porém, não se pode considerar a atividade docente como única e exclusivamente técnica, mas sim encará-la como uma prática artística e reflexiva. (GÓMEZ, 1992).

Para que ocorra a renovação no ensino de Ciências nas séries iniciais – considerando as discussões feitas até o momento, as concepções dos professores precisam estar coerentes com essa mudança, proporcionando em suas aulas situações de ensino e aprendizagem que se distanciem da transmissão de conhecimentos e vão ao encontro das características do trabalho científico. Aprender a ensinar é um processo complexo que envolve, além dos aspectos metodológicos e cognitivos, também o afetivo, o ético, entre outros.

SAVIANI (1996, p. 145) discorre acerca da ação educativa:

Ora, educador é aquele que educa, isto é, que pratica a educação. Portanto, para alguém ser educador é necessário saber educar. Assim, quem pretende ser educador precisa aprender, ou seja, precisa ser formado, precisa ser educado para ser educador. Em outros termos, ele precisa dominar os saberes implicados na ação de educar, isto é, ele precisa saber em que consiste a educação.

Estendendo as ideias do autor ao ensino de Ciências, faz-se necessário a formação do professor no que se refere ao aprendizado dessa disciplina, a mobilização de saberes à sua ação e a compreensão de qual

“ciência” está abordando em suas aulas – a que reforce dogmatismos e memorizações de fórmulas e conteúdos, ou a que desenvolva as características da atividade científica, como por exemplo, a criatividade e o questionamento.

As resistências às mudanças nas concepções de ciência mostram-se ligadas às percepções dos professores. Como eles difundem o conhecimento em diversos níveis de ensino, a maneira como o abordam e tratam as questões científicas influenciarão suas práticas pedagógicas e serão transmitidas aos alunos, que, possivelmente, também passarão a ter as mesmas ideologias de seus docentes.

Assim, no próximo capítulo encontra-se uma síntese das leituras realizadas sobre a necessária discussão da epistemologia científica à formação inicial e continuada de professores, algumas concepções de ciência elencadas por GIL PÉREZ e colaboradores (2001) e a noção de obstáculos epistemológicos descritos por Gaston Bachelard (1884-1962), que constituem o referencial teórico deste trabalho.

CAPÍTULO 2 – REFERENCIAIS TEÓRICOS

*Por que deveríamos ensinar hoje na mesma lógica que aprendemos?
(Jaqueline Pereira e Maria Pansera de Araújo)*

2.1 Contribuições Epistemológicas às Práticas Educativas

Nos vários níveis de ensino é comum associar a ciência como sendo acumulativa, onde leis e teorias seguiriam linearmente a partir de uma série de descobertas individuais que, quando reunidas, constituiriam o conhecimento científico. É praxe também considerá-lo uma continuação do senso comum, principalmente devido à importância atribuída na investigação das concepções prévias dos alunos durante as práticas pedagógicas. Para ANDRADE e MARTINS (2009), os professores interpretam que um dos objetivos do ensino de Ciências seria refinar ou reforçar o conhecimento cotidiano de seus educandos. Porém, BACHELARD (1996) discorre que tais percepções são equivocadas, já que deve existir uma ruptura entre o que se considerava ser o certo e o que é atualmente aceito.

O problema maior é que a natureza da ciência surge distorcida nos currículos, inclusive no universitário, onde visões equivocadas da ciência e da tecnologia são transmitidas dos professores para seus alunos. De acordo com GIL PEREZ et al. (2001), essa imagem poderia justificar o fracasso da maioria dos estudantes e a sua recusa em estudá-la, convertendo-se em obstáculos à aprendizagem.

Para uns, a ciência corre o perigo de se converter num dogmatismo opressor, que rechaçam e criticam; para outros, de chegar a ser a grande desconhecida da maior parte da população, que quase só valoriza as pseudociências e até mesmo as superstições (IZQUIERDO apud PRAIA et al., 2002, p. 128).

Nesse sentido, as discussões sobre a natureza científica têm-se mostrado importantes nos processos de ensino e aprendizagem dessa disciplina, pois sua compreensão auxilia os educadores na preparação e orientação de suas aulas e na percepção de qual “ciência” estão abordando com seus alunos.

A fim de melhor entender os fundamentos que norteiam tais discussões, cumpre ressaltar, a diferença existente entre ciência e filosofia da

ciência definida por GONÇALVEZ apud PRAIA et al. (2002, p. 128): na ciência faz-se, na filosofia pensa-se como se faz, para que se faz e por que se faz. E ainda:

A epistemologia² ao pretender saber das características do que é ou não é específico da cientificidade e tendo como objeto de estudo a reflexão sobre a produção da ciência, sobre os seus fundamentos e métodos, sobre o seu crescimento, sobre a história dos seus contextos de “descoberta” não constitui uma construção racional isolada. Ela faz parte de uma teia de relações, muitas vezes oculta, mas que importa trazer ao de cima numa educação científica que ao refletir sobre suas finalidades, sobre os seus fundamentos e raízes, sobre as incidências que produz no ensino praticado e nas aprendizagens realizadas pelos alunos se esclarece na própria orientação epistemológica que segue (PRAIA et al., 2002, p. 128).

Dessa forma, as conexões entre ciência/epistemologia da ciência/ensino de Ciências são necessárias por proporcionarem abordagens teórico-metodológicas que aproximem as práticas educativas da cultura científica e mostrem aos educandos a construção humana e social dos conhecimentos, tornando-os acessíveis à população. Em síntese, trata-se de entender como a ciência “funciona”, como evolui, quais características possibilitam diferenciá-la de outras formas de conhecimento, do que consiste o trabalho dos cientistas, etc.

ANDRADE e MARTINS (2002) afirmam que tais perspectivas no contexto das séries iniciais ainda representam um desafio devido a alguns fatores: a formação inicial desses profissionais não contempla a filosofia científica em sua matriz curricular; a pequena quantidade de estudos voltados a esse nível de escolarização e a possibilidade incerta de trabalhar essas questões com as crianças considerando seus desenvolvimentos cognitivos.

Os autores discorrem que uma maneira de contemplar a natureza científica em sala de aula seria por meio das relações entre a mesma e a tecnologia e a sociedade. O “novo” tipo de gripe que mobilizou várias pesquisas na procura de vacinas representaria um exemplo dessas atividades. As crianças poderiam trazer as questões de suas casas (veiculadas pela mídia) para problematizá-las nas aulas de Ciências. Isso propiciaria percebê-la como parte do desenvolvimento histórico e cultural do país, influenciando e sofrendo influências na sociedade.

² De acordo com CARRILHO apud PRAIA et al. (2002), filosofia e epistemologia da ciência possuem os mesmos significados.

Situações de ensino e aprendizagem que aproximem os alunos do agir científico – levantamento de hipóteses para orientar as investigações, experimentação, resolução de problemas, compartilhamento de ideias com a comunidade “científica” de alunos para que as conclusões das atividades possam ser realizadas, trabalho em grupo, entre outras práticas, também introduziriam aos educandos percepções acerca do agir científico.

Pressupondo que essas questões só poderão ser abordadas em sala de aula se os docentes possuírem os subsídios epistemológicos necessários à sua execução e, considerando as pesquisas apontando que tanto professores quanto alunos de diferentes níveis de ensino e idades, respectivamente, detêm imagens inadequadas sobre a ciência (KOSMINSKY e GIORDAN, 2002; GIL-PÉREZ et al., 2001, GOMES et al., 2015); as concepções incorretas seriam um dos principais obstáculos à renovação do ensino dessa disciplina.

A fim de estabelecer uma visão aceitável do trabalho científico, mas evitando transmitir a existência de um método universal ou um conjunto de regras fixas – considerando o dinamismo e a complexidade em que o mesmo se baseia; utilizou-se neste trabalho sete concepções pontuadas por GIL PÉREZ e colaboradores (2001) propostas por meio da caracterização negativa, ou do que deveria ser evitado quando posturas científicas são adotadas na resolução de problemas. De acordo com os autores, a natureza da ciência e do agir científico estaria implicitamente determinadas nas possíveis deformações elencadas, sem desconsiderar a ambiguidade própria de uma atividade aberta e criativa.

As proposições foram instituídas por meio de reflexões sobre percepções equivocadas de ciências transmitidas no ensino, utilizando duas estratégias para identificá-las: análise de artigos de educação científica e didática das ciências entre os períodos de 1984 e 1998; e a criação de uma investigação cooperativa com um grupo de professores para que pudessem avaliar criticamente suas práticas docentes, partindo da hipótese de que essa reflexão proporcionaria o distanciamento das concepções e práticas habituais.

Uma percepção amplamente difundida na literatura, tanto na década de 1970 como no período analisado, foi denominada pelos autores *empírico-indutivista e atórica*. Trata-se de uma visão neutra acerca da atividade científica, que esquece o lugar das hipóteses e conhecimentos como orientadores do processo investigativo. A “essência” estaria na experimentação, coincidindo com as ideias de descoberta transmitidas pelos meios de comunicação e livros usados nos vários níveis de escolarização, onde apenas os resultados são divulgados.

A segunda deformação apontada pelos pesquisadores é *a rígida, exata e infalível*, na qual apresenta o método científico como um conjunto de etapas a seguir mecanicamente, esquecendo-se da criatividade, da dúvida, da reflexão e de toda a incerteza envolvida na construção dos conhecimentos científicos.

Vinculada a essa percepção rígida, na visão *dogmática e fechada, aproblemática e ahistórica*, os problemas que norteiam a atividade científica, os conhecimentos que precedem determinada descoberta, as dificuldades e as soluções encontradas, as limitações e perspectivas futuras são desconsiderados. Isso concordaria, assim como no caso da concepção *empírico-indutivista e ateórica*, com a veiculação das notícias feita pela mídia e na “ciência” concebida pela escola.

Embora foram encontradas poucas referências na literatura acerca da visão *analítica*, que pressupõe a divisão da ciência em áreas ou disciplinas a fim de simplificar seu estudo; essa ideia também foi mencionada pelos docentes participantes da pesquisa de GIL PÉREZ et al. (2001) como um dos obstáculos à educação científica. Para os autores, essa escassa alusão literária decorre da boa aceitação, por parte dos professores, de propostas interdisciplinares nas práticas pedagógicas, o que poderia propiciar o trabalho conjunto entre várias áreas do conhecimento.

Ao considerar o conhecimento científico como fruto de uma construção linear e acumulativa, ignorando as rupturas e remodelações existentes na história da ciência, outra ideia incoerente com o trabalho científico foi pontuada: *concepção acumulativa de crescimento linear*. Para GIL PÉREZ et al. (2001) ela seria complementar a percepção rígida destacada anteriormente; porém, enquanto esta se refere à maneira como a investigação é concebida – por um conjunto mecânico de etapas bem definidas, na visão acumulativa ocorre a interpretação simplista da evolução dos conhecimentos.

A ideia *individualista e elitista* transmitida pela ciência foi uma das percepções mais elencadas na pesquisa de Gil Pérez (pelos professores e artigos analisados). Nesse caso, ignora-se o trabalho coletivo dos grupos de pesquisas, acreditando-se que os resultados de apenas um cientista são suficientes para que uma hipótese ou teoria possa ser confirmada ou refutada. Além disso, este trabalho estaria reservado às minorias, extremamente inteligentes e dotadas de capacidades sobre-humanas.

Por fim, a última deformação destacada foi a que representa a ciência como sendo *socialmente neutra*, ou seja, suas relações com a sociedade e

a tecnologia, ou mesmo meio ambiente são descartadas, propiciando aos cientistas a imagem de “seres acima do bem e do mal”.

Em síntese, as sete deformações utilizadas nesta pesquisa foram: i) empírico-indutivista e atórica; ii) rígida, exata e infalível; iii) dogmática e fechada, aproblemática e ahistórica; iv) analítica; v) acumulativa de crescimento linear; vi) individualista e elitista e vii) socialmente neutra. Vale ressaltar, que esse conjunto aparece, na maioria das vezes, associado entre si na imagem científica socialmente aceita, por professores da disciplina, alunos e até mesmo muitos cientistas, que estariam corroborando com uma educação científica que valoriza a transmissão e o acúmulo de conhecimentos devido à falta de reflexão crítica acerca de tais questões; o que, por sua vez, não se distanciaria da compreensão geral que qualquer cidadão possui sobre a natureza da ciência.

Parece razoável, por exemplo, que uma visão individualista e elitista da ciência apoie implicitamente a ideia empirista de “descoberta” e contribua, além do mais, para uma leitura descontextualizada e socialmente neutra da atividade científica (realizada por “gênios” solitários). Do mesmo modo, para citar outro exemplo, uma visão rígida, algorítmica e exata da ciência pode reforçar uma interpretação acumulativa e linear do desenvolvimento científico, ignorando as crises, as controvérsias e as revoluções científicas (GIL PÉREZ et al., 2001, p. 134).

Nos cursos de formação de professores, incluindo a Licenciatura em Pedagogia – foco deste trabalho, pouco se discute questões epistemológicas que fundamentam a natureza científica, o que impossibilita abordagens teórico-metodológicas prescritas nos currículos atuais que se distanciam do acúmulo de conteúdos e informações desconexas das realidades dos alunos. De acordo com PRAIA e colaboradores (2002, p. 140): “os professores bem (in)formados nesta área podem recuperar um mau currículo e professores com graves deficiências de formação podem matar um bom currículo”.

Assim, não existirá prática inovadora ou eficaz enquanto os professores não desenvolverem conhecimentos e saberes acerca de como se faz ciência, mobilizando valores e crenças enraizados na forma como aprenderam a disciplina. Esforços na elaboração de novos programas escolares não farão sentido no que se refere às mudanças necessárias se os pressupostos que norteiam a formação docente não forem repensados.

Como formar o espírito científico através de métodos dogmáticos, lineares, repetitivos ou imitativos, onde o aluno é um simples executante ou um simples espectador, para não dizer um simples crente? Como pretender formar o espírito científico quando nós, professores de ciências, estamos cheios de repetir o que aprendemos durante a nossa formação, sem nos colocarmos a nós próprios a questionar? (GIORGAN apud PRAIA et al., 2002, p. 137).

É preciso modificar atitudes e práticas habituais a fim de promover novas percepções que propiciem pensar e refletir na e sobre a ciência e no ensino e aprendizagem dessa disciplina para a construção e compreensão da cultura científica como sendo parte integrante de uma ação social responsável - tão necessária atualmente.

2.2 A Noção de Obstáculo Epistemológico

Para enriquecer as discussões epistemológicas deste trabalho, também utilizou-se como referencial as ideias de Gaston Bachelard, que viveu em um período de “amadurecimento” da ciência, crise de paradigmas e revoluções. Suas concepções convergiam com a ruptura proporcionada pela Física Relativística, relacionando o conhecimento científico à descontinuidade e a um processo dialético e inacabado.

De acordo com BACHELARD (1996), o pensamento científico pode ser descrito em três etapas históricas, sendo elas: Estado Pré-Científico, que compreende a Antiguidade clássica e séculos do Renascimento e de novas buscas (séculos XVI, XVII e XVIII); Estado Científico, consistindo no fim do século XVIII até o início do XX e o Novo Espírito Científico, marcado pelo surgimento da relatividade de Einstein em 1905, que questionaria os conceitos tidos como fundamentais até a época. Para o epistemólogo, seria necessária a desconstrução de alguns princípios e atitudes que impediriam a atividade científica de caracterizar-se como tal, permanecendo nos rudimentos propostos nos séculos anteriores ou mesmo pela ciência positivista.

Na formação do espírito científico, faz-se necessário que os indivíduos alcancem a abstração à compreensão dos fenômenos, o que o autor denomina de passagem da forma geométrica à abstrata. A interpretação científica parte sempre da realidade, daquilo que é observado e, por isso, carrega a subjetividade do observador, suas crenças, valores, sentimentos, afetos, conhecimentos, etc. Ao delinear e ordenar os fatos, testar as hipóteses e

relacioná-las com as teorias, as imagens são substituídas pela geometrização, que por se tratar de uma etapa lenta e difícil, pode assegurar por muito tempo que ela é suficiente para constituir o sólido espírito científico. Porém, essa geometrização é um estágio intermediário por se apoiar ainda no concreto, sendo preciso encaminhar o pesquisador à objetividade, desligando-o das experiências imediatas.

Um novo conhecimento origina-se a partir da reconstrução de um conhecimento antigo, destruindo conceitos mal estabelecidos e rompendo com as acomodações causadas por aquilo que já se conhece, uma vez que a ciência é a busca incessante por novas perguntas. Para que o espírito científico possa ser formado devem ocorrer rupturas entre o que se considerava ser o certo e o que é atualmente aceito, caminhando para a objetividade dos fenômenos. Contudo, BACHELARD (1996, p. 18) discorre:

É impossível anular, de um só golpe, todos os conhecimentos habituais. Diante do real, aquilo que cremos saber com clareza ofusca o que deveríamos saber. Quando o espírito se apresenta à cultura científica, nunca é jovem. Aliás, é bem velho, porque tem a idade de seus preconceitos. Aceder à ciência é rejuvenescer espiritualmente, é aceitar uma brusca mutação que contradiz o passado.

Essas resistências causadas pelo pensamento subjetivo impedem as explicações científicas de transpor as barreiras da geometrização, oferecendo satisfações imediatas à curiosidade e limitando as potencialidades do ato de conhecer, tornando-o estagnado. Esses entraves ou anti-rupturas foram denominados obstáculos epistemológicos:

É em termos de obstáculos que o problema do conhecimento científico deve ser colocado. E não se trata de considerar obstáculos externos, como a complexidade e a fugacidade dos fenômenos, nem de incriminar a fragilidade dos sentidos e do espírito humano: é no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem, por uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos. É aí que mostraremos causas de estagnação e até de regressão (BACHELARD, 1996, p. 17).

Portanto, a objetividade não seria alcançada devido às lacunas existentes entre o conhecimento comum e o científico – obstáculos epistemológicos, que por sua vez, são inerentes ao ato de conhecer e podem ser

encarados como resistências do pensamento ao pensamento, ou seja, algo interno e subjetivo dos indivíduos.

Considerando as discussões feitas até o momento acerca do ensino de Ciências e da importância de concepções adequadas que aproximem os alunos da cultura científica, o entendimento das barreiras epistemológicas propostas por Bachelard constitui uma ferramenta às práticas educativas, permitindo ao professor um olhar crítico sobre como os conteúdos estão sendo abordados durante as aulas, já que os obstáculos podem estar presentes nas metodologias, materiais didáticos ou discursos. Além disso, permite identificar as dificuldades na aprendizagem do educando, pois muitas vezes percepções equivocadas podem obstaculizar o desenvolvimento de conceitos mais precisos.

Ao ter consciência da existência do obstáculo, o professor deve focalizar seu trabalho para a busca de sua superação pelo aprendiz. Quanto mais incisiva for sua atuação nesse sentido, mais chance tem o aluno de desenvolver-se para transpor o obstáculo, no aprendizado de determinado conceito (ANDRADE E MARTINS, 2009, p. 9).

Cumprido ressaltar, que a abstração ou a objetividade abordada pela epistemologia bachelardiana não são esperadas no contexto deste trabalho, já que se refere às séries iniciais - além da capacidade cognitiva das crianças a transposição didática deve ocorrer nos diferentes níveis de ensino, a fim de que a ciência escolar possa ser diferenciada da ciência praticada por cientistas. Trata-se, portanto, de relacionar uma filosofia científica complexa no ambiente escolar, mas sem desconsiderar as limitações existentes nessa associação e potencializando a formação docente com algumas contribuições que a mesma possa trazer aos processos de ensino e aprendizagem da disciplina.

Em sua obra *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*, Bachelard descreve os tipos de obstáculos à construção dos conhecimentos, sendo eles: o animismo, a experiência primeira, a generalização prematura, o realismo, o substancialismo, o unitário e o pragmático e o verbal.

Apesar de ter sido praticamente superado pela Física do século XIX, de acordo com o autor, o *animismo* ainda encontra-se presente, principalmente, na maneira infantilizada com que os fenômenos são abordados nos materiais pedagógicos das séries iniciais; no qual se atribuem aos fenômenos características vitais. “Com a ideia de substância e com a ideia de vida, ambas entendidas de modo ingênuo, introduzem-se nas ciências físicas

inúmeras valorizações que prejudicam os verdadeiros valores do pensamento científico” (BACHELARD, 1996, p. 27).

Para o epistemólogo, a *experiência primeira* é o primeiro obstáculo à formação do espírito científico, pois o encantamento inicial com as imagens ou atividades lúdicas são priorizados em detrimento da explicação científica, substituindo as ideias que a fundamentam pela beleza e encantamento proporcionados pela visão imediata.

No ensino elementar, as experiências muito marcantes, cheias de imagens, são falsos centros de interesse. É indispensável que o professor passe continuamente da mesa de experiências para a lousa, a fim de extrair o mais depressa possível o abstrato do concreto. Quando voltar a experiência, estará mais preparado para distinguir os aspectos orgânicos do fenômeno. A experiência é feita para ilustrar um teorema. [...] Mais vale a ignorância total do que um conhecimento esvaziado de seu princípio fundamental (BACHELARD, 1996, p. 50).

Durante as aulas de Ciências, a experimentação representa – entre docentes e educandos, uma metodologia inovadora e eficaz à aprendizagem significativa dos conceitos. Porém, há de se considerar que embora auxilie na motivação dos estudantes, isso não é suficiente ou mesmo garantia de que os conhecimentos possam ser por eles assimilados. Quando o professor compreende essas questões, sua prática pedagógica pode ser repensada e reelaborada, propiciando maneiras diferentes de trabalhar tais propostas em sala de aula, que favoreçam a maior autonomia dos alunos e os aproxime do agir científico – questionamentos e reflexões, por exemplo. “O educador deve procurar, portanto, destacar sempre o observador de seu objeto, defender o aluno da massa de afetividade que se concentra em certos fenômenos rapidamente simbolizados e, de certa forma, muito interessantes” (BACHELARD, 1996, p. 68).

As *generalizações* dos fenômenos tornam uma lei clara, completa e fechada, dificultando o interesse dos alunos em aprofundar e questionar suas premissas. Para GOMES e OLIVEIRA (2007), as mesmas facilitam o entendimento momentâneo, porém se tornam suficientemente satisfatórias para que outras explicações possam ser concebidas. “O pensamento científico moderno empenha-se para especificar, limitar, purificar as substâncias e seus fenômenos” (BACHELARD, 1996, p. 89).

O obstáculo *realista* supervaloriza o concreto, palpável, materializando-os ao sentimento de posse. O epistemólogo discorre acerca das inúmeras páginas dedicadas às pedras preciosas nos Tratados de Medicina do século XVIII, pois quando derretidas transformavam-se em remédios e possuíam o poder da cura – a eficiência aumentava quanto maior a avareza do doente, já que representava um sacrifício enorme derretê-las. Esse realismo relaciona-se ao fato de que as pedras preciosas concentram grandes riquezas em um pequeno volume, o que Bachelard denomina de princípio do avarismo inteligente.

Outra barreira à construção do pensamento científico é o *substancialismo*, ocorrendo quando as características do macroscópico são transferidas ao microscópico. “Atribui à substância qualidades diversas, tanto a qualidade superficial como a qualidade profunda, tanto a qualidade manifesta como a qualidade oculta. [...] prevalecendo-se da experiência externa evidente” (BACHELARD, 1996, p. 121). E ainda:

Pensa-se como se vê, pensa-se o que se vê: a poeira gruda na parede eletrizada, logo, a eletricidade é uma cola, um visco. É assim adotada uma falsa pista em que os falsos problemas vão suscitar experiências sem valor, cujo resultado negativo nem servirá como advertência [...] Diante de um fracasso na verificação, sempre é possível pensar que ficou disfarçada, oculta, uma qualidade substancial que deve aparecer. Se o espírito começa a pensar assim, pouco a pouco torna-se impermeável aos desmentidos da experiência (BACHELARD, 1996, p. 128-129).

O conhecimento *pragmático* relaciona-se às concepções finalistas dos fenômenos, procurando um caráter utilitário para o princípio da explicação científica. “Em pedagogia, constata-se que quando os alunos se referem a aspectos utilitários dos conceitos, como por exemplo: ‘a fotossíntese é a função que purifica o ar que nós respiramos’, parece que isto é suficiente para definir os conceitos” (ANDRADE et al., 2000, p. 235).

TERRA et al. (2014), afirmam que os obstáculos epistemológicos são polimorfos, apresentando-se de variadas maneiras nos textos e discursos científicos e ocasionando, também, o surgimento de outras barreiras à construção dos conhecimentos. Quando se atribui aos fenômenos uma utilidade humana corre-se o risco das generalizações extremas, pois o encanto das percepções finalistas propicia caracterizá-lo por traços particulares, consistindo no *unitarismo*.

A própria utilidade fornece uma espécie de indução muito especial que poderia ser chamada de indução utilitária. Ela leva a generalizações exageradas. [...] o impulso utilitário levará, quase infalivelmente, longe demais. Todo pragmatismo, pelo simples fato de ser um pensamento mutilado, acaba exagerando. O homem não sabe limitar o útil. O útil, por sua valorização, se capitaliza sem medida (BACHELARD, 1996, p. 113-114).

Finalmente, o uso indiscriminado de metáforas, analogias e imagens nas explicações científicas consiste no obstáculo *verbal*, associando o concreto ao abstrato. Bachelard não é contra a utilização das mesmas no ensino, desde que o professor possa utilizá-las como uma ferramenta nos processos de ensino e aprendizagem, sempre após a teoria e nunca antes dela.

O problema ocorre quando há o uso anterior à explicação da hipótese ou teoria, pois pode ocorrer uma tendência à estagnação do pensamento, o aluno se apega e aceita essa aproximação como um estratagema conclusivo, não havendo necessidades de maiores elucidações o que impossibilita a abstração necessária ao conhecimento (GOMES e OLIVEIRA, 2007, p. 98).

A noção desses entraves epistemológicos é uma fonte de análise à compreensão dos fundamentos e metodologias que norteiam as práticas educativas, auxiliando os professores na elucidação de formas para superá-los durante suas aulas. Uma vez que a superação de um obstáculo levará a um novo saber, eles não devem ser encarados como ausência de conhecimento ou um fator negativo (TERRA et al., 2014).

Ainda segundo os autores, essas barreiras possuem relação direta com as concepções científicas dos docentes e são essenciais na desconstrução de conceitos errados formados pelos alunos. Muitos professores assumem que um dos objetivos do ensino de Ciências seria refinar ou reforçar o senso comum de seus educandos, o que no enfoque bachelardiano, trataria de problematizar e incentivar, a partir dele, a reflexão e posterior ruptura (ANDRADE e MARTINS, 2009). Ao identificar quando o conhecimento comum torna-se um obstáculo à aprendizagem, o docente passa a refletir não somente no que o aluno deve aprender, mas também no que ele deve desaprender.

(...) por se julgarem porta-vozes autorizados do conhecimento científico, professores de ciências ignoram um dos principais entraves relativos à arte de ensinar, o obstáculo pedagógico, que traz impedimentos à compreensão das razões pelas quais suas classes não compreendem a matéria lecionada. E a questão central não é, portanto, metodológica, mas envolve muitos fatores, entre os quais o enfoque desenvolvido em sala de aula e a própria visão de ciência de quem ensina. (...) se os professores (...) tiverem como predominantes (...) concepções típicas do alunado, (...) quais razões poderão fornecer às suas turmas para promoverem o questionamento (...)? (OLIVEIRA apud TERRA et al., 2014, p. 322-323).

CAPÍTULO 3 – QUESTÕES DE PESQUISA E OBJETIVOS

*Aprender a ensinar e a se tornar professor são processos e não eventos.
(J. Gary Knowles)*

Diante do exposto sobre a necessária renovação no ensino de Ciências e a formação científica do pedagogo, professor polivalente e responsável por todas as áreas do conhecimento nas séries iniciais, as seguintes questões nortearam o desenvolvimento deste trabalho:

A formação inicial desses profissionais propiciaria aos mesmos desenvolver em suas aulas atividades que promovam uma formação cidadã e concordem com os pressupostos teóricos e epistemológicos do ensino de Ciências? É possível haver relação entre as percepções científicas de alunos e professores das séries iniciais?

A fim de que essas questões pudessem ser respondidas, os objetivos específicos da pesquisa foram:

- Analisar as concepções de ciência e a existência de obstáculos epistemológicos em um grupo de professores das séries iniciais (em exercício e em formação);
- Por meio de um curso, buscar maneiras de desconstruir possíveis percepções equivocadas acerca da ciência e dos obstáculos epistemológicos;
- Avaliar a presença de obstáculos em alunos concluintes do 5º ano do Ensino Fundamental;
- Relacionar os dados obtidos entre os três diferentes grupos investigados (professores, licenciandos em Pedagogia e estudantes).

Essas respostas poderão fundamentar discussões importantes acerca dos currículos de Licenciatura em Pedagogia no que se refere ao ensino e a aprendizagem de Ciências, promovendo os caminhos para uma reorientação epistemológica.

CAPÍTULO 4 – CAMINHOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo são apresentados os procedimentos metodológicos utilizados para a coleta e a análise dos dados. Além disso, é feita uma abordagem explicando os conteúdos e demais informações referentes ao curso oferecido.

Para que as questões do capítulo anterior pudessem ser respondidas, foi necessário compreender os significados que os sujeitos participantes deste trabalho (professores, licenciandos e alunos) atribuíam à ciência, qual a sua interpretação e os reflexos produzidos nas práticas educativas – no caso dos docentes em exercício e em formação. Nesse sentido, utilizou-se a pesquisa qualitativa (LÜDKE e ANDRÉ, 1986) devido ao seu caráter subjetivo e exploratório e a não pretensão de obter números como resultados, a fim de melhor construir um cenário possível para a interpretação do fenômeno estudado.

4.1 Sobre o Curso

O curso *Obstáculos Epistemológicos no Processo de Alfabetização Científica*, foi realizado em duas edições, sendo a primeira destinada aos professores das séries iniciais já em exercício; enquanto que a segunda, aos licenciandos em Pedagogia.

Ele possuía duração de 40 horas, 32 presenciais (divididas em 8 encontros de 4 horas cada) e 8 horas destinadas à preparação de um trabalho final, que consistia em um plano de aula de Ciências que pudesse ser trabalhado com os alunos do 1º ao 5º ano.

É importante ressaltar, que foi feita uma parceria com o CDCC (Centro de Divulgação Científica e Cultural - USP) na primeira edição, utilizando seu espaço para realizar os encontros. Eles aconteciam nas manhãs de sábado, mas devido a imprevistos, foi necessário repor algumas aulas nas quintas-feiras à noite. A edição destinada aos alunos da Pedagogia ocorreu durante as férias no período noturno em duas semanas, na própria UFSCar.

Na primeira edição, a divulgação foi feita em todas as escolas públicas municipais e estaduais da cidade de São Carlos que atendiam esse nível de ensino. Essa divulgação ocorreu durante o HTPC (Hora de Trabalho

Pedagógico Coletivo) para facilitar a comunicação com todos os professores, já que é um horário em que eles encontram-se reunidos. Realizou-se uma breve explicação sobre o curso e a pré-inscrição aos interessados. Vale ressaltar, que em 6 das 21 Instituições não foi possível conversar pessoalmente com os educadores por não conseguir “negociar” com a direção um horário, mesmo que mínimo, para realizar o convite. Nesses casos, as informações foram deixadas com as coordenações para que elas pudessem repassá-las aos docentes; porém, sem garantias de que as mesmas chegassem até eles.

Na semana anterior ao início do curso, e-mails foram enviados para confirmar as inscrições e ligações telefônicas foram feitas para aqueles que não retornaram as mensagens.

A segunda edição foi divulgada nas salas de aula dos licenciandos de forma semelhante, realizando primeiramente a pré-inscrição e posteriormente sua confirmação.

Além disso, um folder (apêndice 1) e uma página no *Facebook* foram criados para promover maior difusão de ambas as edições, sendo que as inscrições também poderiam ser feitas pela rede social ou e-mail.

Em relação aos conteúdos, nos dois primeiros encontros foram trabalhados a natureza da ciência e o agir científico, apresentando aos participantes os diferentes períodos (desde a Antiguidade até os dias atuais), para que eles pudessem refletir sobre o que é ciência e as concepções aceitas ao longo da história. O século XX, marcado pelas revoluções científicas, foi abordado apresentando noções das ideias de Thomas Kuhn e Gaston Bachelard, que trouxeram às discussões a compreensão de ruptura e descontinuidade do conhecimento. Hipótese, teoria, modelo e experimento foram abordados, ressaltando a importância desses elementos na ciência e no ensino dessa disciplina e quais poderiam ser as contribuições às práticas educativas. Ao final, a ciência e o agir científico foram relacionados com a visão popular, para que possíveis estereótipos fossem desmistificados, refletindo também, as consequências dessas ingênuas ideologias.

No terceiro encontro, eles puderam vivenciar a alfabetização científica por meio de uma situação-problema proposta. Para resolvê-la, seriam necessários conhecimentos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais envolvendo recursos energéticos. Essa atividade proporcionou discussões acerca das possibilidades e desafios do trabalho em sala de aula usando essa abordagem.

Os obstáculos epistemológicos foram apresentados durante o quarto encontro junto com o tema água. Assim, abordaram-se diversas situações de ensino e aprendizagem em que os obstáculos poderiam estar presentes, desde em alguns materiais pedagógicos e até mesmo em discursos, metodologias e experimentos; criando com os participantes em cada prática uma maneira para que essas barreiras ao conhecimento pudessem ser confrontadas. O tema água foi escolhido por estar presente em diferentes níveis de ensino desde o 1º ano e também por ser considerado fácil; a intenção era mostrar que mesmo em uma aula simples é possível encontrar problemas pedagógicos.

No quinto encontro, as turmas participaram de uma oficina de bolhas de sabão. A partir da questão inicial: “*qual detergente irá produzir a maior bolha?*”, foi possível trabalhar os conceitos de composição química, substâncias e propriedades.

No sexto e sétimo encontros, trabalhou-se a oficina sobre o lixo, destacando aspectos científicos, sociais e ambientais envolvidos nessa temática. Trechos do documentário *Lixo Extraordinário* subsidiou uma nova situação-problema relacionada com a apresentada durante o terceiro encontro. Isso propiciou também discussões sobre o consumismo, ideologias presentes na sociedade atual e o papel dos educadores nesse contexto.

No sétimo encontro, o experimento de *Decomposição de materiais no solo* foi concluído. Ele foi iniciado no segundo dia do curso após as discussões sobre hipótese, teoria, modelo e experimento. Em pequenos grupos, os participantes escolheram materiais diversos para enterrar em potinhos de margarina, levantando hipóteses iniciais sobre o que poderia ocorrer. Ao final de cada aula, eles deveriam observar os materiais enterrados, fazer anotações e/ou criar mais hipóteses. Ao concluir a atividade, cada grupo relatou aos demais suas anotações e expectativas, proporcionando a reflexão sobre situações de ensino que envolvam práticas como essa.

O oitavo encontro destinou-se a apresentação do trabalho final. Cada professor e licenciando teve aproximadamente 10 minutos para expor seu plano de aula, possibilitando a troca de experiências entre eles.

A página do curso criada no *Facebook* também serviu para que os materiais das aulas pudessem ser disponibilizados às turmas, além de troca de informações e um fórum de dúvidas, permitindo maior aproximação entre todos.

Na primeira edição, havia 26 inscrições confirmadas por e-mail ou telefone, aparecendo apenas 15 educadores no primeiro dia do curso. Três deles

desistiram no início e outros três nos encontros finais. Nesses casos, a desistência ocorreu, possivelmente, devido ao trabalho final, pois enquanto a maioria aproveitava momentos da aula para esclarecer dúvidas ou conversavam por e-mail com a professora formadora, eles não apresentavam nenhum indício de que a tarefa estava sendo elaborada. Tentou-se ajudá-los inicialmente com sugestões e, após abandonarem o curso, entrando em contato pelo *Facebook* e e-mail, porém nenhum deles respondeu as mensagens.

Entre os licenciandos, houve 25 inscrições confirmadas e 18 alunos no início. Destes, 4 apareceram apenas nos primeiros dias e 5 desistiram ao final, provavelmente pelo mesmo motivo citado acima. Para evitar as evasões ocasionadas pelo trabalho, foi solicitado que eles entregassem alguns itens no decorrer da semana. Assim, no segundo encontro eles deveriam informar o tema escolhido; a duração, os objetivos, os recursos didáticos utilizados, a descrição das etapas metodológicas e a avaliação poderiam ser entregues até a quinta aula; enquanto que os demais tópicos seriam enviados em uma primeira versão na sexta aula – considerando a possibilidade de modificar os itens a qualquer momento. Essa divisão proporcionou também um acompanhamento maior pela professora formadora em todas as etapas, considerando a dificuldade encontrada pelos docentes das séries iniciais na elaboração do roteiro. Os 5 desistentes entregaram apenas o tema do trabalho, continuando no curso até o quinto encontro. De maneira semelhante, entrou-se em contato com os mesmos para negociar um prazo maior, mas sem sucesso.

4.2 Participantes da Pesquisa

Os participantes desta pesquisa foram 8 professores das séries iniciais e 8 licenciandos em Pedagogia que permaneceram até o último encontro e responderam todos os questionários necessários à coleta de dados.

Entre os docentes, 7 deles eram licenciados em Pedagogia nas Instituições: PUC-SP, UFSCar, UNESP e UNICAMP. Lecionavam em escolas municipais e estaduais em média há 3 anos, porém um deles era professor há 15 anos e o outro há 30, estando próximo da aposentadoria. O oitavo educador era formado em Engenharia da Computação na UNICEP, há 3 anos ministrava aulas de informática às séries iniciais em uma escola particular. Por intermédio de sua mãe, que estava participando do curso, solicitou que pudesse frequentá-lo.

Como a segunda edição foi realizada no mês de janeiro, 3 licenciandos já estavam formados e 5 haviam concluído o 4º semestre. Eles

pertenciam a uma Instituição de Ensino Superior particular onde o curso possuía 3 anos de duração.

Com exceção do estágio, realizado por eles desde o primeiro ano, a maioria ainda não tinha contato com a sala de aula. Apenas 2 lecionavam e outros 2 tinham a experiência docente.

A estrutura curricular da referida graduação possuía apenas uma disciplina de Ciências, *Conteúdo e Metodologia de Ciências*, oferecida no 5º período e totalizando 88 horas/aula.

Para que os resultados obtidos pudessem ser discutidos com maior profundidade, como será apresentado no próximo capítulo, decidiu-se inserir no grupo de participantes deste trabalho 13 alunos (de escolas e turmas diferentes) que haviam terminado o 5º ano. Dessa forma, seria possível observar possíveis relações existentes entre concepções de educadores (em exercício e em formação) e educandos.

Os estudantes estavam participando da *XIII Semana como Químico na UFSCar*, que é realizada anualmente no mês de janeiro pelo LENAQ, pertencente ao Departamento de Química da referida Universidade. O evento convida alunos de escolas públicas para visitarem a Instituição durante uma semana – promovendo aulas, experimentos, visitas e outras atividades, destacando que o tema dessa edição foi Ciência Forense.

4.3 Instrumentos para a Coleta de Dados

Os procedimentos metodológicos para a coleta de dados consistiram na aplicação de questionários durante o curso, que puderam investigar as concepções de ciência e possíveis obstáculos epistemológicos entre os professores e licenciandos, além do trabalho final elaborado por eles. Também investigou-se a presença de obstáculos no grupo de alunos. Todos os questionários eram compostos de questões discursivas e afirmativas. Estas deveriam ser respondidas por uma escala do tipo Likert – criada pelo sociólogo Dr. Rensis Likert, da universidade de Michigan, e usada para avaliar a preferência ou o grau de concordância dos entrevistados em determinado assunto (LIKERT, 1932). A escala utilizada nas afirmativas possuía as opções: discordo plenamente, discordo, neutro, concordo e concordo plenamente. Nos próximos itens são explicados os detalhes de cada instrumento.

4.3.1 Questionário Concepções de Ciência

Para que as concepções de ciência dos educadores (em exercício e em formação) pudessem ser investigadas no início e após a intervenção feita pelo curso, foi aplicado um questionário contendo 14 afirmações sobre a natureza da ciência propostas por GIL PÉREZ e colaboradores (2001), sendo elas: i) empírico-indutivista e ateorica; ii) rígida, exata e infalível; iii) dogmática e fechada, aproblemática e ahistórica; iv) acumulativa de crescimento linear; v) individualista e elitista; vi) socialmente neutra e vii) analítica.

Dessa forma, as concepções i), ii), iii), iv) e vi) possuíam 2 afirmações cada, a v) 3 afirmações e a vii) apenas 1. No primeiro encontro do curso, antes de iniciar as discussões, aplicou-se o questionário inicial (apêndice 2) que apresentava as ideologias de forma equivocada³. Havia também uma discursiva perguntando qual seria o papel da mídia na divulgação do conhecimento científico e dos meios necessários para produzi-lo, solicitando exemplos para justificar.

Após a intervenção feita pelo curso, as mesmas afirmativas foram apresentadas em um novo questionário (apêndice 3), porém com pequenas modificações nas frases que pudessem deixá-las corretas³ em relação às concepções. Além disso, o mesmo era composto de 3 questões dissertativas, que perguntavam sobre quais seriam as possíveis mudanças a respeito da natureza da ciência causadas durante a participação e a importância de discussões que envolvam tais conteúdos na formação dos professores.

4.3.2 Questionário Obstáculos Epistemológicos

O questionário que investigava os obstáculos era composto por 14 questões sobre o tema água, uma vez que durante o curso elas foram trabalhadas dessa forma. Assim, havia 2 questões destinadas a cada uma das seguintes barreiras à construção do conhecimento científico: i) animista; ii) experiência primeira; iii) generalização prematura; iv) realista; v) substancialista; vi) unitário e pragmático e vii) verbal .

Aplicou-se o questionário inicial (apêndice 4) antes das discussões feitas no quarto encontro. As 14 questões, distribuídas em afirmativas e

³ A interpretação feita nas concepções de ciências para pontuá-las como corretas ou incorretas seguiu as considerações estabelecidas por Gil Pérez e colaboradores (2001). Para os autores, as visões incorretas representam o que se devem evitar quando pretende-se adotar posturas científicas.

negativas, apresentavam seu respectivo obstáculo, sendo que algumas delas foram retiradas de *websites* da internet. 2 questões dissertativas perguntavam se o tema já havia sido visto e qual seria a contribuição esperada à prática pedagógica.

Ao final do curso as mesmas questões foram novamente apresentadas (apêndice 5), porém sem os obstáculos. Além de 3 questões discursivas que abordavam a importância desse conhecimento ao processo de ensino e aprendizagem e se era possível estabelecer relações entre o mesmo e a natureza da ciência.

É importante destacar, que embora os questionários de concepções de ciência e obstáculos não fossem longos ou demorados de serem respondidos, eles foram apresentados aos participantes em dias diferentes, para que não houvessem interferências causadas por cansaço. As questões também estavam dispostas em ordem diferente nos questionários iniciais e finais.

4.3.3 Trabalho Final

Como citado anteriormente, o trabalho final do curso consistia em preparar um plano de aula de Ciências que abordasse além dos conhecimentos científicos, a relação do mesmo com a sociedade, a tecnologia e o meio ambiente; propiciando também práticas que permitissem maior autonomia do aluno na construção dos seus conhecimentos. Além disso, os participantes deveriam escolher um ou mais obstáculos trabalhados e criar estratégias para confrontá-lo.

O roteiro (apêndice 6) era composto dos seguintes itens: i) tema; ii) duração; iii) diagnóstico e justificativa; iv) objetivos; v) recursos didáticos; vi) descrição das etapas metodológicas; vii) obstáculo epistemológico alvo e intervenção pretendida; viii) avaliação e ix) referências bibliográficas.

Os professores e licenciandos receberam a atividade no primeiro encontro, devendo entregá-la no último dia em versão impressa e digital e também apresentá-la aos demais em PowerPoint. Durante esse tempo, eles contaram com a orientação da professora formadora, pessoalmente em intervalos da aula, ou por e-mail. Na segunda edição, em que os itens deveriam ser entregues no decorrer do curso, esse auxílio foi maior, possibilitando partilhar junto com os alunos da Pedagogia a construção de cada tópico, além da revisão

feita na primeira versão do trabalho, com sugestões para que ele pudesse se “enquadrar” no que fora solicitado.

As apresentações foram gravadas, e o áudio transcrito posteriormente. Por problemas técnicos, não foi possível transcrever o áudio de 3 licenciandos. Recuperou-se apenas o início da apresentação de um deles; porém dos outros 2, foram considerados as anotações feitas durante a exposição do trabalho e a memória da professora formadora. As transcrições encontram-se no CD em anexo.

4.3.4 Questionário Obstáculos Epistemológicos - Alunos

Para analisar a presença de obstáculos epistemológicos entre o grupo de 13 alunos que estavam participando da *XIII Semana como Químico na UFSCar*, utilizou-se um questionário (apêndice 7) contendo 25 questões sobre o tema água, diferente do apresentado aos professores e licenciandos, sendo 24 afirmativas e 1 discursiva.

Por tratar-se de crianças, que quando comparadas aos demais participantes da pesquisa não possuem um senso crítico elevado e os conhecimentos prévios são poucos, as questões dividiam-se em positivas (que apresentavam o obstáculo) e negativas.

Entre elas, havia 4 (2 positivas e 2 contraditórias) para cada uma das seguintes barreiras: i) animismo; ii) generalização prematura; iii) realismo; iv) substancialismo e v) unitário e pragmático. O verbal possuía 3, pois uma delas era dissertativa, na qual apresentava ao aluno figuras de lençóis freáticos, pedindo para que ele escolhesse e justificasse qual(is) seria(m) a(s) melhor(es) representação(ções). Como o tema da Semana era Ciência Forense e as crianças tinham estudado e feito experimentos sobre impressões digitais, 2 afirmações (uma positiva e uma negativa) contendo essa temática destinavam-se à experiência primeira. Ressaltando que durante a abordagem tomou-se o cuidado para não causar esse obstáculo nos alunos, lembrando-os das limitações dessa evidência na cena de um crime, por exemplo.

Todo o conhecimento necessário para responder o questionário deveria ser abordado durante as séries iniciais, pois seu conteúdo está presente tanto em livros didáticos, como também no currículo. Assim, era de se esperar que como os estudantes já tinham terminado esse período de escolarização, eles poderiam respondê-lo sem dificuldades.

Porém, como os educandos pertenciam a escolas e classes diferentes, para evitar possíveis interferências por desconhecimento, realizou-se no primeiro dia do evento um resumo sobre os conceitos, abordando-os juntamente com a filosofia da ciência, que propiciou comparar o trabalho dos cientistas aos dos investigadores de crimes (o tema da Semana era Ciência Forense), discutir o que são hipóteses, sua importância na orientação dos experimentos, entre outros assuntos.

No segundo dia, foram trabalhadas as impressões digitais. Apresentou-se o tema e seguiu-se com discussões acerca da importância e também das limitações dessa evidência. Em um segundo momento, foram expostas algumas formas para coletá-las, como por exemplo, com pó de carvão ou vapor de iodo. Para finalizar, os alunos deveriam indicar qual maneira seria a mais viável para encontrar as digitais em diferentes situações propostas, usando os conhecimentos adquiridos durante a aula.

No terceiro dia, durante a aplicação do questionário explicou-se brevemente aos alunos como deveriam responder a escala Likert, marcando a opção *neutro* se não soubessem. A leitura das questões foi feita uma a uma, aguardando até que todos pudessem respondê-la e seguir à próxima, isso evitaria que marcassem aleatoriamente para terminar mais rápido.

Para que a presença do obstáculo substancialista pudesse ser investigada entre eles, abordaram-se, de forma simples, moléculas e substâncias durante a primeira aula. Aproveitando a discussão sobre água, perguntou-se aos mesmos sobre sua composição. Apesar dos conhecimentos prévios serem confusos em relação a esses conceitos, quase todos falaram em oxigênio e hidrogênio.

O diálogo não se aprofundou devido à idade, mas a molécula de água foi representada com bolinhas de isopor, destacando que a substância era composta por um número muito grande de moléculas.

As afirmações referentes ao substancialismo abordavam assuntos cotidianos, como o derretimento do gelo e a evaporação da água, porém falando sobre a mudança de estado físico da substância ou da molécula (no caso das frases contendo o obstáculo).

4.4 Procedimentos de Análise

Conforme apresentado nos itens anteriores deste capítulo, foram utilizados para a coleta de dados questionários, o trabalho final do curso e a transcrição das apresentações. Em um primeiro momento procurou-se analisar as informações obtidas para cada turma (professores, licenciandos e alunos) separadamente e, posteriormente verificar quais seriam as possíveis relações existentes entre eles.

Para facilitar a análise dos questionários, agruparam-se as questões que representavam a mesma concepção de ciência ou o mesmo obstáculo, comparando os dados obtidos inicialmente e após a intervenção feita pelo curso.

Vale destacar, que usaram-se metodologias semelhantes para as questões abertas, o plano de aula e o áudio transcrito, consistindo na análise de conteúdo proposta por MORAES (1999).

Segundo o autor, a AC é a uma descrição sistemática que auxilia o pesquisador a descrever e interpretar diferentes documentos e textos, compreendendo os significados que perpassam a leitura comum e fornecem informações complementares. A análise pode ser utilizada tanto em pesquisas quantitativas, como também em qualitativas, que é o foco deste trabalho.

MORAES (1999) ainda destaca cinco etapas para o processo de análise de conteúdo, sendo elas: preparação da informação, unitarização ou transformação do conteúdo em unidades, categorização ou classificação das unidades em categorias, descrição e interpretação.

Seguindo esse raciocínio neste trabalho, realizou-se na primeira etapa a leitura do material com o intuito de observar o que poderia ser utilizado dentro dos objetivos da pesquisa, seguida da releitura para identificar unidades de significados entre o que fora selecionado.

Para facilitar a análise da informação, as unidades de significado foram agrupadas em categorias, considerando as semelhanças entre as mesmas. Essa análise foi feita de forma cíclica como sugerido pelo autor, com retorno aos dados e refinamento das categorias, para que os significados fossem melhor explicados.

As etapas finais consistiram em organizar e descrever os resultados e interpretá-los, buscando a fundamentação teórica e a relação com o contexto⁴ em que se insere a pesquisa.

Apesar de ser um instrumento único, a AC pode ser adaptável às diferentes situações encontradas, possuindo várias e distintas formas de análise. Além disso, trata-se de uma interpretação pessoal do pesquisador em relação à percepção dos dados, não sendo possível uma leitura neutra (MORAES, 1999).

Dessa forma, os procedimentos de análise estarão divididos entre as questões afirmativas e os materiais que seguiram o critério da análise de conteúdo.

4.4.1 Análise das Questões Afirmativas

A análise das afirmativas consistiu em observar a opção escolhida na escala Likert. No caso dos questionários de concepções de ciência e obstáculos epistemológicos aplicados durante o curso aos professores e licenciandos, compararam-se as respostas iniciais e finais dos mesmos. Por exemplo, se no questionário inicial de obstáculos, lembrando que todas as questões apresentavam essas barreiras, o participante optasse por concordo e no segundo questionário, que já não apresentava os obstáculos, ele também respondesse concordo, isso significaria que houve uma mudança positiva proporcionada pela participação no curso; possibilitando, provavelmente, a superação do mesmo.

Para os dados coletados na *Semana como Químico*, relacionaram-se as frases positivas e as negativas, além de analisar o contexto de cada uma com as demais – procedimento que também foi feito nos demais questionários.

4.4.2 Análise das Discursivas, do Trabalho Final e da Transcrição das Entrevistas

Esses materiais foram analisados seguindo o critério de AC, como exposto anteriormente. Porém, diferentes abordagens foram utilizadas a fim de adaptar as etapas sugeridas por MORAES (1999) às características de cada instrumento.

⁴ De acordo com MORAES (1999), a compreensão do contexto é indispensável para a interpretação.

As questões discursivas e o trabalho final foram categorizados seguindo as cinco etapas já descritas. No caso do plano de aula, a interpretação de sua leitura possibilitou a criação de classificações mais gerais, que compreendiam a magnitude dos dados e exemplificavam as concepções de ensino e aprendizagem dos participantes. Como os roteiros possuíam as considerações feitas pela professora formadora, para evitar interferências utilizou-se a versão preliminar, que consistia apenas naquilo feito pelos docentes e licenciandos.

Nas discursivas sobre obstáculos epistemológicos respondidas pelos educadores (em exercício e em formação), fez-se a categorização por meio da comparação entre os questionários iniciais e finais, o que propiciou observar se os mesmos haviam sido superados.

Somente alguns trechos da transcrição foram selecionados, considerando a relevância que teriam nas discussões desta pesquisa. Isso ocorreu por se tratar da apresentação de uma atividade feita e revisada junto com a docente do curso.

CAPÍTULO 5 – CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA

*Queremos saber, o que vão fazer, com as novas invenções
 Queremos notícia mais séria, sobre a descoberta da anti-matéria
 E suas implicações, na emancipação do homem
 Das grandes populações. Homens pobres das cidades, das estepes, dos sertões
 Queremos saber, quando vamos ter, raio laser mais barato
 Queremos de fato um relato, retrato mais sério
 Do mistério da luz, luz no disco voador
 Pra iluminação do homem, tão carente e sofredor,
 Tão perdido na distância, da morada do Senhor
 Queremos saber, queremos viver, confiantes no futuro
 Por isso se faz necessário prever qual o itinerário da ilusão,
 A ilusão do poder
 Pois se foi permitido ao homem, tantas coisas conhecer
 É melhor que todos saibam, o que pode acontecer
 Queremos saber...
 (Gilberto Gil)*

Neste capítulo são apresentadas as percepções acerca da natureza da ciência investigadas entre os professores e licenciandos, discutindo as contribuições propiciadas pelo curso.

5.1 Algumas Considerações

Como exposto no capítulo anterior, as assertivas que representavam concepções iguais foram agrupadas, comparando-se o questionário inicial e o final. Com isso, seria possível analisar quais delas haviam obtido resultados satisfatórios após a realização do curso.

Esses resultados foram representados por quatro cores: cinza, roxo, verde e vermelho; de acordo com a influência causada pelas aulas. Dessa forma, quando não houve mudanças nas percepções dos participantes, usou-se a cinza e o roxo, sendo a primeira para representar uma concepção adequada desde o início, e o segundo uma ideia incorreta. Para indicar a interferência provocada pela participação no curso, ou seja, a mudança que o mesmo proporcionou, a cor verde e a vermelha foram utilizadas. A verde simbolizando um avanço e a vermelha, um retrocesso. As figuras 5.1 e 5.2 mostram as cores obtidas em cada questão para os professores e licenciandos, respectivamente.

FIGURA 5.1 – Comparação entre os questionários inicial e final sobre concepções de ciência para os professores

CONCEPÇÕES		PROFESSORES							
		Alice	Bárbara	Diana	Joaquim	Manuela	Mirela	Mônica	
Empírico-indutivista e ateórica	a	roxo	cinza	roxo	cinza	vermelho	verde	roxo	
	b	roxo	cinza	roxo	verde	cinza	roxo	cinza	
Rígida, exata e infalível	c	roxo	vermelho	roxo	verde	cinza	roxo	cinza	
	d	verde	vermelho	verde	verde	verde	roxo	verde	
Dogmática e fechada, aproblemática e ahistórica	e	cinza	vermelho	cinza	cinza	cinza	cinza	cinza	
	f	cinza	cinza	cinza	vermelho	cinza	roxo	cinza	
Acumulativa de crescimento linear	g	cinza	cinza	cinza	cinza	cinza	vermelho	cinza	
	h	cinza	verde	cinza	cinza	cinza	cinza	cinza	
Individualista e elitista	i	cinza	cinza	cinza	cinza	vermelho	cinza	cinza	
	j	verde	verde	verde	cinza	roxo	cinza	cinza	
Socialmente neutra	k	roxo	vermelho	cinza	vermelho	vermelho	cinza	vermelho	
	l	verde	vermelho	verde	vermelho	vermelho	cinza	cinza	
Analítica	m	vermelho	cinza	verde	roxo	roxo	verde	cinza	
	n	roxo	roxo	roxo	cinza	roxo	verde	roxo	

Legenda: Cinza: concepção adequada desde o início; roxo: concepção errada desde o início; verde: avanço; vermelho: retrocesso.

FIGURA 5.2 – Comparação entre os questionários inicial e final sobre concepções de ciência para os licenciandos

CONCEPÇÕES		LICENCIANDOS							
		Sara	Julia	Fernanda	Carolina	Pedro	Joice	Renata	Cristina
Empírico-indutivista e ateórica	a	cinza	roxo	vermelho	roxo	roxo	roxo	verde	roxo
	b	vermelho	roxo	cinza	roxo	roxo	roxo	verde	roxo
Rígida, exata e infalível	c	vermelho	cinza	cinza	roxo	roxo	roxo	verde	roxo
	d	vermelho	verde	verde	roxo	roxo	roxo	verde	roxo
Dogmática e fechada, aproblemática e ahistórica	e	cinza	cinza	cinza	cinza	cinza	vermelho	cinza	verde
	f	cinza	cinza	cinza	cinza	verde	cinza	cinza	verde
Acumulativa de crescimento linear	g	vermelho	cinza	roxo	cinza	vermelho	verde	roxo	cinza
	h	cinza	verde	cinza	cinza	cinza	cinza	verde	vermelho
Individualista e elitista	i	cinza	cinza	cinza	cinza	roxo	roxo	verde	roxo
	j	roxo	cinza	roxo	vermelho	roxo	vermelho	verde	roxo
Socialmente neutra	k	cinza	verde	cinza	roxo	verde	vermelho	verde	verde
	l	cinza	vermelho	cinza	vermelho	cinza	cinza	verde	vermelho
Analítica	m	verde	roxo	roxo	vermelho	roxo	roxo	vermelho	vermelho
	n	verde	roxo	roxo	vermelho	roxo	roxo	vermelho	vermelho

Legenda: Cinza: concepção adequada desde o início; roxo: concepção errada desde o início; verde: avanço; vermelho: retrocesso.

Cumprе ressaltar, que todos os nomes são fictícios e observa-se apenas 7 professores, já que um deles chegou à aula no momento em que as discussões já haviam começado, impossibilitando-o de responder ao questionário inicial.

Percebe-se nas figuras acima que as concepções apresentam divergências de uma afirmativa à outra. Na figura 5.1, por exemplo, nas frases que representam a percepção científica *rígida, exata e infalível*, enquanto que em *c*) somente Joaquim avançou (cor verde), em *d*) houve 5 docentes. Logo, não seria possível analisar as questões agrupadas, isso teria que ser feito olhando a cada uma individualmente.

No próximo item deste capítulo, são expostas as percepções⁵ que puderam ser modificadas após a intervenção do curso e as que permaneceram inalteradas, procurando-se explicar as razões desses resultados. As semelhanças obtidas entre as concepções dos educadores (em exercício e em formação) também propiciaram analisar a relação entre as duas turmas.

5.2 Principais Concepções⁵ Observadas

Como abordado no capítulo 4, o questionário inicial possuía afirmativas incorretas acerca da natureza da ciência, enquanto que no final, as mesmas frases eram apresentadas com pequenas modificações que as deixavam corretas. Dessa forma, para uma adequada concepção, por exemplo, seria necessário discordar e concordar, respectivamente.

A fim de expor os resultados com maior objetividade, eles serão sintetizados considerando as questões com maior incidência das cores cinza, roxo, verde e vermelho, que representam a permanência ou a mudança das ideologias proporcionadas pelo curso.

5.2.1 Concepções dos Participantes Adequadas⁶ desde o Início do Curso

A partir da comparação entre os questionários inicial e final, foi possível observar ideias corretas mesmo antes da participação no curso. O quadro 5.1 mostra o assunto abordado pelas frases com maior porcentagem de concepções adequadas entre os professores e licenciandos (as porcentagens referem-se à ocorrência da cor cinza nas figuras 5.1 e 5.2).

⁵ Considerando cada questão individualmente.

⁶ A interpretação feita para pontuá-las como corretas ou incorretas seguiu as considerações de Gil Pérez e colaboradores (2001).

QUADRO 5.1 – Concepções dos participantes adequadas⁶ desde o início em maior número

Assunto abordado nas afirmações		Porcentagem	
		Professores	Licenciandos
e)	Sobre a análise das teorias que precederam uma descoberta e o estudo de seu contexto serem importantes.	85,7%	75,0%
f)	Sobre a ciência ser superior a outras áreas do conhecimento.	71,4%	75,0%
g)	Sobre a soma das novas teorias com as anteriores.	85,7%	37,5%
h)	Sobre as teorias não poderem ser contestadas.	85,7%	62,5%
i)	Sobre os cientistas cometerem erros.	85,7%	75,0%

Com exceção da afirmativa *g*), que representou apenas 37,5% dos licenciandos (não estava entre as de maior número), as demais frases foram semelhantes em ambas as turmas, sendo as letras *e*) e *f*) referentes a concepção *dogmática e fechada, aproblemática e ahistórica*, a única dentre as sete ideologias investigadas que obteve ambas as assertivas corretas desde o início do curso.

Este resultado concorda com o obtido no trabalho de GIL PEREZ et al. (2001), já que foi uma das visões mais criticadas durante as reflexões com os grupos de professores, sugerindo que há consciência sobre a importância de problematizar as investigações e considerar a evolução do conhecimento, o seu contexto e suas perspectivas futuras.

Além dessa consciência, também faz-se necessário que ocorra uma reorientação epistemológica dessas ideias, para que os educadores possam compreendê-las dentro das práticas educativas. Entender os “benefícios” de situações de ensino e aprendizagem que utilizem a problematização, por exemplo, não requer esforços, há um consenso praticamente óbvio entre pesquisadores e docentes na área. Porém, como introduzir essa prática na sala de aula? Como trabalhar os conceitos científicos dessa forma se o próprio ensino transmite implicitamente o contrário?

FERNÁNDEZ et al. (2002), discorre que em entrevistas ou respostas às questões sobre como o conhecimento científico é abordado, os professores não fazem referência aos problemas que originam tais conhecimentos. De forma semelhante, observou-se em alguns roteiros de aula (trabalho final do curso) que os participantes não sabiam relacionar essa ideologia à prática pedagógica, mesmo estando cientes de sua importância. Cumpre ressaltar, que não cabe aprofundar essa discussão agora, ela será feita

em um momento oportuno, juntamente com os demais resultados obtidos nesta atividade.

Para explicar a presença da assertiva *f)* entre os professores e licenciandos, é preciso primeiramente observar como ela foi abordada nos questionários:

Inicial: A ciência é superior a outras áreas do conhecimento (astrologia e religião, por exemplo), pois fornece dados concretos e possíveis de serem provados.

Final: A ciência não é superior a outras áreas do conhecimento (astrologia e religião, por exemplo), mesmo que ela forneça dados concretos e possíveis de serem provados.

Verifica-se que uma das áreas do conhecimento citadas no exemplo é a religião, o que poderia ter influenciado os participantes mais religiosos a responder corretamente as afirmações, já que para eles a ciência não seria superior a sua própria fé e costume, muitas vezes transmitido por familiares e presente diariamente em sua vida. Essa interferência não representaria uma ideia adequada acerca da mesma; talvez se houvesse outras áreas diferentes que não induzissem a esse pensamento a resposta seria outra para a maioria dos mesmos.

Embora as questões *e)* e *h)* pertençam à percepções diferentes, pode ser que na interpretação feita pelas duas turmas elas estariam interligadas, o que explicaria aparecerem entre aquelas com maior incidência da cor cinza. Segue abaixo como as frases foram apresentadas nos questionários:

Inicial:

e) Para que possamos compreender o conceito envolvido em determinada teoria científica é necessário apenas sua análise e entendimento. As teorias que a precederam ou o contexto de sua “descoberta” são irrelevantes.

h) Antes de se tornar leis e teorias as novas descobertas passam por experimentos precisos em diferentes situações por toda a comunidade científica de interesse no fenômeno. Dessa forma, nunca poderão ser contestadas, pois são extremamente concretas e confiáveis.

Final:

e) Para que possamos compreender o conceito envolvido em determinada teoria científica, somente sua análise e entendimento não são suficientes. As teorias que a precederam ou o contexto de sua “descoberta” são relevantes.

h) Antes de se tornar leis e teorias as novas descobertas passam por experimentos precisos em diferentes situações por toda a comunidade científica de interesse no fenômeno. Porém ainda poderão ser contestadas, mesmo que sejam extremamente concretas e confiáveis.

Como os docentes e licenciandos responderam a assertiva *e*) corretamente, pode-se supor que eles consideram o contexto e as teorias anteriores à descoberta necessários para a compreensão dos conceitos. Assim, esse conhecimento “anterior” poderia, em algum momento, ser contestado, originando as leis e teorias que abordam os conceitos estudados. Esse raciocínio concorda com o observado entre os professores na alternativa *g*) (quadro 5.1), que apresenta uma concepção adequada sobre as novas teorias não serem somadas às anteriores. Mesmo que apenas 37,5% dos estudantes de Pedagogia tenham essa ideia, a associação entre as afirmativas pode ter ocorrido diferentemente do outro grupo. Para eles poderiam existir novas teorias a partir da soma das antigas (deixando-as mais precisas) e também aquelas que seriam refutadas completamente.

Em relação à questão *i*), que representa a visão *individualista e elitista*, a porcentagem entre as duas turmas concordou com o trabalho de GIL PÉREZ et al. (2001), pois dentre as sete, esta concepção foi a mais assinalada pelos docentes participantes da pesquisa. Isso demonstra que os cientistas não são vistos com qualidades anormais ou sobre-humanas.

Trabalhos como o de GOMES et al. (2015) também confirmam essa percepção. Ao investigar as concepções científicas de licenciandos em Química no primeiro semestre da graduação⁷, foi possível observar resultados semelhantes em relação à genialidade dos cientistas. Provavelmente o esforço e a dedicação no vestibular, ou durante a graduação (nos demais casos), fundamentaram a ideia de que o conhecimento científico não é destinado aos super inteligentes.

Em geral, todas as questões apresentadas fazem parte do senso comum – a relação com outros trabalhos encontrados na literatura pode ser entendida como tal. Embora existissem concepções adequadas entre os professores e licenciandos mesmo antes das discussões, não seria necessário um conhecimento amplo sobre a natureza da ciência para respondê-las.

⁷ A pesquisa foi realizada no mês de março, início do período letivo e, por essa razão, as concepções dos licenciandos não poderiam ser provenientes da graduação.

5.2.2 Concepções dos Participantes Erradas⁸ desde o Início do Curso

Além das percepções adequadas, observaram-se entre os participantes ideias incorretas que não sofreram influências do curso, permanecendo mesmo após as discussões realizadas (ocorrência da cor roxa nas figuras 5.1 e 5.2).

QUADRO 5.2 – Concepções dos participantes erradas⁸ desde o início em maior número

Assunto abordado nas afirmações		Porcentagem	
		Professores	Licenciandos
a)	Sobre a observação não fornecer uma base segura para a construção do conhecimento.	42,9%	-----
b)	Sobre o conhecimento científico não ser conhecimento provado.	42,9%	62,5%
n)	Sobre a divisão da ciência em áreas de conhecimento.	71,4%	50,0%

Verifica-se que as frases *b)* e *n)* tiveram maior incidência entre as duas turmas, ressaltando que a assertiva *a)* obteve apenas 12,5% do grupo de licenciandos.

Embora as discussões durante o curso tenham abordado a incerteza relacionada ao conhecimento científico, apoiado apenas em hipóteses verdadeiras (até o momento), a permanência da ideia apresentada em *b)* pode ser explicada, possivelmente, pela necessidade da obtenção de dados com significado na ciência. Apesar de que eles não sejam absolutos, é necessário testar as hipóteses de diferentes maneiras e o comum acordo da comunidade científica.

A interdisciplinaridade trabalhada principalmente durante as oficinas (a sistemática de desenvolvimento das atividades pode ser observada no apêndice 8) também não propiciou que a visão fragmentada do conhecimento pudesse ser modificada entre os educadores e licenciandos. Ainda sobre o trabalho de GIL PÉREZ et al. (2001), a ideologia analítica foi pouco mencionada pelos professores participantes da pesquisa, o que segundo o autor decorre da difusão e aceitação – por parte dos educadores, de propostas interdisciplinares no ensino de ciências. Essas atividades são um erro ao propor uma unidade às complexas relações existentes no conteúdo científico, mas

⁸ A interpretação feita para pontuá-las como corretas ou incorretas seguiu as considerações de Gil Pérez e colaboradores (2001).

esquecendo-se que muitos ainda não compreendem sequer o significado dessa unificação do conhecimento, uma vez que é uma conquista recente para a ciência (GIL PÉREZ, 1994).

A divisão do conhecimento foi proposta inicialmente por Descartes, que rompeu com as ideias aristotélicas e propôs um método universal composto de quatro regras: evidência, análise, síntese e enumeração. A análise, regra importante nesta discussão, consistia em dividir o conhecimento em parcelas, quantas fossem necessárias para compreendê-lo e solucionar o problema (DESCARTES, 1996).

Após séculos o cartesianismo ainda pode ser observado em toda a vida escolar do aluno, desde o Ensino Básico até o Superior e a Pós-Graduação, com a fragmentação em disciplinas e áreas específicas – a própria Química, por exemplo, é dividida em Orgânica, Inorgânica, etc. Essa “cultura”, fortemente enraizada na escolarização, propicia a visão parcial e desconexa entre as disciplinas e pode explicar os resultados obtidos.

Entre os docentes a assertiva *a)* também apareceu como sendo uma das percepções que não sofreram influências do curso. A possível explicação para isso surge quando o trabalho de Gil PÉREZ (2001) é novamente analisado, observando-se que a concepção empírico-indutivista e atórica (representada pela questão) foi pouco mencionada entre os professores da pesquisa. Para o autor esse resultado indicaria o “peso” dessa visão entre os educadores, pois apesar da importância dada ao experimento e a observação o ensino permanece baseado no livro didático, fazendo com que a experimentação desperte, em professores e alunos, uma novidade revolucionária.

5.2.3 Concepções dos Participantes com Maior Avanço

Durante a abordagem feita pelo curso observou-se a interferência positiva em relação a algumas frases, indicando que a percepção inicialmente errada havia se modificado após as aulas. O quadro 5.3 mostra as frases que tiveram a maior porcentagem de avanço entre os professores e licenciandos (incidência da cor verde).

QUADRO 5.3 – Concepções dos participantes com maior avanço

Assunto abordado nas afirmações		Porcentagem	
		Professores	Licenciandos
a)	Sobre a observação não fornecer uma base segura para a construção do conhecimento.	-----	62,5%
b)	Sobre o conhecimento científico não ser conhecimento provado.	42,9%	-----
d)	Sobre seguir rigorosamente o método científico.	71,4%	50,0%
j)	Sobre os resultados de apenas um cientista não serem suficientes.	42,9%	-----
k)	Sobre o empreendimento científico requerer equipamentos sofisticados.	-----	50,0%

Para iniciar a discussão deste quadro, vamos considerar primeiramente a assertiva *d)*, única semelhante nas duas turmas. A maioria dos educadores participantes da pesquisa de GIL PÉREZ (2001) se referiu ao método científico como um conjunto de regras bem definidas sequencialmente e de resultados exatos. Cumpre ressaltar, que essa assertiva foi a única, entre os dois grupos investigados, a apresentar 0% de percepções adequadas, isto é, todos possuíam uma visão deformada acerca do trabalho científico ao desconsiderar as incertezas a que ele é submetido.

Provavelmente esse tratamento rigoroso e metódico foi desconstruído durante as aulas por meio de situações que permitiram aos participantes vivenciar a natureza da dúvida. As atividades práticas distanciavam-se do rigor metodológico por não apresentar, muitas vezes, os resultados esperados ou então quando novas hipóteses surgiam durante a experimentação, momento em que era necessário voltar ao início e confrontar novamente as observações com as teorias necessárias. Essa vivência possivelmente propiciou uma ideia mais correta em relação à construção dos conhecimentos.

Considerando somente os docentes, as frases *b)* e *j)* também foram uma das que mais sofreram alterações positivas. Novamente a abordagem feita pelo curso pode ter proporcionado esses resultados. A exposição das ideias de Kuhn e Bachelard e a importante consideração dada ao questionamento e a dúvida puderam desconstruir a concepção científica de verdade absoluta e imutável. As atividades investigativas (experimentação, resolução de situações problemas) eram feitas primeiramente em pequenos grupos e, em seguida, cada um apresentava aos demais suas perspectivas para que juntos pudessem dialogar e concluir a respeito. Essas situações promoveram importantes reflexões em

relação à aprendizagem dos conteúdos trabalhados durante a aula e a percepção de que a ciência não é feita por pessoas isoladas, sem a colaboração de equipes.

As questões *a)* e *k)* destacaram-se apenas entre os licenciandos. Os quadros 5.2 e 5.1 justificam esses resultados, mostrando que em ambas 42,9% dos professores não foram influenciados pelas aulas, possuindo uma concepção adequada e incorreta, respectivamente.

O destaque para os alunos da Pedagogia poderia ser explicado em *a)* pela possibilidade de uma abordagem mais efetiva, ressaltando que eles participaram da segunda edição do curso. Embora as aulas fossem as mesmas, as discussões foram diferentes – já que consistiam, em grande parte, das vivências dos participantes e de suas percepções pessoais. Essa heterogeneidade entre os grupos foi observada também na afirmativa *k)*, pois 42,9% dos professores (quadro 5.1) tinham uma ideia adequada, enquanto que a metade dos licenciandos alterou positivamente sua concepção nessa frase.

Entretanto, mesmo que a aprendizagem possa ter ocorrido mais significativamente em relação à questão *a)*, o inverso foi analisado em *b)* e *j)*, afirmativas que apresentaram avanço apenas na primeira edição do curso.

5.2.4 Concepções dos Participantes com Maior Retrocesso

O curso não influenciou apenas positivamente os participantes. Em algumas frases foi possível observar um retrocesso. O quadro 5.4 expõe as assertivas com maior porcentagem de participantes apresentando percepções adequadas inicialmente e incorretas após os encontros (ocorrência da cor vermelha nas figuras 5.1 e 5.2).

QUADRO 5.4 – Concepções dos participantes com maior retrocesso

Assunto abordado nas afirmações		Porcentagem	
		Professores	Licenciandos
j)	Sobre os resultados de apenas um cientista não serem suficientes.	-----	37,5%
k)	Sobre o empreendimento científico requerer equipamentos sofisticados.	42,9%	-----
l)	Sobre a influência da sociedade na atividade científica.	57,1%	37,5%
m)	Sobre o progresso científico não apresentar somente vantagens.	-----	37,5%

Considerando primeiramente *l*), por ser a única semelhante nos dois grupos, faz-se necessário analisar como ela foi abordada nos questionários:

Inicial: A sociedade não exerce influência na atividade científica, pois a ciência preocupa-se apenas em explicar os fenômenos naturais.

Final: A sociedade exerce influência na atividade científica, embora a ciência preocupe-se apenas em explicar os fenômenos naturais.

Esse resultado insatisfatório seria explicado pela interpretação feita às palavras “*fenômenos naturais*”. A ideia de que o natural, ou a natureza é somente aquilo que não foi criado pelo homem é um senso comum e poderia ter influenciado os participantes a responder erroneamente. Em um dos questionários dos licenciandos observou-se à frente da questão a anotação: “*envolve mais coisas*”, representando a percepção de que a mesma é exterior ao homem.

De acordo com SANTOS e IMBERNON (2014), a relação homem-natureza tem sofrido um processo contínuo de reconstrução de significados. Enquanto na Antiguidade o homem apenas observava os fenômenos para melhor compreendê-los, a influência da igreja durante a Idade Média alterou essa visão observacional, atribuindo ao ser humano o papel de dominador e à natureza a de obra divina. Com o surgimento do pensamento cartesiano, marcando o renascimento e a ciência moderna, a oposição entre homem e natureza torna-se estabelecida pela visão mecanicista, onde a mesma começa a ser percebida como objeto da razão humana, posicionando o homem para “fora” de seu contexto para que ele possa dominá-la.

Ainda segundo as autoras, essa percepção possui vários precedentes na literatura. Em seu trabalho elas investigam a concepção acerca do termo “*natureza*” em diferentes grupos: universitários, alunos de cursos pré-vestibulares e de projetos de extensão e professores da Educação Básica; predominando entre eles a visão de natureza como um mundo sem interferência humana. Além disso, o termo é remetido à criação divina e à idealização em tudo o que é belo/mágico/natural, ou então ao estilo de vida saudável e a fonte de bem estar.

Assim, mesmo que permaneça entre os professores e licenciandos a visão errada a respeito do que são os fenômenos naturais, a ideia de ciência socialmente neutra pode não ter sofrido influências negativas do curso.

Embora a afirmativa *k)* tenha sido uma das questões a apresentar maior retrocesso entre os docentes, pode-se supor que durante a segunda edição a abordagem tenha melhorado, já que estava entre as assertivas com maior avanço para os licenciandos (quadro 5.3). O mesmo quadro também mostra o resultado favorável em relação à *j)* para os professores, sugerindo que neste caso as discussões foram mais significativas na primeira edição.

5.3 Concepções Observadas na Dissertativa

De acordo com o exposto no capítulo anterior, o questionário inicial também apresentava uma discursiva abordando qual seria o papel da mídia na divulgação do conhecimento científico. Com base nas análises das respostas dos professores e licenciandos, foi possível identificar as unidades de significados e agrupá-las em três categorias. É importante destacar, que em alguns casos foi observada mais de uma concepção (representada pelas categorias) na mesma questão e, além disso, realizou-se também o levantamento da quantidade de participantes que possuíam tais ideias e obtiveram-se os valores aproximados em porcentagem, conforme o quadro 5.5.

QUADRO 5.5 – Concepções dos professores e licenciandos observadas na questão discursiva

Categories	Características	Subcategorias	Características	Quantidade de respostas dos participantes (em %)
Divulgação do conhecimento científico	Considera a grande influência da mídia na divulgação e valorização dos conhecimentos científicos, incentivando sua produção.	O processo não é divulgado	Somente a descoberta é divulgada, esquecendo-se os processos de sua produção	60,0
		Informação transmitida à sociedade é apenas o que lhe convém	As informações são distorcidas de acordo com os interesses econômicos do país	40,0
Ciência utilitária	Ciência exclusivamente para suprir as necessidades da sociedade	Área da saúde	Citam-se novos medicamentos, vacinas, tratamentos médicos e pesquisas relacionadas ao mosquito <i>Aedes aegypti</i>	33,3
		Área Educacional	Relacionado aos trabalhos que auxiliam a melhor compreender como ocorrem os processos de ensino e aprendizagem	13,3
		Ciência acima do bem e do mal	Considera a ciência como responsável pelo bem estar da população	20,0
Desvantagens do conhecimento científico	Pressupõe que a ciência não apresenta somente vantagens à sociedade	Riscos à natureza	Apesar das vantagens da ciência e tecnologia para a sociedade, alguns conhecimentos podem ocasionar riscos ambientais	6,7

Como verificado, cada categoria foi dividida em subcategorias para melhor representar as respostas obtidas, pois “[...] quanto mais subdivididos os dados e quanto maior o número de categorias, maior a precisão da classificação” (MORAES, 1999, p. 7).

Observou-se que 100,0% dos participantes (soma das duas subcategorias) reconheciam a importância da mídia na divulgação científica. Porém, 60,0% destacaram que a informação transmitida à população é uma pequena parte do trabalho, somente o sucesso da descoberta e suas contribuições; o longo processo envolvido para que os resultados satisfatórios fossem alcançados não é revelado. PECHULA (2007) destaca que essa criação já “acabada” torna-se para o receptor um fenômeno cotidiano e é consumido como as demais notícias, fazendo com que não ocorra o aprofundamento teórico e conceitual envolvido na informação e dificultando sua compreensão.

Outro aspecto relevante destacado por 40,0% dos participantes foi a manipulação da mensagem de acordo com interesses econômicos, selecionando a informação científica pertinente e, muitas vezes, até distorcendo os fatos. Essa percepção observada relaciona-se a última categoria, pois segundo os docentes e licenciandos as desvantagens de uma nova tecnologia, por exemplo, não são divulgadas à sociedade, o que poderia comprometer sua utilização correta e causar efeitos indesejáveis ao meio ambiente. Cumpre ressaltar aqui, que a interpretação feita considera a discussão apresentada no item anterior, no qual o termo “natureza” se associa a aquilo exterior ao homem e a sua criação/invenção. Contudo, é necessário fazer tal reflexão considerando também todos os contextos sócio-econômicos e culturais que integram e são influenciados pelas descobertas tecnocientíficas.

Em relação à categoria utilitária, ela foi composta principalmente dos exemplos citados para justificar a importância da divulgação científica feita pela mídia. Dentre eles foi possível identificar duas subcategorias, que relacionavam o utilitarismo às pesquisas na área da saúde (medicamentos, vacinas, entre outros), ou à educação. Essa relação provavelmente ocorreu, no primeiro caso, pelo fato de a ciência médica ser frequentemente divulgada e, no segundo, por ser familiar à formação profissional dos participantes.

Identificou-se também em 20,0% das respostas a concepção de que caberia à ciência resolver os problemas enfrentados pela humanidade, como pode ser observado na resposta de Julia, aluna do 6º período do curso de Pedagogia:

Não vejo como algo divulgado com total especificações, a mídia divulga descobertas de novas vacinas, medicamentos, novos métodos de cirurgias e tratamentos na medicina. Só que sempre deixam dúvidas, de onde e como surgem tantas novas doenças? Exemplo: a expansão da dengue, como deixar avançar absurdamente, com tantos estudos e novas tecnologias (JULIA).

Para a estudante, os meios de comunicação informam apenas os resultados promissores das pesquisas científicas e, embora isso represente a realidade, sua percepção apresenta a ciência com uma roupagem mágica e encantada, responsável pelo avanço ou condenação do mundo (surgimento de novas doenças). Além disso, é perceptível que a mesma possui uma visão imediatista, não considerando o processo para a construção de novos conhecimentos. O problema surgiria e a ciência deveria estar apta a resolvê-lo, já que não lhe faltam estudos e tecnologias para isso.

PECHULA (2007) afirma que o conhecimento científico continua como representante máximo da verdade, instigando o imaginário de que a ele pertence à resolução dos problemas da humanidade, do planeta e do cosmo e forjando a realidade das universidades e instituições de pesquisa. Assim, a ciência é concebida como entidade, tornando o conhecimento propriedade não mais do sujeito (pesquisador), mas sim da própria ciência – que agora ocupa o lugar que antes pertencia às religiões.

Em alunos de cursos voltados a formação científica (Biologia, Química e Física, por exemplo), não deveriam ser percebidas visões como essas. No entanto, vários estudos mostram que isso não ocorre e que o ensino – incluindo o universitário, transmite concepções que se distanciam da forma como os conhecimentos são construídos (GIL PEREZ et al., 2001; GOMES et al., 2015).

Ao comparar turmas do primeiro e do último ano do curso de Licenciatura em Química de uma IES Federal, GOMES et al. (2015) observaram uma forte atribuição utilitarista entre as duas turmas, principalmente em questões mais explícitas que abordavam a pobreza como um dos problemas a serem resolvidos pela ciência e pela tecnologia; revelando que o contato com a universidade, professores/pesquisadores e até mesmo a iniciação científica não promoveram a percepção adequada dos estudantes.

Ainda segundo GIL PÉREZ et al.(2001), a maneira como o ensino é trabalhado na graduação propicia que as concepções dos futuros docentes

concordem com o imaginário popular e coletivo, o qual é fruto dos valores conhecidos e compartilhados em determinada época (PECHULA, 2007).

Contudo, faz-se necessária a inserção de disciplinas que abordem questões acerca da natureza científica nos cursos de formação inicial de professores, até mesmo naqueles que fazem parte das Ciências Naturais – já que também prevalecem visões inadequadas; e uma reorientação na prática pedagógica dos próprios formadores, para que forneçam aos estudantes oportunidades de vivenciarem situações de ensino e aprendizagem que concordem com as perspectivas da atividade científica e os façam compreender como os conhecimentos são construídos.

CAPÍTULO 6 – OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

É imensa a distância entre o livro impresso e o livro lido, entre o livro lido e o livro compreendido, assimilado, sabido!
(Gaston Bachelard)

Neste capítulo serão expostos os resultados obtidos a partir das análises dos obstáculos epistemológicos nos três grupos: professores, licenciandos e alunos. Embora os participantes da pesquisa não possuíssem qualquer vínculo educador/educando, constatou-se, em muitos momentos, uma estreita relação entre eles no que se refere à maneira como compreendem determinados conceitos científicos.

6.1 Algumas Considerações

As mesmas análises feitas às concepções de ciência, também foram realizadas para os obstáculos epistemológicos. Após o agrupamento das questões que representavam a mesma barreira e a comparação entre os questionários inicial e final, os resultados foram simbolizados pelas cores: cinza, roxo, verde e vermelho.

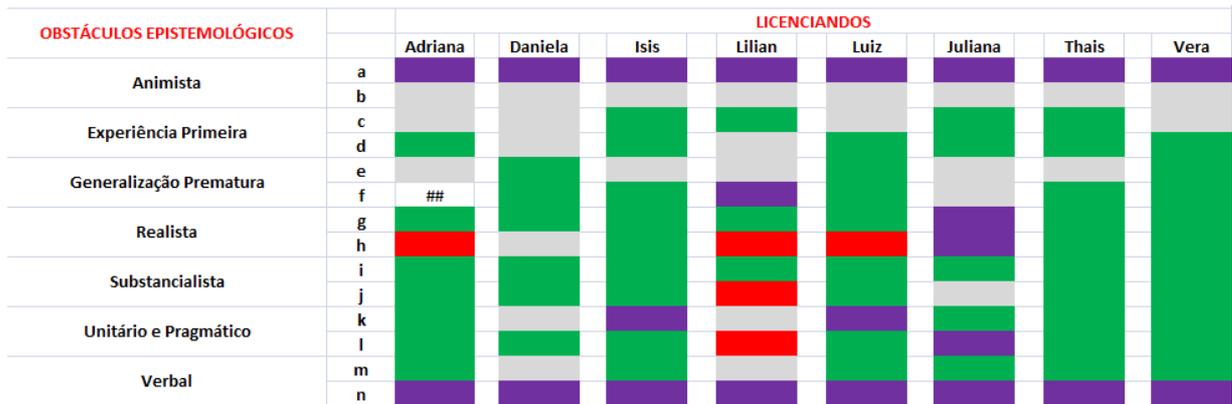
As figuras 6.3 e 6.4 mostram as cores obtidas para os professores e licenciandos, respectivamente. Quando o diagnóstico não foi possível (havia algumas assertivas em branco) utilizou-se o símbolo ##.

FIGURA 6.3 – Comparação entre os questionários inicial e final sobre obstáculos epistemológicos para os professores

OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS		PROFESSORES							
		Alice	Bárbara	Diana	Joaquim	Luisa	Manuela	Mirela	Ronaldo
Animista	a	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
	b	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Experiência Primeira	c	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
	d	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Generalização Prematura	e	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
	f	Roxo	Verde	##	Verde	Verde	##	Verde	Verde
Realista	g	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
	h	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Substancialista	i	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
	j	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Unitário e Pragmático	k	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
	l	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Verbal	m	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
	n	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde

Legenda: Cinza: concepção adequada desde o início; roxo: concepção errada desde o início; verde: avanço; vermelho: retrocesso.

FIGURA 6.4 – Comparação entre os questionários inicial e final sobre obstáculos epistemológicos para os licenciandos



Legenda: Cinza: concepção adequada desde o início; roxo: concepção errada desde o início; verde: avanço; vermelho: retrocesso.

Observa-se na figura 6.3 a presença de dois novos professores, Luisa e Ronaldo, e a ausência de Mônica. Isso porque chegaram atrasados à aula e não responderam aos questionários sobre a natureza do trabalho científico, no primeiro caso, e de obstáculos, no segundo.

Observando as questões, verificou-se que as análises deveriam ser feitas individualmente, pois mais uma vez não seria possível interpretá-las olhando o grupo como um todo.

Como exposto no capítulo 4, o questionário que investigava as barreiras à construção dos conhecimentos científicos entre os alunos foi diferente, sendo analisado a partir da comparação entre as positivas e as negativas. A falta de conhecimento do estudante ou a opção escolhida (afirmativas e contraditórias possuíam a mesma resposta) impossibilitou a conclusão mais precisa de algumas questões. Os dados foram reunidos na tabela 6.1:

TABELA 6.1 – Obstáculos epistemológicos analisados nos alunos

Obstáculo Epistemológico	Alunos que possuem (%)	Não foi possível a análise (%)
Animista	92,3	---
Experiência primeira	7,7	53,8
Generalização prematura	---	15,4
Realista	15,4	69,2
Substancialista	---	100,0
Unitário e pragmático	100,0	---
Verbal	61,5	30,8

Sendo assim, nos próximos itens serão detalhadas as interpretações feitas para os três grupos: docentes (em exercício e em formação) e estudantes, considerando cada obstáculo epistemológico.

6.2 O Obstáculo Animista

Em relação ao obstáculo animista, é coerente iniciar a discussão enfatizando a elevada porcentagem observada nos alunos concluintes do 5º ano – aproximadamente 92,3% (tabela 6.1). Ressaltando que nesse caso não houve interferências que impossibilitaram a análise.

Esse resultado concorda com o obtido entre a turma de professores e licenciandos. Uma das questões que representavam o animismo no questionário dos docentes (em exercício e em formação) é mostrada abaixo:

Inicial: A água é muito importante para a manutenção da vida na Terra, por isso ela não deve ser desperdiçada, nem poluída, nem envenenada.⁹

Final: A água é muito importante para a manutenção da vida na Terra, por isso ela não deve ser desperdiçada, nem poluída, nem intoxicada.

Verifica-se que as palavras *envenenada* e *intoxicada* atribuem características vitais à água. Logo, os participantes deveriam marcar a opção discordo ou discordo plenamente na escala Likert para indicar a ausência de concepções animistas. Cumpre ressaltar, que essa assertiva foi uma exceção no questionário final, já que ele era composto de afirmativas que não possuíam obstáculos.

Outro fator que chamou a atenção foi que nenhum dos participantes (considerando as duas edições do curso) apresentou uma ideia correta no início acerca desta questão. Todos eles responderam incorretamente, concordando com o *envenenamento* da água. Porém, após as aulas houve diferença nos grupos: 100,0% dos estudantes da Pedagogia permaneceram com ideias animistas; enquanto que entre os professores – 100,0% obtiveram uma adequada percepção após as aulas do curso. A tabela 6.2 resume essas observações:

⁹ Fonte: <<http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/Meio-Ambiente/declaracao-universal-dos-direitos-da-agua.html>>. Acesso em: 28 set. 2015.

TABELA 6.2 – Relação observada entre o grupo de professores e licenciandos na questão que abordava o animismo.

Questão referente ao animismo	Porcentagem	
	Professores	Licenciandos
Ideias adequadas desde o início	0%	0%
Ideias erradas após o curso	0%	100,0%

De acordo com COSTA (2000, p. 93), “os obstáculos nunca são definitivamente superados, uma vez que o espírito científico sempre se apresenta com seus conhecimentos anteriores”, consistindo em um processo demorado e contínuo, onde as percepções inicialmente aceitas são confrontadas. Isso explicaria a diferença obtida entre as duas turmas: professores e licenciandos após a intervenção feita pelo curso, sugerindo também um senso crítico maior – o que contribui para uma visão mais adequada da natureza científica.

Nesse sentido, discordamos de COSTA (2000) ao afirmar que o primeiro passo à superação de uma barreira epistemológica ocorre com a formação de um espírito questionador – próprio das científicas, quando pode ocorrer a construção e principalmente a desconstrução de conhecimentos e saberes por meio de vivências e reflexões, como observou-se nos encontros. No contexto deste trabalho trata-se, portanto, de um processo de autoformação.

O animismo possui forte apelo entre as crianças, pois introduz a vida um sentimento afetivo e atrativo. Comumente características humanas (comer, ficar doente) são utilizadas nas explicações e podem ser encontradas em materiais pedagógicos (livros, vídeos, revistas, entre outros); como se o aluno não conseguisse compreender o que lhe é ensinado sem o uso de uma abordagem vital e por vezes até encantada (ANDRADE e MARTINS, 2009). Durante a realização do curso, frases do tipo: “*Será que ele (aluno) vai entender?*” ou “*Como vou conseguir explicar isso, então?*” foram observadas e exemplificaram a dificuldade em trabalhar os fenômenos apenas considerando os conhecimentos científicos, deixando de lado qualquer explicação infantilizada, que, para os participantes, correspondiam à melhor maneira para abordar os conceitos na faixa etária dos estudantes (séries iniciais).

Ainda segundo os autores, esse vitalismo insere-se no desenvolvimento individual e coletivo, já que é possível verificá-lo ao longo da história e em diferentes contextos. Em seu livro “*A formação do espírito científico*”, Bachelard apresenta um exemplo da fase, denominada por ele de pré-científica, na qual a ferrugem seria uma doença que acometia o ferro:

A ferrugem é uma doença à qual o ferro está sujeito... O ímã perde sua virtude magnética quando é corroído pela ferrugem. Alguns recuperam parte de sua força quando lhe retiram a superfície atacada por essa doença (BACHELARD, 1996, p. 194).

Apesar de representar um episódio do século XVIII, o exemplo citado por Bachelard assemelha-se ao pensamento infantil ao atribuir uma característica animada ao fenômeno da ferrugem. Mesmo após as revoluções científicas e o amadurecimento e consolidação da ciência moderna, que permitiram um olhar mais crítico e designaram tais explicações como absurdas e/ou engraçadas, ainda é possível observar pensamentos que não se distanciam desse vitalismo.

No trabalho de GIBIN (2009), foi solicitado a alunos do 1º ano do Ensino Médio que explicassem, por meio de um roteiro de animação, as interações existentes entre as moléculas de água e os íons cloreto de sódio na dissolução do sal. 20,0% dos estudantes apresentaram ideias animistas em seus registros, escrevendo histórias em que os átomos e as moléculas conversavam e faziam atividades realizadas pelos seres humanos. Ressaltando os esclarecimentos feitos aos mesmos explicando que não deveriam proporcionar atitudes e sentimentos aos fenômenos. Um dos educandos atribuiu sentimentos e desejos ao íon:

...Sal estava muito chatiado (sic), pois havia adado (sic) milhares de Km em busca de aventura e não conseguia achar nada. Frustrado com a situação resolveu parar para descansar, e foi quando avistou no horizonte um lago. Como era um dia muito quente de verão e estava cansado, decidiu ir nadar, até porque nunca havia tido contato com água antes, apenas tinha ouvido falar... (GIBIN, 2009, p. 40).

Considerando o que fora discutido até aqui, é perceptível que as concepções animistas estão presentes em vários níveis de ensino – das séries iniciais à educação superior. Cumpre ressaltar, se o próprio professor (considerando toda a vida escolar) não estaria reforçando em suas aulas essas percepções, seja através dos materiais pedagógicos ou de seu próprio discurso. Nesse sentido, ao pensar que os “alicerces” da Educação Básica encontram-se respaldados nos primeiros anos do Ensino Fundamental, como estaria à formação desse educador? Sua graduação propiciaria os subsídios necessários à construção dos conhecimentos científicos? Tais aspectos serão novamente

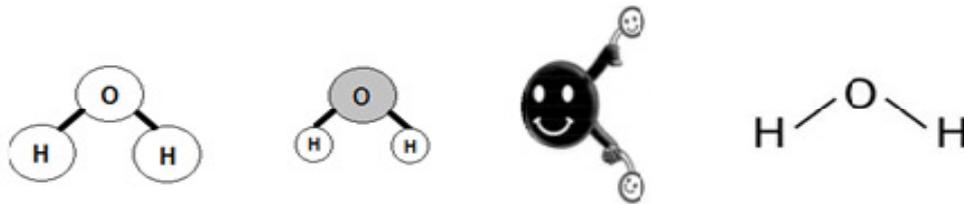
levantados e respondidos nos tópicos seguintes, para auxiliar as discussões sobre a formação nos cursos de Licenciatura em Pedagogia.

Nos questionários aplicados durante a realização do curso, havia também uma discursiva representando o obstáculo animista, onde os participantes deveriam escolher, dentre quatro opções diferentes, qual(is) seria(m) a melhor representação da moléculas de água, justificando o motivo de sua escolha. Os resultados obtidos serão apresentados no item a seguir.

6.2.1 A Molécula de Água

A figura 6.5 mostra quatro possíveis representações da molécula de água que foram abordadas no questionário inicial.

FIGURA 6.5 – Possíveis representações da molécula de água abordadas na discursiva referente ao animismo.



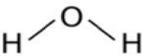
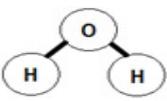
Observou-se que esta foi a questão que possuía o maior número de concepções corretas antes de iniciar as aulas, ou seja, 87,5% dos professores e 100,0% dos licenciandos não escolheram a molécula representada por átomos com rosto, escolhendo uma das outras três, provavelmente a que foi estudada durante o Ensino Médio na disciplina de Química.

Um dos educadores optou pela representação animista da molécula, justificando a imagem lúdica ou divertida proposta pelo modelo, o que segundo suas percepções seriam uma forma adequada para trabalhar com crianças das séries iniciais.

Embora a barreira animista não tenha sido identificada nas demais discursivas, as justificativas mostraram que os participantes não compreendiam os conceitos de átomos e moléculas. O quadro 6.6 resume as categorias obtidas nas análises de conteúdo das explicações dadas para a escolha das

representações e as respectivas porcentagens de participantes (professores e licenciandos) que escolheram cada uma delas.

QUADRO 6.6 – Justificativas para a escolha da representação da molécula de água.

Molécula escolhida	Justificativas	Quantidade de respostas dos participantes (em %)
	Melhor visualização.	12,5
	Representação correta.	25,0
	“Moléculas” possuem o mesmo tamanho.	6,3
	Representação de uma molécula.	12,5
	Melhor visualização.	25,0

Entre as respostas analisadas, 37,5% continham justificativas que identificavam a opção como sendo a mais nítida, ou de melhor visualização. Joaquim, um dos professores, assinalou: “Letras maiúsculas grandes e sem desenho porque as crianças entendem se for bem explicado para elas” (grifo nosso). Ou seja, o docente demonstra não conhecer como são representados os átomos em uma molécula e as ligações químicas. Além disso, todas as representações, exceto a do rosto, apresentam letras maiúsculas; talvez para ele essa fosse a molécula com “menos detalhes”, o que facilitaria a explicação aos alunos.

Outra justificativa bastante recorrente entre as duas turmas (37,5%) foi por ser a única correta dentre todas as opções. Isso também indicaria o não entendimento de como as moléculas podem ser representadas, já que todas estão corretas – com exceção da animista. Provavelmente a preferência tenha se baseado nas recordações do Ensino Médio – no modelo utilizado durante as aulas ou nos livros didáticos.

Em um dos questionários, verificou-se a informação de que as moléculas possuíam o mesmo tamanho, demonstrando a confusão existente entre átomos e moléculas e também a percepção de que eles têm tamanhos semelhantes. Nesse sentido, pode-se supor que os participantes desconheçam esse conceito, pois 87,6%¹⁰ deles não escolheram a representação em que os átomos de hidrogênio e oxigênio estavam em diferentes tamanhos. No entanto,

¹⁰ Esse resultado representa a soma dos valores obtidos no quadro 6.6 com a escolha pela molécula contendo o rosto (observado no questionário de um professor).

uma professora respondeu que embora não trabalharia com seus alunos sobre esses assuntos (já que eram crianças de 6 anos de idade), uma possibilidade seria bolinhas de isopor com cores variadas – talvez para ela isso representasse os diferentes tipos de átomos. Cumpre ressaltar ainda, que em outro questionário um docente respondeu que todas as representações (com exceção daquela contendo o rosto) poderiam ser usadas em sala de aula.

Durante o curso o tema não foi amplamente estudado. Como trabalhou-se a água durante a abordagem dos obstáculos epistemológicos, representou-se sua molécula com bolinhas de isopor, destacando que seria um modelo possível para explicações em sala de aula. Lembrando que o objetivo e o enfoque eram outros, embora algumas discussões sobre Química fossem necessárias.

No questionário final, a assertiva propunha aos docentes e licenciandos desenhar a representação de uma molécula de água supondo que eles precisassem trabalhá-la com seus estudantes. Os mesmos modelos indicados no início foram novamente ilustrados; alguns esboçaram o que haviam trabalhado durante o curso, escrevendo até mesmo sobre as bolinhas de isopor, demonstrando que o assunto ainda precisaria ser abordado e melhor assimilado entre eles.

Identificaram-se por meio das análises dificuldades conceituais em relação à disciplina Química. Frases como: “tenho pânico quanto à Química!”, ou “não gosto de Química!” também foram observadas em outras dissertativas, o que explicaria a dificuldade em seus conteúdos. Afinal, quando não há motivação dificilmente ocorrerá a aprendizagem.

Embora os participantes não tivessem uma sólida formação em Ciências da Natureza durante a graduação, a questão exigia conhecimentos elementares – é possível verificar a representação da molécula de água em livros didáticos das séries iniciais. O Ensino Médio, feito por todos, deveria propiciar essa formação básica aos seus alunos, que não iriam concluí-lo sendo especialistas em Química, mas com uma noção, mesmo mínima, de sua linguagem científica própria. Entender o que significa o pH 6 no rótulo de uma garrafa de água mineral não é (ou não deveria ser) privilégio de químicos, mas sim de cidadãos conscientes daquilo que utilizam em seu dia a dia.

Diante do exposto, da confusão conceitual existente entre átomos e moléculas (microscópico), será que o entendimento de substância (macroscópico) estaria mais claro aos docentes e licenciandos, ou haveria

obstáculos substancialistas entre as turmas? No próximo item, tais análises serão discutidas.

6.3 O Obstáculo Substancialista

Como observado na tabela 6.1, não foi possível a análise do obstáculo substancialista entre os alunos concluintes do 5º ano. No questionário as afirmações correspondentes a essa barreira abordavam assuntos cotidianos (derretimento do gelo e evaporação da água); porém também apresentavam o conceito de mudanças de estados físicos, o que provavelmente, era desconhecido pela maioria da turma, já que 61,5% responderam *neutro* na frase: “*Quando o gelo derrete ou a água dos rios evapora ocorre a mudança de estado físico da água*”. Ressaltando que eles foram instruídos a escolher esta alternativa quando não soubessem a questão.

Além disso, as análises das demais assertivas respondidas por cada aluno confirmou essa hipótese, pois em todas as frases em que o conceito foi apresentado de alguma forma, verificou-se novamente a opção *neutro* assinalada. Uma consideração importante é a presença desse conteúdo nos livros didáticos e no currículo das séries iniciais, sugerindo que por finalizarem esse período escolar os educandos deveriam compreender o mesmo.

Aparentemente as crianças confundiram os conceitos de substância e molécula, transferindo ao microscópico as características e propriedades do macroscópico. Contudo, não se pode afirmar a presença do substancialismo, devido à falta de conhecimento dos alunos. Faz-se necessário também, ponderar sobre a ausência de explicações envolvendo o nível molecular nessa faixa etária – mesmo de forma simples; para muitos, o primeiro contato foi feito no próprio evento e em um curto espaço de tempo, quando comparado às aulas na escola.

O resultado apresentado pode concordar com o obtido entre os docentes e licenciandos, pois uma das questões em que tiveram maior avanço, ou seja, foram respondidas incorretamente no questionário inicial e de maneira adequada ao final, abordava a fusão do gelo. Para melhor delinear essa comparação, abaixo se encontram as assertivas que correspondiam ao substancialismo e a tabela 6.3, mostrando a porcentagem de participantes que obtiveram retorno positivo após o curso nas duas questões.

Inicial: Quando o gelo derrete, processo denominado fusão, ocorre a mudança de estado físico da molécula de água, que passam de sólido a líquido.

Final: Quando o gelo derrete, processo denominado fusão, ocorre a mudança de estado físico da água, que passa de sólida à líquida.

Inicial: A água é um líquido fresco e incolor.¹¹

Final: A água que gostamos de beber é um líquido fresco e incolor, embora estas propriedades não sejam representativas das propriedades das moléculas deste líquido.

TABELA 6.3 – Porcentagem de avanço entre os participantes nas questões referentes ao substancialismo

Afirmativas	Porcentagem de retorno positivo (avanço)	
	Professores	Licenciandos
Sobre a mudança de estado físico da água	87,5%	100,0%
Sobre a água ser um líquido fresco e incolor	50,0%	75,0%

Na afirmativa sobre a mudança de estado físico da água, praticamente ambas as turmas possuíam, a princípio, um conhecimento equivocado, que pode estar relacionado ao obstáculo substancialista (na frase é a molécula quem sofre a fusão), ou então no desconhecimento acerca da transformação física (o nome do processo). Enfim, mesmo que alguns compreendam esse conceito e tenham errado por transferir as propriedades da substância à molécula, ainda assim estaria de acordo com o observado entre os estudantes.

Em relação à outra assertiva, pode-se supor pelas porcentagens, que o obstáculo substancialista foi confrontado e obteve também um avanço significativo. Esses valores podem indicar que a abordagem feita pelo curso foi eficiente e atingiu as expectativas em relação a essa barreira.

No entanto, vale ressaltar as análises obtidas no item anterior, onde foi possível constatar que o microscópico (átomos e moléculas) não é algo entendido entre os professores e licenciandos. Sendo assim, não há a possibilidade de avaliar plenamente a existência substancialista entre eles no início.

¹¹ Fonte: <<http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Agua/Agua1.php>>. Acesso em: 28 set. 2015.

6.4 O Obstáculo Realista

Para a exposição desses resultados serão discutidas, primeiramente, as análises obtidas entre os alunos concluintes do 5º ano. De acordo com a tabela 6.1, não foi possível o diagnóstico em 69,2% dos participantes pela opção marcada nas afirmativas e contraditórias – ambas com concordo ou concordo plenamente; enquanto que constatou-se a barreira epistemológica em 15,4% dos estudantes (tabela 6.1). Abaixo são apresentadas as frases do questionário referentes ao realismo:

Positivas:

4. A água é a substância mais importante para a manutenção da vida na Terra, pois todos os seres vivos dependem dela para sua sobrevivência.

11. Os seres vivos dependem somente de água no estado líquido para viver.

Negativas:

22. A água é uma das substâncias importantes à vida na Terra.

25. Não é apenas de água no estado líquido que os seres humanos dependem para sobreviver.

Cumprе ressaltar, que os números das assertivas correspondem à ordem em que estavam dispostas no mesmo. Agora, observando o conjunto de frases 4 e 22 e levando em consideração suas disposições no questionário (não sequencial e primeiro a positiva), pode-se supor que houve uma precipitação nas escolhas, embora eles soubessem que a água não é a única substância necessária à vida. Já as questões 11 e 25 exigiam o conhecimento sobre estados físicos da água para respondê-las, conceito não compreendido pelos educandos e discutido no item anterior. Dessa forma, a conclusão acerca desse obstáculo também não foi precisa, embora verificou-se uma pequena porcentagem (15,4%) entre os alunos.

A afirmativa 4 também era parte do questionário inicial aplicado aos professores e licenciandos, e obteve retorno positivo após a realização do curso, 75,0% e 87,5%, respectivamente, responderam incorretamente no início (concordando ser a água a substância mais importante), mas de maneira adequada ao final.

Por se tratarem de indivíduos com maior escolarização, senso crítico e saberes, quando comparados a estudantes do Ensino Fundamental, não é possível justificar as escolhas como foi realizado aos alunos do 5º ano. Além

disso, não havia contraditórias, em todas as questões algum obstáculo era apresentado, o que evidenciaria o realismo entre as turmas.

Na outra questão referente a essa barreira, que abordava a destilação como sendo uma possibilidade para retirar o sal da água do mar em uma escassez, houve divergências entre os dois grupos: a princípio ambos possuíam uma percepção prévia acerca do assunto e consideravam a inviabilidade do processo a nível global; porém, essa foi a questão em que um maior número de alunos da Pedagogia retrocederam (37,5%), começando a ponderar tal hipótese como uma alternativa viável ao final das aulas. No caso dos docentes esse problema não foi identificado, apesar de que a porcentagem de ideias corretas inicialmente era mais elevada em relação aos licenciandos, 37,5% e, para o segundo, 12,5%. O quadro 6.7 aborda as questões que obtiveram maior retrocesso para as turmas.

QUADRO 6.7 – Afirmativas que apresentaram maior retrocesso nos questionários de obstáculos

Professores		Licenciandos	
Afirmativas	%	Afirmativas	%
e) Sobre a água pura não ser conhecida como água potável.	25,0%	h) Sobre a destilação ser uma possível solução para retirar o sal da água do mar em uma possível escassez.	37,5%
l) Sobre o utilitarismo da água.	25,0%		

Como verificado acima, os maiores retrocessos na turma de professores ocorreu nas frases *e)* e *l)*, referentes, respectivamente, aos obstáculos generalização prematura e unitário e pragmático.

No entanto, embora pertencente a outra barreira epistemológica é possível associar as frases *e)* e *h)*, já que envolvem os conceitos de pureza e potabilidade da água. Durante as discussões ou nas análises dos diferentes instrumentos de coleta de dados foi possível observar o pouco conhecimento em relação ao processo de destilação. Como algumas questões abordavam tal assunto, antes da aplicação do questionário inicial perguntou-se aos participantes acerca da técnica, e devido a algumas respostas que se aproximavam apenas do senso comum e de procedimentos divulgados no cotidiano, como a destilação da cachaça, explicou-se brevemente (e com a cautela necessária para não comprometer as respostas), que consistia na separação de dois líquidos (usou-se

exatamente essa nomeação, não generalizando ou explicando qual líquido poderia ser), por meio da evaporação e posterior condensação de um deles.

Embora esses conceitos tenham sido estudados durante o curso e o experimento de destilação realizado em grupos (para abordar o obstáculo experiência primeira – melhor exposto nos itens a seguir), possivelmente a abordagem não foi suficiente para trabalhar essas dificuldades, ou então confusões podem ter ocorrido que explicariam o retrocesso analisado. De qualquer forma, essa defasagem mostra outra dificuldade específica da Química trabalhada no Ensino Médio, corroborando com alguns resultados anteriormente discutidos acerca de átomos e moléculas. Talvez maiores problemas na disciplina pudessem ainda ser encontrados entre os participantes da pesquisa, mas infelizmente não caberia neste trabalho a discussão destes dados.

Depois dessas considerações, os resultados observados na frase sobre a destilação podem indicar a presença do realismo entre os docentes e licenciandos – mesmo não compreendendo esses conteúdos, ou o conhecimento do método de destilação sendo próprio do saber cotidiano, após a breve explicação inicial (realizada antes da aplicação do questionário) o senso crítico desses participantes deveria questionar a eficácia e viabilidade dessa técnica em grande escala. Esse pensamento crítico e reflexivo, próprio da ciência, propiciaria outras respostas que modificariam os resultados.

Além disso, em seu livro *A formação do espírito científico: uma contribuição para uma psicanálise do conhecimento*, BACHELARD (1996) compara o realista ao avaro quando discorre a eficiência médica atribuída às pedras preciosas na cura das doenças, pois um objeto pequeno concentraria muita riqueza:

A pedra preciosa é pequena e tem muito valor. Concentra a riqueza. Serve, portanto, para concentrar a suave meditação do proprietário. Fornece a clareza da prova ao complexo do pequeno lucro. [...] princípio do avarismo inteligente: possuir muito, condensado no mínimo volume (BACHELARD, 1996, p. 172).

De forma semelhante, uma das grandes vantagens da evolução da Química para o realista, ainda segundo o autor, seria a redução dos medicamentos ao mínimo volume, concentrando a eficiência de várias substâncias em um único frasco, que quando tomado poderia sarar diferentes sintomas e/ou doenças.

Agora, trazendo a discussão de Bachelard ao contexto desta pesquisa, um problema grave como a escassez de água seria resolvido usando a técnica de destilação, ou seja, o “muito” novamente sendo reduzido a um único método – talvez milagroso, por conseguir estabelecer a solução de uma adversidade mundial.

Antes de concluir esse tópico, cumpre ressaltar que a questão *l)* (quadro 6.7), uma das assertivas com maior retrocesso entre os professores; será discutida a seguir por representar o obstáculo unitário e pragmático.

6.5 O Obstáculo Unitário e Pragmático

Para expor as análises feitas acerca da afirmativa *l)*, faz-se necessário iniciar este item mostrando como a mesma foi abordada no questionário inicial destinado aos professores e licenciandos.

Devemos tomar mais cuidado com a qualidade da água, pois a mesma tem funções que vão além das necessidades biológicas, precisamos dela para limpar nossas casas, lavar as nossas roupas e o nosso corpo. E mais: para limpar máquinas e equipamentos, irrigar plantações, gerar energia, etc.¹²

Observa-se que a água é explicada a partir de suas funções e utilidades humanas, limitando-se apenas às necessidades biológicas e diárias e sendo suficientemente explicativas para a compreensão do conhecimento científico. Para GOMES (2007), esse saber cotidiano representa um obstáculo ao conhecimento científico, por promover acomodações ao que se conhece e oferecer satisfações imediatas à curiosidade, criando barreiras e anti-rupturas ao progresso da ciência, considerada por Bachelard como descontínua, dialética e dinâmica.

Entre os estudantes de Pedagogia a alternativa *l)* foi uma das que apresentou 0% de concepções adequadas no início (representada pela cor cinza na figura (6.4), isto é, nenhum deles discordou do que lhes foi apresentado no questionário inicial. Entretanto, a porcentagem de participantes que avançaram após a realização do curso, considerando as duas edições, sugere que a abordagem efetuada foi eficaz e conseguiu confrontar o obstáculo – 50,0% de docentes e 75,0% de licenciandos.

¹² Fonte: <<http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Agua/Agua6.php>>. Acesso em: 28 set. 2015.

Esse utilitarismo foi percebido não somente em relação à água, mas pensando-se a ciência como um todo. No quadro 5.5, por exemplo, uma das categorias criadas na análise de conteúdo consistiu nas vantagens atribuídas ao conhecimento científico principalmente na área da saúde.

A outra afirmativa referente ao obstáculo unitário e pragmático abordava novamente o conceito de água destilada, dizendo que sua existência seria apenas para que pudesse ser usada em baterias de carros e na fabricação de produtos em geral. Nenhum dos educadores (em exercício e em formação) possuía uma percepção adequada no início acerca da mesma, o que pode corroborar com a dificuldade conceitual discutida anteriormente. Ao final das aulas, o retorno também foi positivo para a maioria – 75,0% e 50,0%, respectivamente, demonstrando a superação dessa barreira epistemológica.

Agora, relacionando os dados expostos até aqui com os resultados observados no grupo de alunos concluintes do 5º ano, verifica-se por meio da tabela 6.1 a convergência entre eles, uma vez que o obstáculo unitário e pragmático foi constatado em 100,0% dos participantes. A fim de melhor discutir a análise feita, cumpre apresentar as frases destinadas a avaliar essa barreira ao conhecimento científico, ressaltando que a alternativa *l*) foi mais uma vez utilizada. Da mesma forma, os números correspondem à disposição das afirmativas no questionário.

Positivas:

- 2. A água serve para limpar nossas casas, lavar nossas roupas e o nosso corpo. E mais: para limpar máquinas e equipamentos, irrigar plantações, gerar energia, etc.
- 20. O gelo existe para quando precisarmos deixar nossas bebidas mais frias, principalmente nos dias do verão.

Negativas:

- 7. A água existe no planeta Terra independentemente da existência dos seres humanos.
- 8. O gelo é a água no estado sólido. Ele pode ser usado pelo ser humano para resfriar bebidas ou alimentos.

Apesar de consistirem em assertivas contraditórias, percebe-se que as negativas são neutras, pois suas respostas “não anulam” a opção escolhida nas positivas e auxiliam algumas suposições já efetuadas, de acordo com a alternativa respondida pelas crianças – nas frases observou-se concordo ou concordo plenamente.

No primeiro conjunto (questões 2 e 7), pode-se supor que eles saibam sobre a existência da água no planeta Terra independentemente dos seres humanos. Porém, há um utilitarismo próprio do senso comum; a compreensão dessa substância não provém do pensamento científico e sim de situações vivenciadas diariamente.

O mesmo pode ser entendido nas afirmações 20 e 8, pois devido ao clima do Brasil não há outras finalidades para o gelo, neve e icebergs, por exemplo, o que poderia induzir as crianças a concordar com a positiva. Aliás, em alguns questionários foi perceptível que os alunos não conheciam o gelo como sendo água no estado sólido (marcaram “neutro” na negativa 8), o que concorda com os resultados discutidos anteriormente sobre os educandos não compreenderem estados físicos.

Para BACHELARD (1996), esse utilitarismo atribuído à água e ao gelo relaciona-se apenas às concepções finalistas dos fenômenos e procura um caráter utilitário humano, não só pela vantagem que oferece, mas para o princípio da explicação científica, ou seja, para os três grupos pesquisados (professores, licenciandos e alunos) o conhecimento da água limita-se às suas necessidades biológicas e diárias. Entretanto o que é essa substância? Para os educandos, o gelo é a água no estado sólido?

Se para Bachelard essas percepções constituem barreiras epistemológicas que impedem a ruptura com o senso comum – ou o saber cotidiano, outros estudos as relacionam com a visão mecanicista de Descartes na qual considera o homem externo à natureza. O tópico seguinte objetiva melhor expressar tais ideias e compreender as origens filosóficas desse pensamento utilitário.

6.5.1 As Origens Filosóficas do Pensamento Utilitário

A filosofia de René Descartes não influenciou apenas o que fora discutido nos itens 5.2.2 e 5.2.4, acerca da fragmentação do conteúdo em disciplinas e da percepção de natureza remetendo à idealização do belo, mágico e da criação divina. De acordo com GRÜN (2007), essa visão exteriorizada do homem em relação ao universo o coloca como referencial e sujeito observador, estando no centro de seu contexto onde observaria todos os fenômenos. Assim, o homem é considerado o centro de tudo e todas as demais coisas no universo existem única e exclusivamente em função dele (GRÜN, 2007, p.44).

Uma vez que o ser humano não pertence ao mundo natural e ele existe para o seu benefício, DAITX (2010) discute que seria aceitável, na sociedade contemporânea, que o homem possa usufruir seus recursos sem responsabilidades, o que justificaria o consumo inconsciente e não sustentável observado e as concepções dos indivíduos de que os recursos naturais são explicados e justificados pelo uso que proporcionam.

RODRIGUES et al. (2010) investigou as percepções ambientais de alguns conceitos sobre nascentes de rios entre jovens e adultos (Educação de Jovens e Adultos) de uma escola pública localizada em um município com grande quantidade de nascentes e importante destaque nacional pelo seu histórico cultural e de exploração minerária.

Os resultados observados levaram a respostas pouco elaboradas e provenientes de experiências pessoais (senso comum), além de visões antropocêntricas que destacavam o caráter utilitário dos recursos naturais, percebida pelos alunos como fornecedora de benefícios ao ser humano. Embora os participantes soubessem o conceito, quando questionados acerca da importância das nascentes, verificaram-se exemplos como abastecimento de água, uso na lavagem de roupas, criação do gado, sempre ligada a benefícios humanos. Essa percepção não variou com a idade dos discentes (lembrando que havia jovens e adultos participando da pesquisa), sugerindo aos autores que a ideia utilitária não está relacionada a experiência pessoal, como pôde ser analisada no caso da definição do conceito.

Isso concorda com o observado neste trabalho, pois a questão abordando o uso biológico e diário da água – apresentada aos três grupos (docentes, licenciandos e alunos), foi respondida da mesma forma pelos mesmos, não importando que nas duas primeiras turmas o conhecimento escolar, as experiências ou saberes de mundo eram maiores.

Ainda sobre a pesquisa de RODRIGUES et al. (2010), a visão antropocêntrica foi verificada entre os educandos até mesmo em questões que relacionavam as consequências do desaparecimento das nascentes. 49,4% dos entrevistados citaram apenas os prejuízos acarretados à população humana (falta de abastecimento de água nas residências, por exemplo), esquecendo-se as complicações ocorridas no ecossistema.

Outros trabalhos também apontam a perspectivas utilitárias que atribuem à existência da natureza exclusivamente para servir aos homens (RODRIGUES e MALAFAIA (2009); DAITX (2010); GRÜN (2007)). Além de estarem presentes no discurso coletivo, essas visões podem ser encontradas em

materiais pedagógicos ou concepções docentes como foi possível observar nos educadores participantes desta pesquisa (em exercício e em formação) e no trabalho de DAITX (2010), com professores de Ciências.

Para a autora, faz-se necessário uma mudança na formação desses profissionais – o que também é defendido nesta dissertação, o que propiciaria transformações nos processos de ensino e aprendizagem dessa disciplina em sala de aula, tendo em vista a formação de cidadãos ecologicamente conscientes, que se compreendam como parte integrante da natureza e responsáveis por sua preservação, rompendo com a lógica cartesiana que exterioriza e coloca o ser humano como subordinador dos recursos naturais.

6.6 O Obstáculo Experiência Primeira

Antes de iniciar a exposição dos resultados propriamente ditos, cumpre ressaltar que umas das questões aplicadas aos docentes e licenciandos, também poderia ser analisada sob a perspectiva epistemológica unitária, que segundo BACHELARD (1996), caracteriza-se pela generalização extrema e a busca por uma unidade na natureza capaz de explicar os fenômenos. Abaixo encontra-se a frase apresentada no questionário inicial:

A partir do ciclo da água podemos entender e explicar vários processos que ocorrem no Universo. Até mesmo uma simples destilação, ou seja, retirada de sais minerais e impurezas da água para torná-la pura, pode ser melhor compreendida por meio desse fenômeno.

Ao interpretar a maneira em que o ciclo da água é abordado na afirmativa, é perceptível que a partir desse único conceito outros processos possam ser elucidados, como a destilação, por exemplo. Porém, embora a técnica também envolva as mudanças de estados físicos da água, ela não pode ser comparada à complexidade de um ciclo biogeoquímico, dependente de vários fatores bióticos e abióticos para ocorrer. Contudo, as análises dessa assertiva consideraram apenas o obstáculo experiência primeira, não se importando com tais discussões unitárias.

Dessa forma, após a realização do curso 87,5% dos educadores e 75,0% dos estudantes da Pedagogia obtiveram percepções que não implicavam barreira à construção do conhecimento, sugerindo uma superação, já que a mesma foi diagnosticada no questionário inicial (os participantes concordaram

com a afirmação mostrada acima). Isso está de acordo com a abordagem feita durante as aulas, onde foi possível discutir os aspectos científicos e epistemológicos envolvidos nesse conteúdo.

Os resultados também foram satisfatórios para a outra questão, que tratava o experimento como sendo uma alternativa eficaz na aprendizagem dos alunos. A porcentagem de visões adequadas ao final, que consideravam as diferentes possibilidades da experimentação nas práticas pedagógicas, não mais a visualizando como pressuposto ou mesmo condição à aprendizagem significativa, foi de 87,5% entre os professores e 50,0% na turma de estudantes da Pedagogia. Vale destacar, que metade dos licenciandos já possuía essa percepção antes mesmo de iniciar o curso. Provavelmente, a diferença observada nos dois grupos se relacione com a prática docente, pois pensando no ensino centrado no livro didático, o experimento representaria uma metodologia inovadora aos indivíduos que já possuem a vivência da sala de aula; concordando com as análises expostas no item 5.2.2.

Agora, para investigar a presença dessa barreira epistemológica entre os estudantes concluintes do 5º ano, abordaram-se na questão as atividades realizadas no dia anterior à aplicação do questionário sobre impressões digitais, levando em consideração a mediação adequada durante essa aula para que as percepções das crianças não permanecessem apenas no “colorido” dos fenômenos. No entanto, pode-se constatar na tabela 6.1 que na maioria dos participantes (53,8%) não foi possível a análise, já que a positiva e a negativa estavam respondidas com concordo ou concordo plenamente. As frases são apresentadas a seguir:

Positiva:

24. As impressões digitais deixadas na cena de um crime solucionam o que aconteceu.

Negativa:

15. A impressão digital pode ser uma evidência de um crime, porém, às vezes é necessário analisar outras provas para solucioná-lo.

Devido à abordagem cuidadosa durante a explicação do conteúdo, pode ser que os alunos compreenderam que a impressão digital solucionaria o crime. Porém, às vezes também não seria a única evidência. Isso poderia explicar ambas as respostas iguais colocadas tanto na afirmativa como na contraditória. Em alguns questionários foi possível identificar a opção concordo

e concordo plenamente na positiva e negativa, respectivamente, o que representaria uma perspectiva positiva.

No entanto, os educandos teriam que considerar os crimes que não são solucionados por essa evidência, como por exemplo, quando as digitais encontradas na cena podem ser de pessoas aleatórias que estariam ali antes do ocorrido, mas que não tinham participação alguma no delito. Essa consideração seria importante na resposta e mudaria a opção escolhida na afirmativa.

Faz-se necessário que os professores, principalmente nas séries iniciais, em que as crianças ainda estão ligadas ao concreto, palpável, trabalhem o conteúdo de maneira a minimizar esse obstáculo, criando nas situações de ensino e aprendizagem um ambiente favorável para que o estudante aprenda significativamente os conceitos. Embora não seja possível afirmar com certeza a presença de tal concepção entre a turma, é possível que “traços” dessa barreira tenham ficado em alguns, mesmo com a preocupação inicial.

6.7 O Obstáculo Verbal

Verifica-se na tabela 6.1, que o obstáculo verbal foi diagnosticado em 61,5% dos alunos, mas em 30,8% não foi possível realizar as análises, devido à falta de conhecimento acerca dos assuntos trabalhados nas questões – iceberg e lençol freático, dois temas encontrados em livros didáticos e no currículo das séries iniciais. É importante salientar também, que havia a imagem de geleiras abaixo da afirmativa sobre a mesma, para que os estudantes pudessem respondê-la com mais facilidade. Além disso, a negativa continha a informação de que o iceberg é composto de água doce no estado sólido, outro conceito não compreendido pelos educandos, o que propiciou a escolha da opção *neutro* para as respostas.

Esses resultados podem concordar com aqueles discutidos no tópico anterior. O desconhecimento sobre geleiras (atípicas no Brasil) favorece o senso comum de que o gelo serviria apenas para resfriar as bebidas e a visão antropocêntrica, pois como icebergs não teriam utilidade aparente aos alunos, sua existência não poderia ser justificada; ao contrário do gelo, que é usado com frequência por eles.

A única questão discursiva presente no questionário apresentava quatro figuras de lençóis freáticos, solicitando que escolhessem uma ou mais

para representar o fenômeno. 100,0% da turma entregaram essa dissertativa em branco, justificando não saber o assunto.

Em relação às questões aplicadas aos professores e licenciandos, uma delas correspondia à estrutura da molécula de água no estado sólido. As investigações feitas concordaram com o esperado, pois lembrando a dificuldade no entendimento acerca dos conceitos de átomos e moléculas, seria coerente que os participantes respondessem incorretamente no início do curso. Após as discussões das aulas, ambos os grupos obtiveram 75,0% de avanço. A assertiva é apresentada abaixo:

Inicial: No estado sólido as moléculas de água estão **bem presas** umas às outras e se movem muito pouco.¹³

Final: No estado sólido as moléculas de água estão unidas em uma rede cristalina e se movem muito pouco.

Observa-se que as palavras “bem presas” constituem um obstáculo verbal por associar uma metáfora às moléculas de água, levando, muitas vezes, a imaginações que não competem aos conhecimentos científicos. Possivelmente, a ideia que alguns indivíduos teriam a partir dessa comparação seria moléculas acorrentadas ou até mesmo algemadas, propiciando percepções distorcidas. “O perigo das metáforas imediatas para a formação do espírito científico é que nem sempre são imagens passageiras; levam a um pensamento autônomo; tendem a completar-se, a concluir-se no reino da imagem” (BACHELARD, 1996, p. 101).

No entanto, não é possível avaliar a presença do obstáculo quando o microscópico é limitado e confuso aos participantes. Nesse caso, o avanço observado não se relaciona à barreira epistemológica (inicialmente não havia possibilidades para seu diagnóstico), mas sim no próprio conceito, já que ele foi trabalhado com bastante ênfase no curso – mostrado por meio de vídeos e imagens e em discussões a diferença estrutural entre sólidos, líquidos e gasosos.

Contudo, identificou-se na questão sobre o lençol freático que 100,0% dos educadores (em exercício e em formação) apresentaram a barreira epistemológica verbal. Mesmo após a realização do curso, observaram-se percepções mais adequadas em apenas um dos professores, ou seja, a abordagem

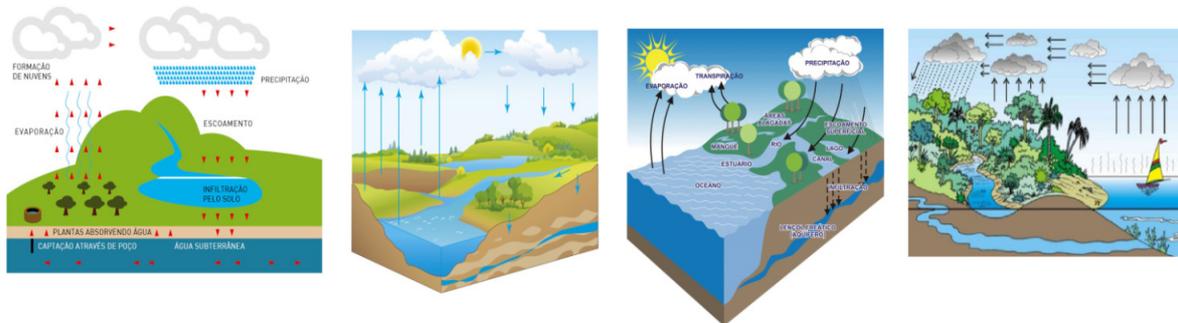
¹³ Fonte: < <http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Agua/Agua1.php>>. Acesso em: 28 set. 2015.

realizada não foi suficiente para interferir nas concepções prévias dos participantes. As discussões sobre o assunto estão no tópico seguinte.

6.7.1 Afinal, o que é um lençol freático?

Antes de iniciar a exposição das análises, cumpre ressaltar que a questão foi idêntica à apresentada aos alunos do Ensino Fundamental acerca dos lençóis freáticos. As quatro possíveis representações fornecidas na discursiva (questionário inicial) são mostradas na figura 6.6:

FIGURA 6.6 – Representações de lençóis freáticos fornecidas na questão discursiva referente ao obstáculo verbal.

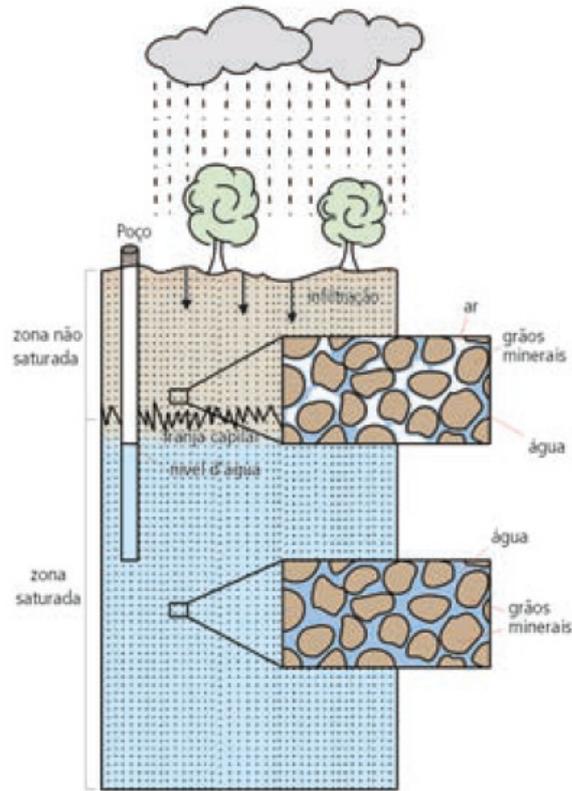


O obstáculo verbal encontra-se em todas as representações, pois nelas a terra aparece “flutuando” sobre uma fina camada de água, assemelhando-se ao lençol em cima da cama, ou a uma placa de isopor boiando – como se a água segurasse o solo. Assim, a única resposta correta seria a escolha de nenhuma imagem, justificando a falta das rochas permeáveis existentes abaixo do solo para armazenarem a água subterrânea em seus poros, como definem IRITANI e EZAKI (2012, p. 16):

Ao se infiltrar no solo, a água da chuva passa por uma porção do terreno chamada de zona não saturada ou zona de aeração, onde os poros são preenchidos parcialmente por água e por ar. Parte da água infiltrada no solo é absorvida pelas raízes das plantas e por outros seres vivos ou evapora e volta para a atmosfera. O restante da água, por ação da gravidade, continua em movimento descendente. No seu percurso, o excedente de água acumula-se em zonas mais profundas, preenchendo totalmente os poros e formando a zona saturada. [...] No topo da zona saturada existe uma faixa chamada de franja capilar, onde todos os poros estão preenchidos por água, mas ela está presa aos grãos da rocha pelo efeito da capilaridade. O limite entre as zonas não saturada e saturada é comumente chamado de lençol freático.

A figura 6.7 aborda uma representação adequada de lençol freático, considerando as camadas de solo aerado (zona não saturada) e a mais interior onde se acumula a água (zona saturada):

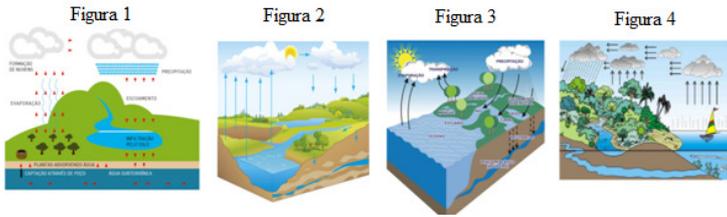
FIGURA 6.7 – Representação adequada de um lençol freático.



Fonte: IRITANI e EZAKI, 2012, p. 16

Voltando às representações, realizou-se a análise de conteúdo das justificativas e posteriormente a criação de categorias que puderam explicar o motivo das escolhas (abordadas no quadro 6.8). É importante salientar, que houve participantes (considerando professores e licenciandos) que optaram por mais de uma figura e, além disso, algumas respostas obtidas foram classificadas em diferentes grupos.

QUADRO 6.8 – Justificativas para a escolha da representação de um lençol freático.

		
Figuras escolhidas	Justificativas	Quantidade de respostas dos participantes (em %)
Nenhuma	Impossibilidade de definir.	6,3
	Não saber avaliar.	6,3
Figura 1	Dependência de vegetação para a formação dos lençóis freáticos.	6,3
Figura 3	Permeabilização da água da chuva.	6,3
	Sistema natural de filtragem da água da chuva.	6,3
Figuras 1, 2 e 3	Existência de água abaixo do solo.	18,8
	Permeabilização da água da chuva.	6,3
Figuras 1 e 3	Informações escritas.	6,3
Figuras 2, 3 e 4	Existência de vegetação.	6,3
Todas	Representação do ciclo da água.	6,3
	Permeabilização da água da chuva.	6,3
	Presença de vegetação.	6,3
	Demonstração do processo de formação.	18,8
	Formação de lagos a partir dos lençóis freáticos.	18,8

Mesmo entre os participantes que não escolheram as representações fornecidas na questão, percebeu-se nas justificativas que a percepção acerca do assunto não estava correta, pois nas respostas havia frases como “*não consigo definir*”, ou “*não sei avaliar*”. Possivelmente, o tamanho das imagens tenha impedido a visualização e sua posterior seleção; em outros questionários identificou-se o comentário: “*não dá para ver detalhadamente*”. Contudo, faz-se necessário considerar a possibilidade do próprio indivíduo compreender sua dificuldade frente ao conteúdo, explicando que não saberia examinar as imagens.

Observou-se nas justificativas a presença de outras barreiras à construção dos conhecimentos científicos, como por exemplo, na resposta da licencianda Carolina: “A melhor representação acredito estar na primeira imagem, pois demonstra a água subterrânea, absorção da água pelas plantas e

delas ocorre a evaporação que futuramente trará o escoamento para a terra.” De acordo com a aluna, a formação do lençol freático é propiciada pela vegetação, que absorve a água do solo e depois auxilia sua precipitação (por meio da transpiração e evaporação). Porém, a mesma não considera na explicação outros fatores responsáveis pela formação de vapor de água na atmosfera – combustão, transpiração dos seres vivos, etc., o que representaria o obstáculo geral. Além disso, transparece a ideia de que a presença das plantas no local seria suficiente à existência dos lençóis freáticos. Para BACHELARD (1996), essa extrema generalização é característica do unitarismo. Outra possível interpretação, segundo o autor, é a barreira realista, já que a vegetação concentraria todo o “poder” ou “responsabilidade” de haver água subterrânea, semelhantemente ao que fora discutido no item 6.4 acerca da percepção realista das pedras preciosas, concentrando grandes riquezas em um pequeno volume.

Na escolha das figuras 1 e 3 verifica-se como justificativa as informações escritas, o que pode representar os obstáculos experiência primeira e verbal. No primeiro caso, não seria necessário a interpretação das figuras, as palavras indicariam de maneira imediata o fenômeno ocorrido, oferecendo uma satisfação à curiosidade e bloqueando o espírito crítico e reflexivo, próprios da ciência. “É tão agradável para a preguiça intelectual limitar-se ao empirismo, chamar um fato de fato e proibir a busca de leis! [...] Não é preciso compreendê-los, basta vê-los.” (BACHELARD, 1996, p. 37). A substituição das explicações científicas por palavras ou imagens também são, para o epistemólogo, hábitos de natureza verbal.

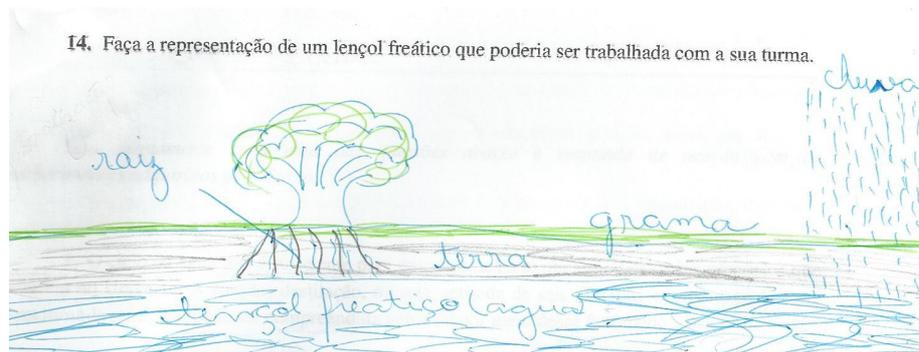
O motivo pela escolha das imagens 2, 3 e 4, pode ser interpretado como um obstáculo geral, pois os lençóis freáticos existiriam apenas embaixo de lugares com alguma vegetação; de acordo com essa percepção, em ruas ou construções não haveria a possibilidade. Além disso, a figura 1 também apresenta plantas, o que contradiria tal justificativa.

Algumas categorias observadas são indiferentes na representação de um lençol freático – ciclo da água e formação de lagos a partir dos mesmos, por exemplo; possivelmente tornariam o desenho mais completo e explicativo, mas não são necessários. Observa-se também, a afirmação sobre um sistema natural de filtragem (justificando a imagem 3), o que poderia ser interpretado como sendo a infiltração da água através das rochas.

Para que as concepções pudessem ser comparadas antes e após a intervenção do curso, no questionário final os participantes deveriam desenhar a representação de um lençol freático para ser trabalhada nas séries iniciais. Nesse

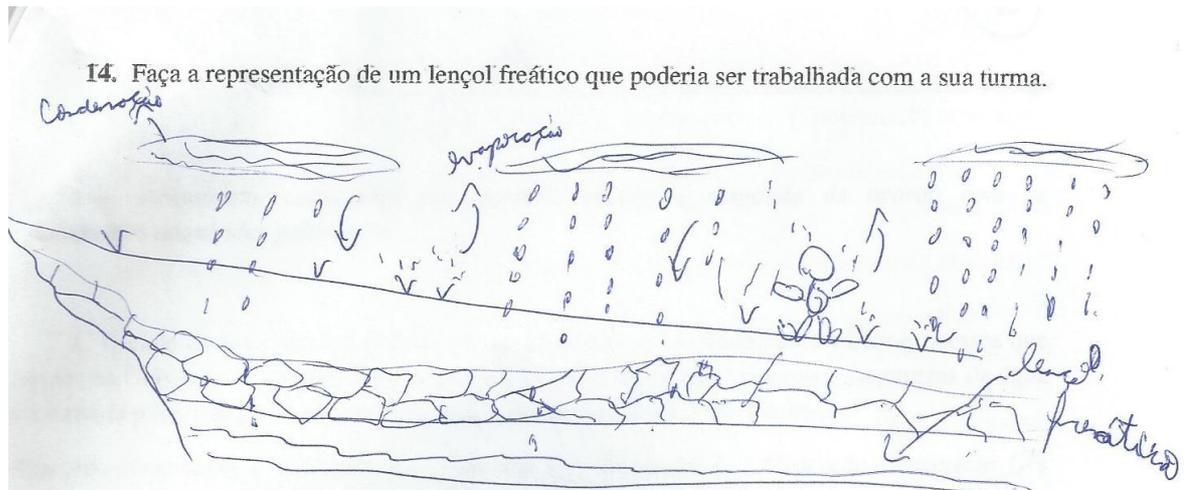
sentido, percebeu-se que a barreira epistemológica verbal ainda estava enraizada nas percepções dos educadores (em exercício e em formação). Os desenhos mostraram uma extensão das imagens abordadas inicialmente, continham uma porção de terra “flutuando” sobre o lençol freático – representado por uma estreita faixa de água; além da presença de vegetação, indicando, possivelmente, o obstáculo geral. Na figura 6.8, pode-se verificar o desenho feito pela professora Manuela, contendo as características mencionadas:

FIGURA 6.8 – Representação de um lençol freático de acordo com a professora Manuela.



Entre todas as representações obtidas, apenas uma delas melhor reproduziu a ideia de um lençol freático (figura 6.9). Nela, observa-se a infiltração da água da chuva através das rochas permeáveis, acumulando-se em lugares mais profundos; diferentemente das outras ilustrações, onde a água simplesmente “apoiava” o solo. Há também o processo de formação por meio da precipitação e a indicação do ciclo da água – embora faltem elementos, pois o educador desenhou apenas a evaporação da chuva e a transpiração dos seres vivos (nesse caso esses fatores seriam suficientes, já que o desenho pretende ilustrar o lençol de água subterrânea). Contudo, é possível analisar vegetação (grama), o que indicaria a ocorrência do fenômeno somente abaixo da mesma.

FIGURA 6.9 - Representação de um lençol freático de acordo com o professor Ronaldo.



Esses resultados indicam a necessidade de trabalhar conteúdos de Ciências nos cursos de formação inicial de professores das séries iniciais, onde geralmente a matriz curricular não se preocupa com essas questões e oferece apenas uma disciplina (menos de um semestre) durante toda a graduação. A consequência dessas percepções equivocadas será perpetuada entre os alunos desses educadores, criando, já nos primeiros anos de escolarização, obstáculos que dificultarão a aprendizagem dos conceitos e serão os “alicerces” de outros aprendizados.

6.8 O Obstáculo Geral

Para iniciar a exposição dessas análises pela turma de alunos do Ensino Fundamental, faz-se necessário relembrar a tabela 6.1, onde é possível verificar que o obstáculo geral não foi diagnosticado na maioria dos discentes, mas 15,4% da turma impossibilitaram as investigações por apresentar as mesmas opções marcadas nas afirmativas e contraditórias.

As questões referentes a essa barreira abordavam a presença de vapor de água no ar, ou de mais substâncias (oxigênio, por exemplo), no caso da contraditória; e suas origens: a positiva afirmava que era apenas resultado da evaporação dos rios, mares e oceanos, e a negativa citava outros fatores que também contribuem.

O número (relativamente pequeno) de crianças que inviabilizou as análises provavelmente ocorreu, pois não haviam aprendido o conteúdo em sala de aula e, devido a isso, não o assimilaram durante a abordagem rápida feita no

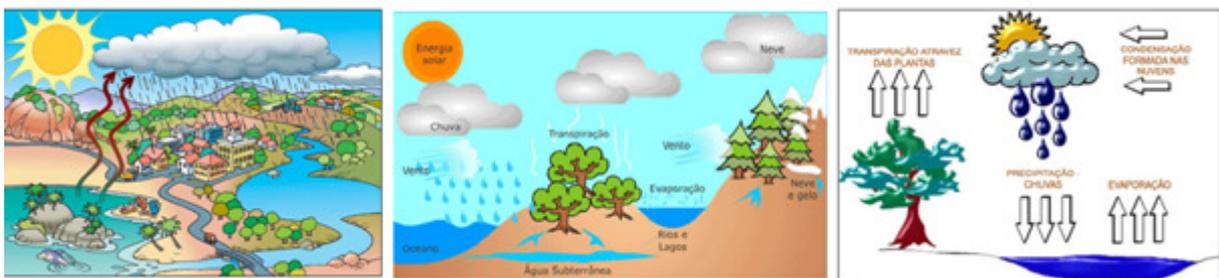
evento (quando comparado ao tempo da escola), ressaltando que esse conteúdo apresenta-se nos livros didáticos e currículo das séries iniciais.

Em relação ao questionário aplicado aos docentes e licenciandos, uma das assertivas abordava os conceitos de água pura e potável, afirmando que ambos possuíam o mesmo significado. Inicialmente, mais da metade dos estudantes de Pedagogia (62,5%) compreendiam as diferenças existentes entre os mesmos; enquanto que a porcentagem verificada no grupo de professores foi de 37,5%. Porém, ao final do curso 25,0% dos educadores apresentou concepções equivocadas admitindo que os conceitos eram iguais, sendo influenciados de forma negativa pelas aulas e discussões.

Esse retrocesso foi exposto no quadro 6.7, que mostrou as questões com maior retrocesso entre os educadores (em exercício e em formação), seguido das discussões sobre a possível relação existente entre essas afirmativas – no caso dos licenciandos a frase correspondia à técnica de destilação, outro assunto pouco compreendido entre eles.¹⁴

A outra questão representando o obstáculo geral consistia em uma discursiva sobre o ciclo da água. Assim, os participantes teriam que optar, dentre três imagens (figura 6.10), qual ou quais delas representaria(m) completamente o fenômeno.

FIGURA 6.10 - Possíveis representações do ciclo da água abordadas na discursiva referente ao obstáculo geral.



A resposta correta – que corresponderia à ausência da barreira epistemológica seria a escolha de nenhuma delas, pois em todas faltavam elementos, como por exemplo, a combustão (que libera vapor de água à atmosfera) ou a evaporação de outros lugares além dos representados nas imagens (roupas secando no varal, preparação de alimentos, etc.). O objetivo da questão e das discussões feitas durante o curso era mostrar a complexidade e

¹⁴ A conclusão foi feita a partir das análises de outras questões. A discussão é melhor detalhada no tópico 6.4.

dinamicidade desse fenômeno, retratado nas aulas de maneira simples, linear e fechada – a água dos rios, mares e oceanos evapora e se condensa nas nuvens para que ocorra a precipitação. Mesmo que o ciclo da água seja trabalhado nos materiais pedagógicos dessa forma, uma vez que será difícil encontrar uma imagem que aborde todos os fatores envolvidos considerando a grande diversidade, faz-se necessário que o professor esclareça aos seus alunos as múltiplas dimensões desse processo, indo além de ilustrações do livro didático e instigando a reflexão de sua turma.

As análises de conteúdo das justificativas dos professores e licenciandos proporcionaram a criação de categorias (quadro 6.9), ressaltando que muitos deles optaram por mais de uma figura e algumas respostas obtidas foram classificadas em diferentes grupos.

QUADRO 6.9 – Justificativas para a escolha da representação do ciclo da água.

Figuras escolhidas	Justificativas	Quantidade de respostas dos participantes (em %)
Nenhuma	Faltam elementos.	6,3
Figura 1	Mostram as mudanças de estado físico da água.	6,3
	Formação de gotículas na nuvem a partir da evaporação.	12,5
Figura 2	Existência de todos os elementos necessários.	12,5
	Maior especificidade.	12,5
	Representação da água em diferentes estados físicos.	6,3
	Diferenças na formação geográfica.	6,3
Figura 3	Mostram as mudanças de estados físicos da água.	12,5
	Presença das setas.	6,3
Figuras 1 e 3	Mostram as mudanças de estados físicos da água.	12,5
Figuras 2 e 3	Maior e menor especificidade, respectivamente.	6,3
Todas	Mostram as mudanças de estados físicos da água.	12,5
	Representação mais completa.	18,8

Dentre os docentes, dois apresentaram uma concepção correta acerca da discursiva, justificando a falta de alguns elementos nas figuras. Nenhuma representação foi escolhida por um deles; enquanto que a outra professora optou por todas elas, embora observou-se em sua escrita a percepção de que o fenômeno não é abordado de maneira adequada nas figuras: “As três juntas trazem uma representação mais completa, pois analisando cada uma separadamente falta informação.” (LUIZA).

Portanto, mesmo escolhendo as imagens é perceptível que Luisa não possui uma compreensão geral sobre o assunto, pois para ela até mesmo a segunda (mais completa dentre as três) não apresenta todas as informações necessárias.

Os participantes que escolheram a primeira imagem demonstraram um pensamento estático e fechado acerca do ciclo da água. FERNANDA, estudante de Pedagogia, escreve: “[...] Pois a água evapora formando as gotículas na nuvem ocorrendo a chuva”; e a licencianda RENATA: “[...] mostra os rios, que com o calor do Sol a água evapora, que vai ser condensada nas nuvens e depois essa água cai em forma de chuva.”

Assim, para elas as gotas de água na nuvem são consequência apenas da evaporação do rio (abaixo da mesma). Esse processo é instantâneo: a água evapora, se condensa e logo precipita. Não há outros fatores que podem interferir no processo. Todo o vapor d’água é formado ali mesmo no local, sob a ação do calor do Sol.

Embora a segunda representação seja a mais completa, ainda faltam elementos – como exposto anteriormente, é difícil encontrar uma imagem que aborde todos os fatores devido à grande complexidade do fenômeno. Dessa forma, pode-se refletir que aqueles que conseguiram interpretá-la de maneira diferente das outras (compreendendo que a mesma é mais completa ou possui elementos/fatores que não existem nas demais), têm uma percepção mais adequada em relação aos indivíduos que apenas consideram a evaporação dos rios (Renata e Fernanda, por exemplo). No entanto, faz-se necessário, nessa reflexão, considerar os aspectos que não foram detalhados na figura e que esse conteúdo não pode ser trabalhado em sala de aula apenas com a exposição de um desenho – por mais completo que ele seja.

De maneira semelhante, uma das educadoras em formação optou pelas imagens 2 e 3, considerando que ambas retratavam o ciclo da água, mas com diferentes abordagens, sendo a ilustração 2 mais específica.

Ainda sobre as justificativas pela escolha da segunda ilustração, SARA escreve: “A figura 2 representa a água em diversos estados (na forma de neve, oceano, rio, água subterrânea) e as diferenças na formação geográfica para o ciclo da água.”

Verifica-se que *estados* poderia ter dois significados: representaria exemplos de estados físicos da matéria, já que descreve sobre a neve e diferentes formas líquidas; ou lugares onde a água poderia ser encontrada, pois a licencianda não cita o vapor e menciona também a água subterrânea. Nesse caso, a palavra estaria escrita equivocadamente, podendo ser substituída por *lugares*, *locais*, etc. Outro aspecto a ser considerado, diz respeito à *formação geográfica*, provavelmente referindo-se ao conjunto representado pelo relevo e clima, o que concordaria com a segunda interpretação feita à palavra *estados*.

Em relação às demais categorias, a presença das setas será discutida no tópico seguinte por merecer atenção especial na discussão deste trabalho; logo, as mudanças de estados físicos da água (que justificaram a escolha das figuras 3, 1 e 3 e todas), indicaram além da barreira epistemológica geral, dificuldades conceituais sobre o assunto, como pôde ser observado na resposta de ALICE: “Me parece que as três figuras representam o ciclo da água. Porque mostram a passagem da evaporação ebulição e condensação nos 3.”

CASTRO et al. (2009), afirma que a vaporização é a transformação de uma substância do estado líquido ao gasoso e, dependendo de como ela ocorre em relação à superfície do líquido, pode receber diferentes nomes: evaporação, ebulição ou calefação. No primeiro caso, a mudança de estado físico acontece de forma lenta na superfície do líquido; enquanto que na ebulição, o aumento da temperatura propicia que essa mudança se inicie no interior do mesmo com a formação de bolhas. No entanto, quando a transmissão de calor é muito rápida, a superfície do líquido atinge a temperatura de ebulição antes que seu interior se aqueça, denominando-se calefação.

Assim sendo, percebe-se que a professora Alice confundiu os termos e nomeou a transformação do líquido para o vapor de evaporação, além de citar a ebulição – processo não observado nas imagens.

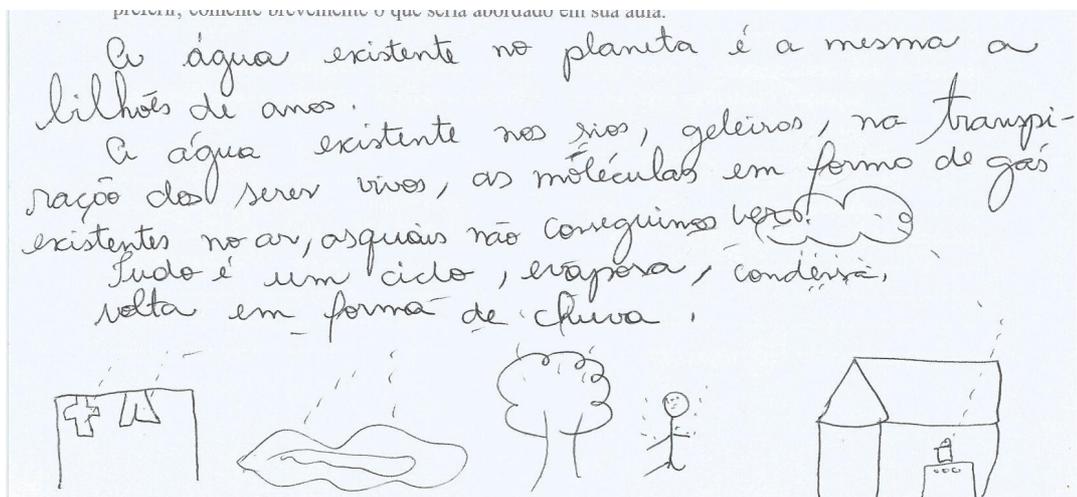
Outras justificativas podem demonstrar insegurança em relação a esse assunto: “[...] Porque todas mostram o movimento da água caindo, depois evaporando e subindo e depois caindo novamente.” (JOAQUIM). É possível que o professor não conheça os nomes das transformações físicas, ou não se sinta a vontade para escrevê-los. Além disso, é perceptível a noção estática atribuída ao ciclo da água, onde todos os processos ocorrem simultaneamente.

Após as discussões realizadas no curso, observou-se no questionário final que 37,5% e 62,5% dos professores e licenciandos, respectivamente, possuíam uma percepção adequada acerca do assunto, considerando a complexidade envolvida no fenômeno. Verificou-se essa maior porcentagem entre os estudantes de Pedagogia, pois inicialmente dois educadores (25,0%) não apresentaram o obstáculo e, em alguns casos, as análises da discursiva final não foram possíveis.

Os participantes deveriam desenhar ou escrever o que poderia ser trabalhado durante uma aula sobre o ciclo da água. Assim, em três questionários as informações fornecidas foram apenas referentes aos procedimentos metodológicos, não enfatizando o conteúdo que seria abordado.

Vale ressaltar, que foi perceptível nas questões finais ideias expostas e discutidas no curso, onde buscou-se, junto com os participantes, levantar hipóteses dos elementos que contribuem para que o fenômeno ocorra. Tais concepções podem ser observadas na figura 6.11 e na descrição da professora Mirela.

FIGURA 6.11 - Resposta fornecida pela licencianda Julia no questionário final.



Pode-se verificar na ilustração da licencianda Julia, a compreensão de que o vapor de água presente na atmosfera é proveniente de diversos fatores, como a transpiração dos seres vivos, preparação de alimentos, roupas secando no varal e a evaporação dos rios. Ao afirmar que: “a água existente no planeta é a mesma a bilhões de anos”, o fenômeno não é mais abordado como sendo estático, há a percepção de que o mesmo é complexo e dinâmico.

A evaporação dos rios, lagos, da matéria em decomposição; leva à condensação e o acúmulo dessa água cai em forma de chuva, alimentando novamente o ciclo da água: água dos rios, lagos, mares, além do lençol freático. O desmatamento também contribui para o ciclo da água. [...] (MIRELA).

No trecho descrito pela docente Mirela, outros exemplos também são citados – decomposição da matéria orgânica e a combustão (através do desmatamento). Cumpre ressaltar ainda, que nas discussões acerca do ciclo da água a decomposição da matéria orgânica não foi um dos elementos elencados pelos participantes, passando despercebido também pela professora formadora. Porém, durante a oficina sobre o lixo (6º e 7º encontros) o assunto foi trabalhado abordando-se os produtos dessa transformação (húmus, minerais, gás carbônico, metano e água), mas sem relacioná-lo com o ciclo da água. No entanto, Mirela conseguiu associá-los em sua resposta, sugerindo que as aulas propiciaram além do esperado – uma atitude autônoma na construção do conhecimento, pois houve uma nova interpretação a partir dos conteúdos que lhe foram propostos.

6.8.1 – A Percepção das Setas

Como relatado anteriormente, foi possível identificar entre os questionários dos licenciandos a presença das setas como justificativa para a escolha das imagens do ciclo da água. JULIA escreve: “A terceira figura, as setas estão indicando de forma clara e específica como acontece o ciclo. A segunda figura está rica em detalhes, porém não possui as setas indicativas.”

Dessa forma, para a estudante de Pedagogia as setas representam uma maneira mais “fácil” para abordar o fenômeno. A mesma concorda que a segunda figura esteja mais completa e possua elementos não existentes nas demais; porém, devido à ausência das setas, ela escolhe a terceira imagem.

CRISTINA também justifica a escolha pela representação 3: “Porque as flexas indica o processo do ciclo.” Logo, o símbolo indicaria o ciclo da água, e não os elementos que o compõe.

A partir dessas análises, é perceptível que embora as “flechas” não apareçam explicitamente em outras respostas, quando a leitura das mesmas é retomada surgem novas interpretações, onde o símbolo aparece subentendido nas justificativas. JOICE, por exemplo, discorre sobre a escolha das imagens 1 e 3 (únicas que possuíam as setas):

A figura 1 e 3 representa o ciclo da água completo, pois mostra a evaporação da água passando do estado líquido para o gasoso, onde se condensa e forma as nuvens, posteriormente as nuvens libera essa água condensada que volta aos rios.

Interpretando o trecho acima sob a perspectiva das setas, está implícita a ideia de causa e consequência, pois a evaporação da água do rio ocorre porque houve precipitação exatamente naquele local; a evaporação conduz à condensação na nuvem que está logo acima. Tudo aparece em um ciclo fechado e estático. Como não existe essa percepção na segunda imagem, ela não foi escolhida pela discente.

Estendendo as leituras feitas à epistemologia bachelardiana, identificam-se, além do obstáculo geral, a experiência primeira, o realismo e o verbal. BACHELARD (1996) afirma que a experiência primeira é a barreira inicial à construção da cultura científica, onde os fenômenos complexos mostram-se claros e autoexplicativos e são evidentes e naturais. Nesse sentido, a interpretação do desenho não seria importante, pois as setas estariam ali para torná-lo concreto, sem esforços intelectuais – o próprio símbolo, representando a evaporação da água, já indicaria onde seria sua condensação.

Ainda segundo o autor, após o deslumbramento das imagens ocorrem as generalizações de primeira vista, onde não se observa mais nada e têm-se dois obstáculos opostos, pois de um lado a observação primeira faz com que toda a atenção do observador esteja voltada às experiências coloridas e, depois, essa atenção é generalizada, permanece em uma única ideia. “Passa-se assim de olhos deslumbrados para olhos fechados”. (BACHELARD, 1996, p. 26). As setas propiciaram aos licenciandos a concepção de que o ciclo da água estava completo e não faltavam mais elementos. A ideia “dos olhos fechados” fica evidente na descrição de JULIA, quando afirma que mesmo estando mais rica em detalhes, a segunda figura não seria uma boa representação por não possuir as setas.

Entre os docentes também foi possível analisar tais percepções. MANUELA escolheu a terceira figura e justificou: “Porque a água passa por todas essas etapas”. Nesse sentido, ocorre a supervalorização dos símbolos ao associá-los com a ocorrência do ciclo da água; como não há os mesmos nas outras representações (talvez para ela as setas na primeira imagem não foram percebidas), não haveria possibilidade de ocorrer as transformações físicas na substância. Essa “dependência” é característica do obstáculo realista, como aponta BACHELARD (1996, p.16):

Siga a argumentação de um realista; imediatamente ele está em vantagem sobre o adversário porque tem, acha ele, o real do seu lado, porque possui a riqueza do real, ao passo que seu adversário, filho pródigo do espírito, persegue sonhos vãos. Em sua forma ingênua, em sua forma afetiva, a certeza do realista provém de uma alegria avarenta [...] Todo realista é um avarento. Reciprocamente, e neste sentido sem reservas, todo avarento é realista.

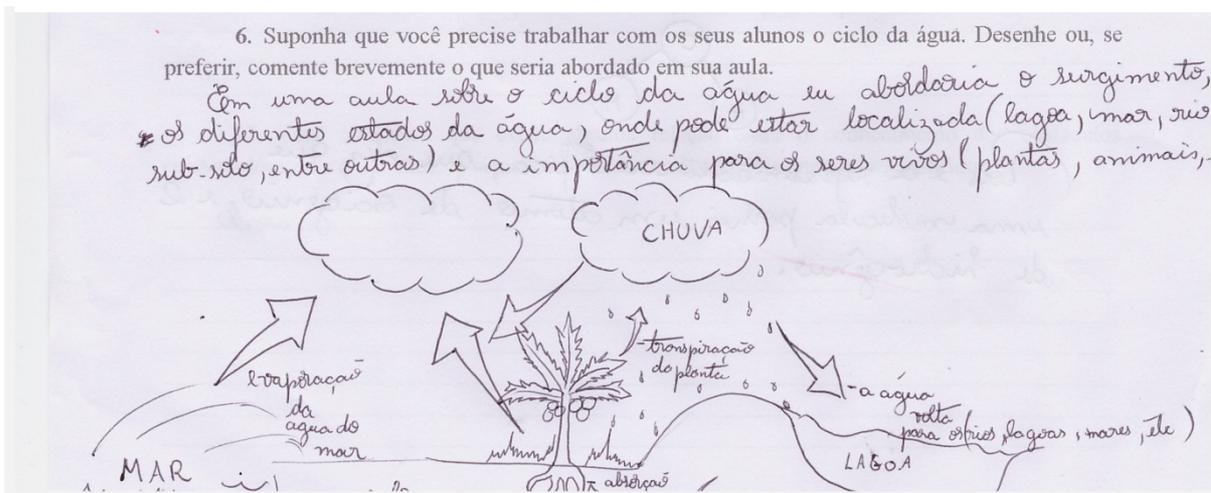
Ainda de acordo com o autor, para o realista vale o sentimento de ter, possuir as coisas, ou seja, se as setas estão na figura, o fenômeno ocorrerá. Além disso, pode-se supor que por estarem mais evidentes na imagem ou chamarem mais a atenção, as setas da ilustração 1 não foram notadas pela professora – sugerindo a barreira epistemológica experiência primeira.

Finalmente, a clareza das explicações atribuídas às setas demonstra o obstáculo verbal. “O lado concreto, apresentado sem prudência, impede a visão abstrata e nítida dos problemas reais” (BACHELARD, 1996, p. 93). A reflexão e o espírito crítico de perceber que as imagens não são boas representações do ciclo da água, ou que a segunda é a mais completa, foram impedidos porque os símbolos transformaram o conhecimento em esquemas, tão concretos que as explanações não seriam necessárias.

A “percepção” das setas permaneceu mesmo após a realização do curso, pois em alguns questionários (de professores e licenciandos) elas foram identificadas nas representações¹⁵. A figura 6.12 apresenta a abordagem do fenômeno de acordo com a estudante de Pedagogia Joice.

¹⁵ Faz-se necessário considerar que essa “percepção” foi identificada em uma minoria.

FIGURA 6.12 – Representação do ciclo da água de acordo com a licencianda Joice.



Observa-se na figura que a licencianda utiliza as setas para indicar o caminho percorrido pela água. A evaporação da água do mar e da transpiração da árvore é conduzida até a nuvem acima e, por consequência, precipita voltando aos rios, lagoas e mares. O mesmo ciclo fechado e estático representado nas figuras do questionário inicial. Cumpre ressaltar, que na figura 6.9 (tópico 6.7.1), o professor Ronaldo também utiliza as setas no desenho do lençol freático.

CAPÍTULO 7 – O “SER” PROFESSOR

“Ninguém começa a ser professor numa certa terça-feira às 4 horas da tarde... Ninguém nasce professor ou marcado para ser professor. A gente se forma como educador permanentemente na prática e na reflexão sobre a prática.”
(Paulo Freire)

Nesta seção serão apresentadas as análises obtidas a partir do trabalho final e as contribuições propiciadas pelo curso de acordo com os participantes; além das discussões envolvendo a prática e a reflexão docente – características próprias do “ser” professor.

7.1 Expectativas

Primeiramente faz-se necessário expor algumas considerações do questionário inicial, onde os participantes puderam discorrer suas expectativas em relação ao curso. Assim, as análises de conteúdo das respostas propiciaram a criação de duas categorias: *melhorar a aprendizagem dos alunos e a abordagem de novas metodologias*.

Entre os que citaram a *melhoria na aprendizagem dos educandos* como sendo um dos fatores esperados, identificaram-se percepções que buscavam novos caminhos para trabalhar a dificuldade dos mesmos em sala de aula. De acordo com os participantes, o conhecimento dos obstáculos epistemológicos poderia propiciar mudanças nas práticas pedagógicas para que alguns problemas pudessem ser superados. Observou-se também, em um dos questionários, a preocupação na abordagem dos conceitos, descrevendo a necessidade de torná-lo “mais simples”. Isso poderia estar relacionado à concepção socialmente aceita de que a disciplina ou a própria atividade científica são difíceis e complexas, exigindo grandes esforços e capacidades intelectuais para compreendê-la. A maneira como a mesma é concebida em sala de aula – acúmulo de conhecimentos e memorizações de fórmulas e teorias – reforçaria essa deformação e proporcionaria a recusa em estudá-la.

Os educadores (em exercício e em formação) também destacaram a necessidade de outras metodologias no ensino de Ciências, que contribuam para a aprendizagem efetiva dos conteúdos ou auxiliem na motivação dos estudantes. Verificou-se em algumas respostas expectativas em relação à abordagem dos conceitos além da vertente metodológica, o que indicaria a concordância dos

mesmos no que se refere ao pouco conhecimento na disciplina (devido à formação insuficiente) e o interesse em buscar alternativas para que essa defasagem possa ser superada.

Após expor quais eram as expectativas dos participantes, pretende-se apontar algumas modificações necessárias à formação científica do pedagogo, que concorde com os pressupostos epistemológicos defendidos neste trabalho. Essa discussão será subsidiada pelas respostas dos docentes e licenciandos quando questionados sobre as contribuições do curso, as observações da pesquisadora elaboradas durante a execução e a apresentação do trabalho final e pontuando novamente algumas considerações feitas na introdução.

7.2 A Necessária Renovação nos Currículos de Licenciatura em Pedagogia

Na visão dos participantes o curso contribuiu para que algumas deformações acerca da atividade científica fossem desmistificadas. Dentre elas, podem-se citar as concepções de que a ciência é realizada somente em laboratórios e por apenas um cientista, apresentando os resultados satisfatórios rapidamente. BÁRBARA discorre: “[...] eu via a ciência muito como a mídia muitas vezes mostra que é de uma forma superficial e como é muito latente, a mídia bombardeando informações acaba omitindo diversas informações [...]”.

BOURDIEU apud PECHULA (2007) discorre que a mídia, principalmente a televisão, exerce poder significativo sobre as pessoas, formando suas concepções, crenças, teorias, e falsas realidades. Para o autor, quando as imagens e as palavras são associadas elas potencializam a informação transmitida e despertam a atenção do telespectador, causando sua confiança e credibilidade no assunto abordado.

A grande quantidade de informações veiculadas também impede que os receptores possam se aprofundar em determinada notícia e não questione seus fundamentos, o que evitará a compreensão mais profunda das mesmas. Uma vez que a sociedade atual vive cultural, política, científica e economicamente em função dessas informações – denominada por SIQUEIRA apud PECHULA (2007, p. 217) como *sociedade da informação*, a ciência transforma-se em espetáculo e instiga o investimento e a necessidade de adquirir suas descobertas e criações.

Trata-se, portanto, de conduzir tais discussões nos cursos de formação de professores para que eles possam “aprofundar” suas percepções além daquilo que lhes são transmitidos diariamente em suas casas, trabalhos, etc.; proporcionando olhar não somente as “descobertas”, o “produto pronto”; mas entender a atividade científica como sendo um processo humano e cultural. Se os subsídios necessários a uma mudança epistemológica não forem apresentados, tampouco ocorrerão as transformações no ensino de Ciências. Estudos têm mostrado que são perceptíveis visões equivocadas até mesmo em indivíduos que possuem uma formação científica (Biologia, Química e Física, por exemplo) – incluindo os próprios cientistas (GIL PÉREZ, et al. 2001; GOMES et al. 2015). O que dizer, ou esperar, em relação àqueles em que essa construção mal existe, ou é feita de maneira precária e superficial durante a graduação?

Não se defende que o pedagogo tenha a mesma formação científica que o licenciado em Química, em Física; pois há de se ter consciência de que todo curso possui suas potencialidades e limitações. Porém, faz-se necessário que ele compreenda qual “ciência” está ensinando aos seus alunos e promova a valorização da mesma no ambiente escolar, o que propiciará a maior aceitação em estudá-la e poderá mudar a posição em que ocupa no desenvolvimento tecnológico e científico do país. BÁRBARA descreve sua opinião no que se refere a tais perspectivas nos cursos de Pedagogia:

Falho nas formações iniciais, nas práticas pedagógicas nos faz mais observadores e estimulam os alunos a ser dessa forma. Em uma sociedade que deseja o pronto, se faz necessário um pensamento crítico um desejo científico que pode ser despertado pelo próprio professor.

Agora, voltando às contribuições da pesquisa de OVIGLI e BERTUCCI (2009) apresentadas na introdução, a articulação entre diferentes departamentos para fornecer a disciplina de *Ciências Naturais* foi um dos pontos destacados pelos autores e também defendidos neste trabalho, possibilitando o diálogo com outros cursos e a ação conjunta dos professores da Educação, da Química, da Biologia, da Física, entre outros. Isso enriqueceria o currículo e a vivência do licenciando, já que poderia partilhar os fundamentos científicos teóricos e metodológicos com os educadores específicos dessa área do conhecimento, experienciar situações de ensino e aprendizagem em laboratórios ou mesmo em determinada metodologia. Cumpre ressaltar também, que essa

articulação beneficiaria os próprios docentes da IES no que se refere a outros olhares acerca da formação de seus alunos. Muitos se esquecem (por não estarem em um departamento de Educação) que estão formando professores e priorizam em suas aulas a memorização e o acúmulo de conteúdos, de maneira semelhante, ou até pior, ao modelo criticado nesta pesquisa. Quando questionada sobre a importância da formação científica, ALICE complementa: “[...] é importante e deve ser com alguém da área de Ciências, que saberá usar os conceitos, conteúdos, estratégias e discussões muito bem.” Provavelmente essa opinião possa se relacionar com algum fato vivenciado pela professora, talvez um curso realizado com profissionais de outras áreas, ou mesmo seu senso crítico indicando tal necessidade.

Em vários encontros os participantes foram levados ao laboratório e fizeram atividades experimentais, podendo-se destacar a destilação de uma mistura de água e corante. Sobre essas vivências, convém ressaltar a impressão dos educadores (em exercício e em formação) observada em trechos dos questionários:

As experiências que fizemos no laboratório pra mim foram bem marcantes. E também quando realizamos a experiência do volume de água no copo, comprovando de forma simples que a água não sai de dentro pra fora (MÔNICA).

Os exemplos mais marcantes foram quando a professora nos mostrou as fontes de energia do Japão nos propondo um desafio para solucionar o problema do país. Outro exemplo foi quando separamos o corante da água (FERNANDA).

Foi marcante quando fomos ao laboratório (RENATA).

O experimento de destilação no laboratório, fiquei entusiasmada pois nunca tinha visto (CRISTINA).

É possível verificar nos trechos a importância do experimento, da problematização nas situações de ensino e das novas vivências à formação dos docentes. MÔNICA descreve uma atividade realizada na segunda aula do curso para discutir as limitações das teorias científicas. O objetivo era confrontar as hipóteses da efusão dos gases a partir da condensação da água na superfície externa de um béquer. Assim, após a abordagem feita pela pesquisadora discutindo o motivo dos pneus murcharem, os participantes deveriam explicar o fenômeno observado no recipiente contendo água e gelo. Alguns propuseram que a água sairia de dentro para fora, mas a maioria possuía conhecimentos prévios sobre o assunto, embora não soubessem explicar com grandes detalhes.

Este episódio poderia ser realizado de outra maneira, sem a necessidade de dividi-los em grupos e entregar a cada um o béquer com água e gelo. Porém, o resultado (ou a percepção) seria o mesmo se tais questões fossem expostas apenas verbalmente? Para MÔNICA, por exemplo, foi uma das vivências mais importantes e, possivelmente, causou a desconstrução significativa de conceitos sobre a natureza da ciência e do respectivo conteúdo abordado.

FERNANDA, por sua vez, destaca a situação problema trabalhada durante o terceiro encontro. Depois de abordar as vantagens e desvantagens de diferentes fontes de energia, foi proposto encontrar uma alternativa para substituir a energia nuclear do Japão com outros recursos, considerando as características do país (relevo, vegetação, extensão territorial, etc.). Novamente a problematização propiciou aos docentes e licenciandos vivenciar a situação de ensino e aprendizagem, e não somente discuti-la fora do contexto em que estavam inseridos (sala de aula).

RENATA e CRISTINA discorrem suas percepções ao experienciar um laboratório, uma atividade lúdica e bastante diferente daquilo que estão acostumadas. Essa impressão causada pelas atividades experimentais poderia ser utilizada nos cursos de formação no sentido de aproximar os licenciandos da cultura e do agir científico, desmistificando visões enraizadas no senso comum e até mesmo despertando o interesse pela ciência e pelo ensino de Ciências. JULIA aponta: “Eu sempre gostei muito de ciências [...] Aprendi a gostar ainda mais através do curso.”

Observaram-se nos questionários finais outras contribuições proporcionadas pelo curso, ressaltando que as mesmas foram pontuadas pelos próprios participantes. O quadro 7.10 apresenta as categorias obtidas a partir dessas análises, destacando que algumas respostas foram classificadas em diferentes grupos.

QUADRO 7.10 – Contribuições do curso pontuadas pelos participantes

Categories	Características	Quantidade de respostas dos participantes (em %)
Abordagem experimental	- Possibilidade de trabalhar a experimentação com as crianças e atividades lúdicas.	12,5
Interdisciplinaridade	- Conteúdo científico pode ser trabalhado interligado com outras áreas do conhecimento e com a tecnologia, a sociedade e o meio ambiente.	12,5
Ensinar Ciências fazendo ciência	- Estimular o agir científico dentro das situações de ensino: levantamento de hipóteses, criação de uma “comunidade científica” na sala de aula, trabalhar o erro, entre outros. - Propiciar a autonomia dos alunos no processo de construção dos conhecimentos.	37,5
Criticidade na ação pedagógica	- Questionar os materiais pedagógicos (livros didáticos, por exemplo) e a própria ação docente, para que os alunos possam assimilar os conhecimentos científicos de maneira correta, evitando os obstáculos epistemológicos. - Confrontar as barreiras que impedem a aprendizagem de determinado conceito.	43,8
Conteúdos	- Melhor compreensão dos conteúdos de Ciências Naturais abordados durante o curso.	18,8

Diante do exposto, as aulas propiciaram aos docentes e licenciandos outras possibilidades ao ensino de Ciências. De acordo com os resultados obtidos nesta pesquisa, possivelmente suas ações pedagógicas ou mesmo concepções baseavam-se no acúmulo de conteúdos e transmitiam (ou iriam transmitir, no caso dos licenciandos) aos alunos visões equivocadas acerca da construção dos conhecimentos e do agir científico. Contudo, será que durante a formação desses profissionais houve oportunidades para que seus “horizontes” fossem ampliados, ou apenas reforçaram as experiências que eles tiveram na escolarização? Se não lhes forem dadas as razões para a mudança epistemológica e novos caminhos, de que forma se pode esperar que certos paradigmas da formação de professores – já sedimentados, possam ser desconstruídos?

Outra perspectiva importante refere-se aos conteúdos abordados e o olhar crítico e reflexivo acerca do material pedagógico e da própria ação docente. Novamente voltando ao trabalho de OVIGLI e BERTUCCI (2009), o foco da disciplina de *Metodologia de Ensino de Ciências Naturais* dos 11 cursos de Licenciatura em Pedagogia investigados concentrava-se nos aspectos metodológicos. Em apenas dois deles também eram abordados os conceitos científicos em um primeiro momento e, destes, um também possuía em sua ementa aspectos relacionados à Química, Física, Biologia e Geociências.

Estendendo essas informações ao contexto deste trabalho, percebeu-se a dificuldade dos participantes em relação aos conceitos em vários momentos da pesquisa. Algumas, especificamente em Química, foram relatadas no capítulo anterior; mas foi perceptível a insegurança dos mesmos durante a execução do trabalho final, que consistia no planejamento de uma aula de Ciências relacionando aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais e proporcionasse atividades mais comprometidas com a autonomia dos estudantes. As análises dos roteiros partiam do pressuposto de que as ideias expressas e suas características representariam como o professor concebe as aulas de Ciências – suas estruturas, objetivos da aprendizagem (explícitos ou implícitos), etc.

Como exposto anteriormente, na segunda edição do curso optou-se em acompanhar mais efetivamente a execução do trabalho final, propondo que os itens pudessem ser entregues no decorrer das aulas a fim de facilitar o seu desenvolvimento. Porém, mesmo durante a primeira edição, alguns participantes optaram por solicitar revisões da professora formadora devido à dificuldade na elaboração da aula, ressaltando que se tratava de docentes já em exercício e, portanto, acostumados (ou deveriam) com tais práticas.

Por um lado, isso diminuiu as possibilidades de análise desse material, já que não se tratava de um trabalho inteiramente planejado pelo próprio participante. Por outro, atingiu os objetivos iniciais ao propiciar a reflexão na prática pedagógica e o olhar sobre novas possibilidades, novos caminhos para o ensino de Ciências. Talvez, olhares ainda não vistos e experiências ainda não vivenciadas – mesmo entre os professores em exercício.

Assim, o diagnóstico da pesquisadora consistiu nas versões preliminares que foram recebidas e nas observações feitas durante o seu desenvolvimento (conversas pessoalmente ou por e-mail para sugestões e trocar ideias, percepções dos participantes, suas dificuldades, entre outros). Cumpre destacar, que essas versões não consideravam a interdisciplinaridade com as questões tecnológicas, sociais e ambientais. Nesses casos, a professora

formadora apontou algumas sugestões a fim de aproximá-los desses aspectos, mas deixando os educadores e os licenciandos livres na escolha das diferentes possibilidades. Essa autonomia foi enfatizada aos mesmos em cada opinião fornecida, para que eles pudessem ter consciência de suas ações e refletir qual seria o melhor caminho a seguir em determinadas situações. Principalmente entre os docentes (que planejaram a atividade considerando suas turmas), foi comum frases do tipo: “*isso não daria para ser feito por causa de tal motivo*” – motivos muito bem colocados ou argumentados. Essas situações possibilitaram uma rica troca de experiências entre o grupo e confirmou a necessidade em abandonar propostas rígidas na formação de professores, centradas no desenvolvimento de competências e habilidades.

Na realidade, o professor intervém num meio ecológico complexo, num cenário psicossocial vivo e mutável, definido pela interação simultânea de múltiplos fatores e condições. Nesse ecossistema o professor enfrenta problemas de natureza prioritariamente prática, que, quer se refiram as situações individuais de aprendizagem ou as formas de comportamento de grupos, requerem um tratamento singular, na medida em que se encontram fortemente determinados pelas características situacionais do contexto e pela própria história da turma enquanto grupo social (GÓMES, 1992, p. 102).

Entre os trabalhos preliminares foi possível observar atividades que aproximavam os alunos do agir científico, como por exemplo, o levantamento de hipóteses seguida da experimentação para confirmá-las ou descartá-las e a problematização e o registro escrito das ideias prévias criando uma “comunidade científica” dentro da sala de aula. Verificou-se também, o uso de várias estratégias didáticas que possibilitavam a autonomia dos estudantes na construção de seus conhecimentos. MIRELA elaborou seu roteiro partindo de uma aula abordada com seus alunos do 1º ano:

Dentre as atividades de alfabetização e ciências, iniciamos a confecção do *animalfabeto*, onde cada criança desenhava um animal com o nome iniciado com cada letra do alfabeto. Posteriormente, nomeou-os. Houve troca de informações obtidas com os colegas ao mostrar seus trabalhos.

Foram confeccionadas fichas técnicas de animais escolhidos pelas crianças, observando o grupo ao qual o animal pertence, a distribuição geográfica, hábitat, hábitos alimentares, se possui comportamento social e se está ameaçado de extinção. [...]

Como atividade lúdico-pedagógica, foi apresentado o jogo de adivinhar o animal.

Uma criança é escolhida para responder às perguntas que as outras farão a ela. Essa criança escolhe um animal e não fala para ninguém. As outras farão as perguntas e a resposta dela só poderá ser sim ou não. As crianças vão descobrir o nome do animal conforme as informações das respostas obtidas das perguntas, como por exemplo;

Tem penas? Tem 4 patas? É carnívoro? Etc.

A criança que acertar é escolhida para continuar o jogo.

Observa-se na descrição das etapas metodológicas que os conhecimentos foram construídos em um primeiro momento a partir da escolha individual de cada aluno, possibilitando associá-los à aprendizagem do alfabeto. A troca de informações entre a turma e a confecção das fichas ampliou a aprendizagem dos educandos por meio de uma investigação cooperativa. Além disso, o jogo estimulou o pensamento crítico e a reflexão acerca dos conteúdos trabalhados de uma maneira lúdica e bastante criativa.

Embora essas atividades já tivessem sido realizadas pela professora antes de sua participação no curso, os encontros propiciaram um olhar diferente sobre elas, principalmente no que se refere às barreiras a construção dos conhecimentos científicos. No item “*obstáculo epistemológico alvo e intervenção pretendida*”, MIRELA descreveu a importância em classificar os animais de acordo com suas funções fisiológicas, comportamentais e genéticas, para que não ocorram generalizações prematuras (ornitorrinco é um mamífero, mas bota ovos, por exemplo) – aspectos não considerados durante a aula.

Nessa perspectiva, SHÖN (1995) descreve a reflexão-na-ação ou o diálogo reflexivo com a sala de aula como sendo a capacidade do profissional em resolver suas situações problemáticas por meio da integração entre o seu conhecimento e a sua atividade pedagógica. Para ele, a mesma pode ser considerada como o primeiro confronto com a realidade problemática – momento oportuno à aprendizagem docente, já que são construídos novos

esquemas e teorias e o próprio processo dialético das práticas educativas é aprendido.

Ainda segundo o autor, a reflexão crítica feita pelo docente após sua prática, denominada reflexão sobre a ação, também se faz necessário à formação, pois as características da situação problemática são relacionadas às metas, às metodologias, às teorias implícitas e às convicções profissionais. Dessa forma, a utilização desses dois processos – complementares entre si – propicia a mobilização de saberes, atitudes e concepções acerca do ensinar e do aprender.

Quando o professor reflete na e sobre a ação torna-se um investigador em sala de aula, deixando de lado qualquer teoria implícita, imposições ou metodologias e conteúdos apostilados que limitam sua prática pedagógica e o fazem um profissional técnico e mecânico. Essa investigação ocasiona a tomada de decisão frente às situações que ocorrem durante as aulas, levando em consideração o contexto e a complexidade envolvida nos processos de ensino e aprendizagem e fazendo com que o docente assuma o protagonismo de sua profissão, já que somente ele poderá entender as potencialidades e limitações de seus alunos.

A reflexão sobre a ação também pôde ser observada entre os licenciandos, pois embora a maioria ainda não possuísse contato com a sala de aula – exceto pelo estágio realizado desde o primeiro ano, alguns utilizaram planos de aula elaborados em disciplinas da graduação e, após revisá-los – agora com outros olhares e vivências, obtiveram uma visão mais crítica e reflexiva sobre os mesmos, como aponta o trecho transcrito da apresentação de FERNANDA:

Fernanda: [...] Aí Carol, eu queria falar outra coisa. Queee na verdade, o arco-íris ele foi um plano de aula meu da Pedagogia, e aí no dia a Sara falou pra mim: “Olha ta economizando trabalho!”. Eee sinceramente era mais ou menos a minha intenção. Só que aí... Hãã tudo mudou, por causa que essa questão científica, eu tinha feito o mesmo plano de aula e não tinha abordado isso, e são crianças de seis anos, elas são pequenas, mas elas conseguem entender a Física que passa por trás do arco-íris e o meu objetivo do plano de aula anterior era cor. Pensa! E eu podia ter abordado muito mais né?!

Professora Formadora: E agora você consegue enxergar com outros olhos.

Fernanda: E agora, então com o curso eu mudei tudo. Por causa que eu tive que fazer outro objetivo, os slides, outros slides tudo. E aí mudou! E aí foi uma visão então que o curso me deu, que eu não tinha, eu não pensava dessa forma. Quando eu criei esse plano de aula pra Figa que é nossa professora, era de outra forma, o que passava pela minha cabeça era outra coisa, não tinha nada a vê com a Física, e tendo a Física eu não sabia, tive que estudar. E só as cores não! Eu passei... Eu fiz o plano, deu certo, a Figa aceitou. Era em grupo, a gente tirou uma nota legal tudo. E agora ficou muito mais rico, eu acho. Realmente, se eu tivesse pensado nisso antes ia ser muito mais legal. [...]

No entanto, cumpre ressaltar a dificuldade na elaboração dos roteiros observada entre outros participantes. As versões preliminares continham uma abordagem teórica e metodológica bastante simples e tradicional, baseada na investigação dos conhecimentos prévios dos alunos, exposição dos conceitos e alguma atividade avaliativa (exercícios ou confecção de cartazes em pequenos grupos, por exemplo). Para eles, a apresentação dos conteúdos em uma roda de conversa seria a inovação esperada no ensino da disciplina, sendo suficiente à construção de um agir científico em sala de aula e talvez tivessem o mesmo significado do levantamento de hipóteses.

Sobre isso, WEISSMANN (1998) discorre que uma prática habitual entre os professores, principalmente nas aulas de Ciências, consiste em um mecanismo de perguntas e respostas que substitui a exposição dos conteúdos, assemelhando-se a um jogo de adivinhações com questionamentos já conhecidos de antemão pelas crianças, o que garante que elas possam respondê-los. Para a autora, trata-se de um recurso utilizado devido à desvalorização e até mesmo rejeição do ensino tradicional somado à falta de recursos, representando para os docentes uma forma mais “ativa e participativa” de trabalhar os conceitos.

Vários trabalhos na literatura têm discutido que a ausência de recursos pedagógicos (laboratórios, computadores, multimídia, etc.) não pode

impedir que o professor crie estratégias diferenciadas e abandone as atividades tradicionais centradas no livro didático, giz e lousa. Porém, quando essas questões são pensadas no contexto deste trabalho torna-se aceitável que o educador das séries iniciais não consiga inovar em suas aulas. Aliás, como isso seria possível considerando sua formação? Será que suas vivências forneceriam esses subsídios?

É claro que a profissão docente precisa (e deve) ser pensada como um processo contínuo de formação e autoformação, o que TARDIF (2000) descreve como saberes temporais, ou seja, construídos através do tempo. Além disso, faz-se necessário que esses saberes possam ser mobilizados em formações continuadas, buscando o aprimoramento e a reflexão crítica acerca dos conhecimentos.

É importante também que os professores compreendam essa necessidade e busquem alternativas para preencher as lacunas deixadas na graduação. No caso do ensino de Ciências, não se espera que a Licenciatura em Pedagogia forneça todas as bases teóricas e epistemológicas acerca da ciência. Mas se continuarem “mascarando” a disciplina e reforçando visões equivocadas, seja pela maneira como os conteúdos são trabalhados ou pela falta de discussões sobre a natureza científica, possivelmente será mais difícil a percepção de que algo está errado e precisa ser modificado. Afinal, todos os dias os indivíduos são “bombardeados” pela mídia por concepções distorcidas.

Voltando ao trabalho final e a dificuldade que alguns participantes apresentaram, seria utópico esperar que um curso de 40 horas pudesse suprir todas as dificuldades e espaços deixados pela formação inicial. Trata-se da reconstrução de esquemas sedimentados durante a vida, seja social, política ou culturalmente. No entanto, provavelmente as discussões propiciaram um olhar mais crítico e reflexivo sobre o ensinar e aprender Ciências, mostrando caminhos alternativos e novas possibilidades.

CAPÍTULO 8 – CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Continue a nadar! Continue a nadar! Nadar! Nadar!
(Dory – Procurando Nemo)

A partir dos resultados obtidos nesta pesquisa, algumas conclusões podem ser pontuadas:

A análise dos questionários de concepções de ciência e obstáculos epistemológicos aplicados aos professores e licenciandos teve que ser realizada observando cada questão individualmente, já que houve divergências nos resultados quando as mesmas foram agrupadas;

A percepção *dogmática e fechada, aproblemática e ahistórica* foi a única dentre as sete ideologias investigadas que obteve ambas as assertivas corretas desde o início do curso, concordando também com o trabalho de GIL PEREZ et al. (2001). Porém, apesar do (possível) consenso entre os educadores acerca da importância da problematização nas práticas educativas, faz-se necessário também que eles possam saber trabalhar os conceitos científicos dessa maneira em sala de aula, o que poderá ser feito se eles vivenciarem o ensino e a aprendizagem de Ciências durante a formação inicial;

Embora existissem ideias adequadas sobre a natureza da ciência entre os docentes e alunos da Pedagogia mesmo antes da realização do curso, não seria necessário um conhecimento amplo para responder as respectivas questões;

Uma das concepções equivocadas que permaneceu mesmo após os encontros foi a que considera a fragmentação do conhecimento. Proposta inicialmente por Descartes, que rompeu com as ideias aristotélicas da época e propôs a divisão de um problema em quantas partes fossem necessárias para que o mesmo fosse resolvido; essa “cultura”, fortemente enraizada na escolarização, propicia a visão parcial e desconexa entre as disciplinas e pode explicar os resultados obtidos;

Entre os dois grupos analisados (professores e licenciandos), a única afirmativa que se apresentou no início com 0% de percepções corretas abordava o método científico como sendo um conjunto de regras bem definidas sequencialmente e de resultados exatos. Esse tratamento rigoroso e metódico foi possivelmente desconstruído durante as aulas por meio de situações que

permitiram aos participantes vivenciar a dúvida, a incerteza. As atividades práticas distanciavam-se do rigor metodológico por não apresentar, muitas vezes, os resultados esperados ou então quando novas hipóteses surgiam durante a experimentação, momento em que era necessário voltar ao início e confrontar novamente as observações com as teorias necessárias;

Verificou-se que o animismo está presente em vários níveis de ensino, já que os pedagogos (em exercício e em formação) e os alunos concluintes do 5º ano possuíam essa barreira epistemológica. Cumpre ressaltar, se o próprio professor (considerando toda a vida escolar) não estaria reforçando em suas aulas essas percepções, seja através dos materiais pedagógicos ou de seu próprio discurso;

Dificuldades relacionadas à Química foram observadas, como por exemplo, os conceitos de átomos e moléculas e o processo de destilação. Embora sejam assuntos não trabalhados nas séries iniciais, são conteúdos simples que não exigiam a especialização na disciplina para que pudessem ser respondidos e revelam também, a insuficiente formação que o Ensino Médio está propiciando aos seus alunos;

Essa confusão entre o macroscópico e o microscópico, observada nas três turmas participantes da pesquisa, impediu a análise do obstáculo substancialista;

Outras barreiras epistemológicas não puderam ser investigadas entre os estudantes devido à falta de conhecimento dos mesmos em determinados conteúdos – estados físicos da água e lençol freático. Ressaltando que esses assuntos encontram-se nos livros didáticos e no currículo das séries iniciais e foram abordados (brevemente) durante a Semana como Químico;

A mesma questão sobre o lençol freático foi respondida pelos professores e licenciandos, revelando suas dificuldades neste tema. Observaram-se o obstáculo verbal e a generalização prematura antes e após a realização dos encontros, sugerindo que as discussões não foram suficientes para desconstruir esses entraves;

Os três grupos apresentaram concepções científicas utilitárias, atribuindo aos fenômenos e a própria ciência o “dever” de servirem ao homem. De acordo com GRÜN (2007), a filosofia de Descartes ocasionou as origens dessa visão antropocêntrica, pois ao considerar o ser humano como referencial e externo ao universo, tudo ao seu redor existiria para servi-lo;

Observou-se na questão discursiva sobre o ciclo da água (referente ao obstáculo geral), que os alunos da Pedagogia atribuíam o fenômeno a presença das setas na figura. Para alguns, o símbolo seria suficientemente autoexplicativo e poderia substituir até mesmo as imagens mais completas. Essa percepção, característica da experiência primeira, do realismo e da barreira verbal, não pôde ser desconstruída durante o curso;

O acompanhamento da pesquisadora na execução do trabalho final diminuiu as possibilidades de análise desse material, mas propiciaram a reflexão na prática pedagógica e o olhar sobre novas possibilidades, novos caminhos para o ensino de Ciências;

Entre as versões preliminares do plano de aula, foi possível observar propostas de atividades que aproximavam os alunos do agir científico – o levantamento de hipóteses seguida da experimentação para confirmá-las ou descartá-las e a problematização e o registro escrito das ideias prévias criando uma “comunidade científica” dentro da sala de aula;

No entanto, verificou-se em alguns roteiros uma abordagem teórica e metodológica bastante simples e tradicional, baseada na investigação dos conhecimentos prévios dos alunos, exposição dos conceitos e alguma atividade avaliativa. Para esses participantes, a apresentação dos conteúdos em uma roda de conversa seria a inovação esperada no ensino da disciplina, sendo suficiente à construção de um agir científico em sala de aula e concordando com o trabalho de WEISSMANN (1998).

Baseando-se nas análises realizadas pode-se supor que a “ciência” ensinada por esses professores, ou futuros professores (no caso dos licenciandos), não concorda com os fundamentos teóricos e metodológicos que norteiam o ensino dessa disciplina, já que foram observadas várias visões deformadas acerca da atividade científica e da construção dos conhecimentos. Possivelmente, as aulas seriam centradas em páginas do livro didático e na memorização de conteúdos; práticas que se distanciam dos pressupostos de uma cidadania crítica e consciente.

Por outro lado, a formação desses profissionais também não estaria fornecendo os subsídios para que ocorram as mudanças epistemológicas necessárias. Os docentes precisam vivenciar tais práticas pedagógicas durante a formação inicial ou continuada, não bastando apenas a consciência de que determinada atividade ou abordagem é importante ao aluno. A problematização, por exemplo, proporciona o desenvolvimento de habilidades essenciais ao cidadão, mas de que forma ela poderia ser trabalhada em sala de aula?

Outra perspectiva defendida aqui é a articulação dos departamentos de Educação, Física, Química, Biologia, etc., para ofertar a disciplina de Ciências Naturais nos cursos de Licenciatura em Pedagogia, propiciando ao futuro docente o contato com os professores das respectivas áreas e ampliando seus horizontes e possibilidades. Além disso, faz-se necessário abordar os conteúdos científicos a fim de que os estudantes sintam-se confiantes em discuti-los em sala de aula. Existem lacunas conceituais deixadas durante a Educação Básica que poderão ser transmitidas (se não confrontadas) aos educandos, proporcionando que os “pilares” que sustentam a vida escolar sejam construídos superficialmente.

Embora a intervenção realizada não tenha desconstruído algumas deformações científicas, ela promoveu um olhar mais crítico e reflexivo sobre o ensino de Ciências e proporcionou aos participantes experienciar situações ainda não vivenciadas e enxergar com outros olhares caminhos já percorridos. Isso concorda com perspectivas que compreendem a educação como uma profissão complexa e em constante formação e autoformação.

Essas considerações sobre a dimensão artística do “ser” professor podem diminuir o “abismo” existente entre os conhecimentos adquiridos nos cursos de formação inicial e continuada e o cotidiano escolar, por meio do entendimento de que não existe um único método eficiente, já que cada profissional terá suas certezas e crenças e poderá criar uma nova realidade ao experimentar, corrigir e dialogar com a sua sala de aula.

Em relação aos cursos de Licenciatura em Pedagogia, a ideia de partir da prática e da reflexão sobre ela, poderia desencadear discussões para reformular as ementas das disciplinas de Ciências Naturais, propondo junto com a abordagem metodológica atividades que proporcionassem aos licenciandos vivenciar as ações educativas dessa disciplina, associando-a também com outras áreas do conhecimento e possibilitando discussões que concebam a parte humana e cultural do trabalho científico, assim como suas relações com a tecnologia e a sociedade e as implicações na vida dos indivíduos.

Contudo, enquanto a renovação no ensino de Ciências defendida neste trabalho não ocorre, faz-se necessário continuar “nadando” em busca de possibilidades que poderão garantir uma educação de qualidade e para o exercício da cidadania, encarando os desafios e limitações que surgem (a formação docente, por exemplo) como um ponto de partida para repensar essas questões.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, B. L.; ZYLBERSZTAJN, A.; FERRARI, N. “As analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard”. Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, 2 (2): 231, 2000.

ANDRADE, C. S. & MARTINS, A. F. P. “História e filosofia da ciência: contribuições aos professores das séries iniciais do ensino fundamental”. Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (VII ENPEC). Florianópolis – SC, 2009.

BACHELARD, G. “A formação do espírito científico: contribuições para uma psicanálise do conhecimento”. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. “A necessária renovação do ensino das ciências”. São Paulo: Cortez, 2005.

CASTRO, A. C. de.; ORLANDI, A. S. & SCHIEL, D. “Estados físicos da água”. IN: Ensino de Ciências por Investigação. SCHIEL, D. & ORLANDI, A. S. (Orgs). São Carlos, Compacta Gráfica e Editora Ltda, 2009, p. 55-74.

CHASSOT, A. “Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social”. Revista Brasileira de Educação, 22: 89, 2003.

COSTA, R. C. Construção do conhecimento científico segundo algumas contribuições da epistemologia de Bachelard. In: Construtivismo e Ensino de Ciências. MORAES, R. Porto Alegre, EDIPUCRS, 2000, p. 69-101.

DAITX, V. V. O Ensino de Ciências e a Visão Antropocêntrica. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010, 60 p.

DESCARTES. R. “Discurso do método”. Trad. Maria Ermantina Galvão. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

FERNANDÉZ, I.; PÉREZ, D. G.; CARRASCOSA, J.; CACHAPUZ, A. & PRAIA, J. “Visiones deformadas de La ciencia transmitidas por la enseñanza”. Enseñanza de las Ciencias, 20 (3): 477, 2002.

FUMAGALLI, L. “O ensino de ciências naturais no nível fundamental da educação formal: argumentos a seu favor”. IN: Didática das Ciências Naturais: Contribuições e Reflexões. WEISSMANN, H. (Org.). Porto Alegre, Artmed, 1998, p. 13-29.

GIBIN, G. B. Investigação sobre a Construção de Modelos Mentais para o Conceito de Soluções por meio de Animações. São Carlos, Programa de Pós-Graduação em Química – UFSCar, 2009. Dissertação de mestrado, 124 p.

- GIL PÉREZ, D. “El currículo de ciencias em La educación secundaria: área o disciplina? Ni lo uno ni lo otro sino todo lo contrario!”. *Infancia y Aprendizaje*, **65**: 19, 1994.
- GIL PÉREZ, D. .; MONTORO, I. F.; ALIS, J. C.; CACHAPUZ, A. & PRAIA, J. “Para uma imagem não deformada do trabalho científico”. *Ciência & Educação*, **7**: 125, 2001.
- GÓMES, A. P. “O pensamento prático do professor: a formação do professor como profissional reflexivo”. IN: Os Professores e a sua Formação. NÓVOA, A. (Org.). Lisboa, Dom Quixote, 1995, p. 94-114.
- GOMES, C. J. C.; STRANGHETTI, N. P. & FERREIRA, L. H. “Concepções de ciência e cientista entre licenciandos em química: uma comparação entre alunos do primeiro e do último ano”. *Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (X ENPEC)*. Águas de Lindóia – SP, 2015.
- GOMES, H. J. P.; OLIVEIRA, O. B. “Obstáculos epistemológicos no ensino de ciências: um estudo sobre suas influências nas concepções de átomo”. *Ciência & Cognição*, **12**: 96, 2007.
- GRÜN, M. “Ética e educação ambiental: a conexão necessária”. Campinas: Papirus , 2007.
- HAMBURGER, E. W. “Apontamentos sobre o ensino de ciências nas séries escolares iniciais”. *Estudos Avançados*, **21**: 60, 2007.
- IRITANI, M. A.; EZAKI, S. “As águas subterrâneas do estado de São Paulo”. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2012.
- KOSMINSKY, L.; GIORDAN, M. “Visões de ciência e sobre cientista entre estudantes do ensino médio”. *Química Nova na Escola*, **15**: 11, 2002.
- LIKERT, R. “A technique for the measurement of attitudes”. *Archives of Psychology*, **22** (140): 5, 1932.
- LÜDKE, M & ANDRÉ, M. E. D. A. “Pesquisa em educação: abordagens qualitativas”. São Paulo: EPU, 1986.
- MALAFAIA, G. & RODRIGUES, A. S. L. “Percepção ambiental de jovens e adultos de uma escola municipal de ensino fundamental”. *Revista Brasileira de Biociências*, **7**(3): 266, 2009.
- MORAES, R. “Análise de conteúdo”. *Revista de Educação*, **22** (37): 7, 1999. Disponível em: http://cliente.argo.com.br/~mgos/analise_de_conteudo_moraes.html. Acesso em: 20/05/2016.
- OVIGLI, D. F. B.; BERTUCCI, M. C. S. “A formação para o ensino de ciências naturais nos currículos de pedagogia das instituições públicas de ensino superior paulistas.” *Ciência & Cognição*, **14** (2): 194, 2009.

- PECHULA, M. R. “A ciência nos meios de comunicação de massa: divulgação de conhecimento ou reforço do imaginário social?” *Ciência & Educação*, 13 (2): 211, 2007.
- PIMENTA, S. G. “Formação de professores: identidade e saberes da docência”. IN: *Saberes Pedagógicos e Atividade Docente*. PIMENTA, S. G. (Org.). São Paulo, Cortez, 2002.
- PRAIA, J. F.; CACHAPUZ, A. F. C.; GIL-PÉREZ, D. “Problema, teoria e observação em ciência: para uma reorientação epistemológica da educação em ciência”. *Ciência & Educação*, 8 (1): 127, 2002.
- RODRIGUES, A. S. L.; BÁRBARA, V. F.; MALAFAIA, G. “Análise das percepções ambientais e dos conhecimentos de alguns conceitos referentes às nascentes de rios revelados por jovens e adultos de uma escola no município de Ouro Preto, MG”. *Revista Brasileira de Biociências*. 8(4): 355, 2010.
- SANTOS, J. A. E. & IMBERNON, R. A. L. “A concepção sobre ‘natureza’ e ‘meio ambiente’ para distintos atores sociais”. *Terra e Didática*, 10 (2): 151, 2014.
- SASSERON, L. H. & CARVALHO, A. M. P. “Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo”. *Investigações em Ensino de Ciências*, 13(3): 333, 2008.
- SAVIANI, D. “Os saberes implicados na formação do educador.” IN: BICUDO, M. A.; JUNIOR, C. A. S. (Orgs.). *Formação do Educador: De ver do Estado, Tarefa da Universidade*. São Paulo, Unesp, 1996, p. 145-155.
- SHÖN, D. A. “Formar professores como profissionais reflexivos”. IN: *Os Professores e a sua Formação*. NÓVOA, A. (Org.). Lisboa, Dom Quixote, 1995, p. 77-91.
- TARDIF, M. “Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários”. *Revista Brasileira de Educação*. (13): 5, 2000.
- TERRA, L. L.; LARENTIS, A. L.; ATELLA, G. C.; CALDAS, L. A.; RIBEIRO, M. G. L.; HERBST, M. H.; ALMEIDA R. V. “Identificação de obstáculos epistemológicos em um artigo de divulgação científica – entraves na formação de professores de ciências”. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 13 (3): 333, 2014.
- WEISSMANN, H. “O que ensinam os professores quando ensinam ciências naturais e o que dizem querer ensinar”. IN: *Didática das Ciências Naturais: Contribuições e Reflexões*. WEISSMANN, H. (Org.). Porto Alegre, Artmed, 1998. p. 31-55.

APÊNDICES

Apêndice 1: Folder de divulgação do curso “Obstáculos Epistemológicos no Processo de Alfabetização Científica”



Obstáculos Epistemológicos no Processo de Alfabetização Científica

CURSO DE FORMAÇÃO CONTINUADA PARA PROFESSORES DAS SÉRIES
INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Data: 12 de setembro a 31 de outubro de 2015

Aos sábados das 8h às 12h

Local: CDCC

INSCRIÇÕES

E-mail: alfabetizacao@gmail.com

Dados: Nome completo, telefone e escola.



Apêndice 2: Questionário inicial sobre concepções de ciência

Nome: _____

As afirmações seguintes correspondem a concepções sobre a natureza da ciência e do agir científico. Leia atentamente cada uma delas e assinale uma das opções de acordo com o seu conhecimento. Não há respostas certas ou erradas.

1. A ciência inicia-se na observação objetiva, que fornece uma base segura para a construção do conhecimento científico.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

2. Para que possamos compreender o conceito envolvido em determinada teoria científica é necessário apenas sua análise e entendimento. As teorias que a precederam ou o contexto de sua “descoberta” são irrelevantes.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

3. Novas teorias somam-se as anteriores sem contradizê-las, tornando-as mais completas e precisas.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

4. Os cientistas dificilmente cometem erros, pois seu trabalho é lógico.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

5. Conhecimento científico é conhecimento provado. As teorias científicas são derivadas de maneira rigorosa da obtenção dos dados da experiência adquiridos por observação e experimento.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

6. Os resultados obtidos por apenas um cientista são suficientes para propor uma nova teoria, desde que eles sejam concretos e expliquem o novo fenômeno.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

7. A sociedade não exerce influência na atividade científica, pois a ciência preocupa-se apenas em explicar os fenômenos naturais.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

8. Antes de se tornar leis e teorias as novas descobertas passam por experimentos precisos em diferentes situações por toda a comunidade científica de interesse no fenômeno. Dessa forma, nunca poderão ser contestadas, pois são extremamente concretas e confiáveis.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

9. O empreendimento científico requer equipamentos sofisticados, laboratórios com alta tecnologia e uma equipe preparada para lidar com as mais variadas situações que envolvem a vida de um pesquisador. O custo desse empreendimento é bastante elevado e os indivíduos devem ser inteligentes e capazes.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

10. Características pessoais como a imaginação e a criatividade não devem ser consideradas nas pesquisas científicas, pois a ciência é lógica e seus resultados devem ser confiáveis.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

11. A ciência é superior a outras áreas do conhecimento (astrologia e religião, por exemplo), pois fornece dados concretos e possíveis de serem provados.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

12. Para a obtenção de resultados confiáveis, os cientistas seguem rigorosamente o método científico, que consiste no levantamento de hipóteses, planejamento e execução de experimentos, coleta de dados e conclusões.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

13. O progresso científico apresenta somente vantagens ao desenvolvimento de um país, já que a tecnologia pode ser utilizada em diversas áreas, como por exemplo, na saúde.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

14. Como é bastante complexa, a ciência deve ser entendida em áreas de conhecimento, somente dessa forma ela poderá ser melhor compreendida e estudada.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

Responda:

Qual é o papel da mídia na divulgação da produção do conhecimento científico e dos meios utilizados para produzi-lo? Justifique citando exemplos.

Apêndice 3: Questionário final sobre concepções de ciência

Nome: _____

As afirmações seguintes correspondem a concepções sobre a natureza da ciência e do agir científico. Leia atentamente cada uma delas e assinale uma das opções de acordo com os conhecimentos adquiridos pelo Curso.

1. Conhecimento científico não é conhecimento provado. As teorias científicas não são derivadas de maneira rigorosa da obtenção de dados da experiência adquiridos por observação e experimento.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

2. Para a obtenção de resultados confiáveis nem sempre os cientistas seguem rigorosamente o método científico, que consiste no levantamento de hipóteses, planejamento e execução de experimentos, coleta de dados e conclusões.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

3. Para que possamos compreender o conceito envolvido em determinada teoria científica, somente sua análise e entendimento não são suficientes. As teorias que a precederam ou o contexto de sua “descoberta” são relevantes.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

4. Os cientistas cometem erros, mesmo sendo seu trabalho lógico.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

5. A sociedade exerce influência na atividade científica, embora a ciência preocupe-se apenas em explicar os fenômenos naturais.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

6. Os resultados obtidos por apenas um cientista não são suficientes para propor uma nova teoria, mesmo quando eles são concretos e explicam o novo fenômeno.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

7. A ciência não é superior a outras áreas do conhecimento (astrologia e religião, por exemplo), mesmo que ela forneça dados concretos e possíveis de serem provados.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

8. Características pessoais como a imaginação e a criatividade devem ser consideradas nas pesquisas científicas, mesmo sendo a ciência lógica e seus resultados confiáveis.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

16. De que forma o Curso auxiliou para essa mudança?

17. Você considera importante que haja discussões sobre a natureza da ciência em cursos de formação inicial ou continuada? Como essas discussões poderão contribuir para a sua prática pedagógica?

Apêndice 4: Questionário inicial sobre obstáculos epistemológicos

Nome: _____

Leia atentamente cada uma das questões abaixo e responda de acordo com o seu conhecimento. Não há respostas certas ou erradas.

1. Antes da divulgação do minicurso você já tinha ouvido falar sobre obstáculos epistemológicos? Em caso afirmativo, onde? Explique brevemente.

2. Após o conhecimento de obstáculos epistemológicos, qual a contribuição esperada à sua prática pedagógica?

3. Em qualquer situação o experimento representa uma alternativa eficaz para motivar os alunos e, conseqüentemente, alcançar a aprendizagem efetiva dos conteúdos abordados.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

4. Quando o gelo derrete, processo denominado fusão, ocorre a mudança de estado físico das moléculas de água, que passam de sólido a líquido.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

5. A água é muito importante para a manutenção da vida na Terra, por isso ela não deve ser desperdiçada, nem poluída, nem envenenada. ^[1]

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

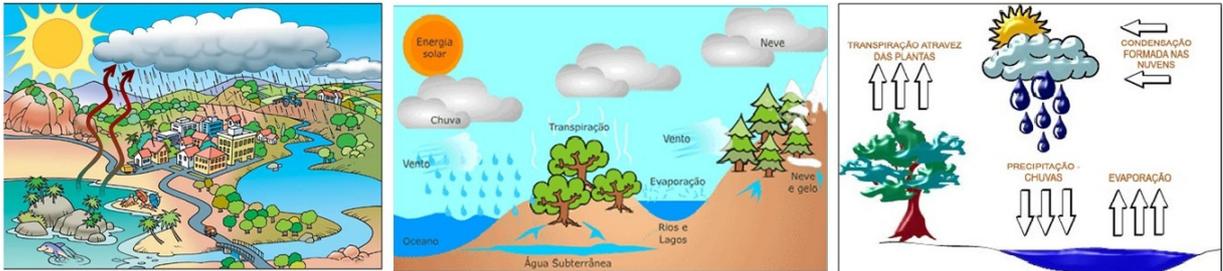
6. Água pura é aquela que conhecemos como água potável.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

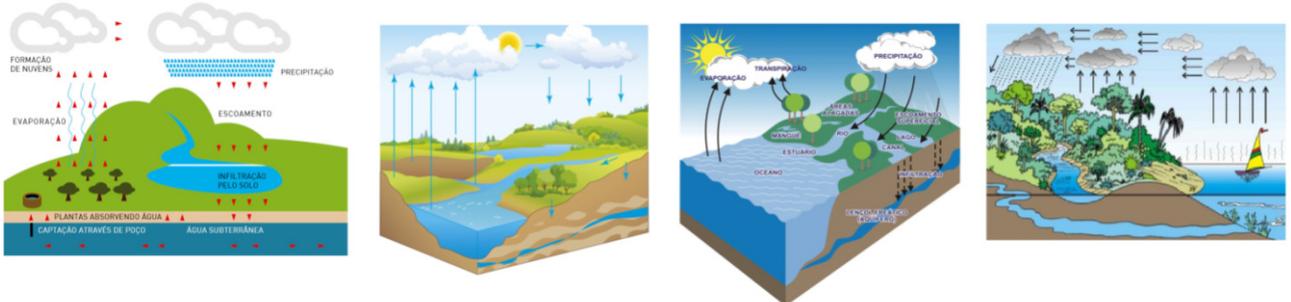
7. No estado sólido as moléculas de água estão **bem presas** umas às outras e se movem muito pouco. ^[2]

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

8. Qual(is) figura(s) abaixo representa completamente o ciclo da água? Justifique sua resposta.



9. Todas as figuras abaixo são uma boa representação de um lençol freático? Justifique sua resposta.



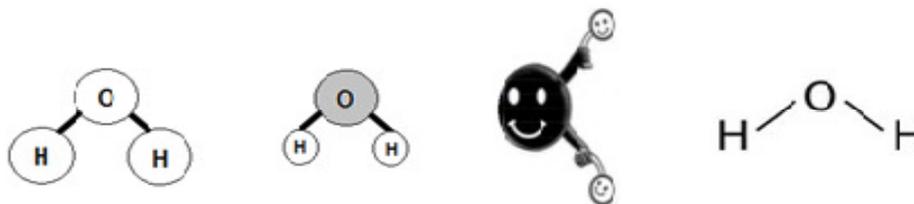
10. A água é a substância mais importante para a manutenção da vida na terra, pois todos os seres vivos dependem dela para sua sobrevivência.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

11. A água destilada existe para ser usada em baterias de carros e na fabricação de remédios e outros produtos. Não serve para beber, já que não possui os sais minerais necessários ao nosso organismo. [3]

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

12. Circule qual representação da molécula de água você julga ser a melhor para trabalhar em sala de aula? Justifique sua resposta.



13. A partir do ciclo da água podemos entender e explicar vários processos que ocorrem no Universo. Até mesmo uma simples destilação, ou seja, retirada de sais minerais e impurezas da água para torná-la pura, pode ser melhor compreendida por meio desse fenômeno.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

14. A destilação é um processo extremamente importante, pois pode ser a solução para retirar o sal da água do mar em uma possível escassez de água doce no futuro.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

15. A água é um líquido fresco e incolor. ^[4]

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

16. Devemos tomar mais cuidado com a qualidade da água, pois a mesma tem funções que vão além das necessidades biológicas, precisamos dela para limpar nossas casas, lavar as nossas roupas e o nosso corpo. E mais: para limpar máquinas e equipamentos, irrigar plantações, gerar energia, etc. ^[3]

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

Algumas afirmações foram retiradas de Websites:

^[1] <<http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/Meio-Ambiente/declaracao-universal-dos-direitos-da-agua.html>>. Acesso em: 28 set. 2015.

^[2] <<http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Agua/Agua1.php>>. Acesso em: 28 set. 2015.

^[3] <<http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Agua/Agua6.php>>. Acesso em: 28 set. 2015.

^[4] <<http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Agua/Agua1.php>>. Acesso em: 28 set. 2015.

Apêndice 5: Questionário final sobre obstáculos epistemológicos

Nome: _____

Leia atentamente cada uma das questões abaixo e responda de acordo com os conhecimentos adquiridos pelo Curso.

1. O ciclo da água não é suficiente para entendermos e explicarmos os vários processos que ocorrem no Universo. A simples destilação, ou seja, retirada de sais minerais e impurezas da água para torná-la pura, não pode ser compreendida somente por meio desse fenômeno.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

2. Quando o gelo derrete, processo denominado fusão, ocorre a mudança de estado físico da água, que passa de sólida à líquida.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

3. A água é muito importante para a manutenção da vida na Terra, por isso ela não deve ser desperdiçada, nem poluída, nem intoxicada.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

4. Nem sempre o experimento representa uma alternativa eficaz para motivar os alunos, pois pode ser que não ocorra a aprendizagem efetiva dos conteúdos abordados.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

5. A água é uma das substâncias mais importantes para a manutenção da vida na Terra, pois os seres vivos dependem dela para sua sobrevivência.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

6. Suponha que você precise trabalhar com os seus alunos o ciclo da água. Desenhe ou, se preferir, comente brevemente o que seria abordado em sua aula.

7. Água pura não é aquela que conhecemos como água potável.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

8. No estado sólido as moléculas de água estão unidas em uma rede cristalina e se movem muito pouco.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

9. Devemos tomar mais cuidado com a qualidade da água, pois a mesma tem funções que vão além das biológicas. Isto porque o ser humano utiliza essa substância para limpar sua casa, lavar suas roupas e o seu corpo. E mais: para limpar máquinas e equipamentos, irrigar plantações, gerar energia, etc.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

10. A destilação é um processo importante, pois é uma alternativa para retirar o sal da água do mar em uma possível escassez de água doce no futuro.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

11. A água que gostamos de beber é um líquido fresco e incolor, embora estas propriedades não sejam representativas das propriedades das moléculas deste líquido.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

12. A água destilada não existe apenas para ser usada em baterias de carros e na fabricação de remédios e outros produtos. Podemos bebê-la mesmo que não possua os sais minerais necessários ao nosso organismo.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

13. Suponha que você tenha que abordar com seus alunos a estrutura da molécula de água. Desenhe como você representaria a ligação entre os átomos de hidrogênio e oxigênio? Justifique.

14. Faça a representação de um lençol freático que poderia ser trabalhada com a sua turma.

15. Você considera importante o conhecimento sobre obstáculos epistemológicos? O que esse conhecimento pode auxiliar durante os processos de ensino e aprendizagem?

16. Qual a importância dos obstáculos epistemológicos para o ensino de Ciências Naturais especificamente? Justifique.

17. Você considera que existe alguma relação entre o conhecimento dos obstáculos epistemológicos e a natureza da ciência trabalhada nos primeiros encontros? Justifique.

Apêndice 6: Roteiro do plano de aula

ROTEIRO PARA PLANO DE AULA

O plano de aula deverá ser realizado individualmente e entregue no último encontro (31/10) em formato escrito e digital (por e-mail). Ele contará como avaliação do Curso e será requisito para a obtenção do certificado de participação.

A aula deverá abordar conteúdos de Ciências Naturais (1º ao 5º ano) junto com aspectos sociais, tecnológicos e ambientais, trabalhando habilidades como, por exemplo, a argumentação, resolução de problemas, trabalho em equipe, pensamento crítico, etc.

O plano de aula também deverá ser apresentado aos demais professores nos dois últimos encontros (24 e 31/10). Cada um terá cinco minutos para apresentação (podendo ser feita em slides) e mais cinco minutos para eventuais dúvidas e/ou discussão. O objetivo das apresentações será proporcionar a troca de experiências entre o grupo.

Em caso de dúvidas estarei à disposição. E-mail: calfabetizacao@gmail.com.

1. Tema: Escolha um tema sucinto e atrativo para seu plano de aula que exemplifique de maneira geral o conteúdo que será trabalhado.

2. Duração: Quantidade de aulas necessárias para a execução das atividades (por exemplo: 2 aulas de 50 minutos cada).

3. Diagnóstico e Justificativa: Coloque uma breve introdução sobre os conteúdos que serão abordados e a justificativa de sua escolha.

4. Objetivos

5. Recursos Didáticos: Quadro, giz, data-show, filme, livros, visita ao parque ecológico, etc.

6. Descrição das etapas metodológicas:

7. Obstáculo Epistemológico Alvo e Intervenção Pretendida: Selecione um (ou mais) obstáculo(s) trabalhado(s) durante o Curso e crie estratégias metodológicas para confrontá-lo. Justifique o motivo de sua escolha.

8. Avaliação

9. Referências Bibliográficas: Indique toda a bibliografia consultada para o planejamento da aula seguindo as normas da ABNT.

Livros:

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. São Paulo: Paz e Terra, 1980.

Artigos de revistas:

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 37-50, 2001.

Sites:

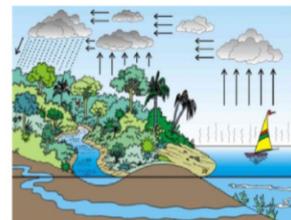
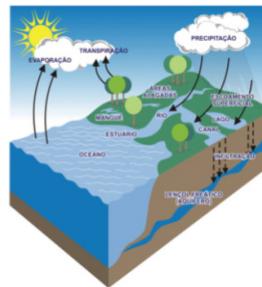
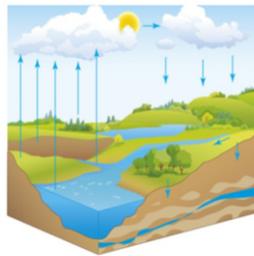
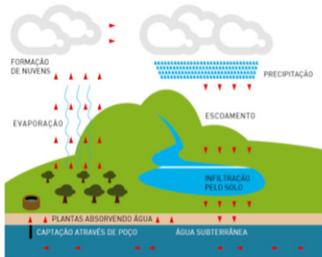
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. Biblioteca Comunitária. **Regras de empréstimo**. Disponível em: < <http://www.bco.ufscar.br/informacoes-gerais/politicas-de-emprestimos>>. Acesso em: jun. 2011.

Apêndice 7: Questionário sobre obstáculos epistemológicos - alunos.

Nome: _____ Série: _____

Responda as questões abaixo de acordo com os seus conhecimentos. É importante que você não copie.

1. Qual(is) figura(s) abaixo representa(m) um lençol freático? Justifique.



2. A água serve para limpar nossas casas, lavar as nossas roupas e o nosso corpo. E mais: para limpar máquinas e equipamentos, irrigar plantações, gerar energia, etc.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

3. Quando o gelo derrete ou a água dos rios evapora ocorre a mudança de estado físico da água.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

4. A água é a substância mais importante para a manutenção da vida na Terra, pois todos os seres vivos dependem dela para sua sobrevivência.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

5. Os icebergs (figura abaixo) são blocos de gelo que se desprendem de geleiras e flutuam nos oceanos. Eles são enormes, gelados e misteriosos.



Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

6. No estado sólido as moléculas de água preferem ficar mais próximas umas das outras.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

7. A água existe no planeta Terra independentemente da existência dos seres humanos.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

8. O gelo é a água no estado sólido. Ele pode ser usado pelo ser humano para resfriar bebidas ou alimentos.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

9. A molécula de água pode passar de um estado físico para outro, como por exemplo, quando o gelo derrete ou a água dos rios evapora.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

10. Quando aquecemos a água líquida ela se transforma em vapor.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

11. Os seres vivos dependem somente de água no estado líquido para viver.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

12. As moléculas de água estão mais juntas no estado sólido.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

13. O ar que respiramos contém apenas vapor de água.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

14. O vapor de água presente na atmosfera do nosso planeta é resultado apenas da evaporação da água dos rios, mares e oceanos.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

15. A impressão digital pode ser uma evidência de um crime, porém, às vezes é necessário analisar outras provas para solucioná-lo.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

16. A respiração e a transpiração dos seres vivos, a combustão e a evaporação da água dos rios, mares e oceanos são algumas razões da presença de vapor de água na atmosfera.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

17. O ar que respiramos é uma mistura de muitas substâncias, inclusive água.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

18. A água é muito importante para a manutenção da vida na Terra, por isso ela não deve ser envenenada.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

19. O iceberg é composto de água doce no estado sólido e existe em regiões mais frias do planeta.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

20. O gelo existe para quando precisarmos deixar nossas bebidas mais frias, principalmente nos dias do verão.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

21. Ao ser aquecida, as moléculas de água passam para o estado gasoso e transformam-se em vapor de água.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

22. A água é uma das substâncias importantes à vida na Terra.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

23. A água não deve ser poluída, pois é muito importante para a vida na Terra.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

24. As impressões digitais deixadas na cena de um crime solucionam o que aconteceu.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

25. Não é apenas de água no estado líquido que os seres humanos dependem para sobreviver.

Discordo plenamente () Discordo () Neutro () Concordo () Concordo plenamente ()

Apêndice 8: Sistemática de desenvolvimento das atividades do curso

CURSO DE FORMAÇÃO CONTINUADA PARA PROFESSORES E LICENCIANDOS EM PEDAGOGIA Obstáculos Epistemológicos no Processo de Alfabetização Científica

Sistemática de Desenvolvimento das Atividades:

DATA	HORÁRIO	TÓPICOS	OBJETIVO
1º Encontro	-----	Abertura e apresentação do Curso	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apresentar aos licenciandos as atividades, conteúdos e informações gerais sobre o curso.
		O que é Ciência?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apresentar os diferentes períodos na história da Ciência; ▪ Refletir sobre a natureza da Ciência;
	-----	Intervalo	-----
	-----	Revoluções Científicas e Rupturas: Kuhn e Bachelard	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abordar a concepção de Ciência após o século XX; ▪ Trabalhar noções das ideias de Kuhn e Bachelard sobre a natureza da Ciência.
2º Encontro	-----	Hipótese, Teoria e Modelo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Refletir sobre a importância da hipótese no planejamento dos experimentos; ▪ Refletir sobre o ensino a partir do uso de modelos, compreendendo que a ciência produz modelos.
		Experimento	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Refletir o papel da experimentação na Ciência e sua importância nas aulas de Ciências Naturais.
	-----	Intervalo	-----
	-----	Ciência e o agir científico: realidade x visão popular	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desmistificar possíveis estereótipos de Ciência e cientista.
	-----	Experimento: “Decomposição de materiais no solo”	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apresentar aos licenciandos as etapas da atividade; ▪ Iniciar o experimento.
3º Encontro	-----	A ideia de alfabetização segundo Paulo Freire	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abordar o conceito trabalhando juntamente com o tema “Recursos energéticos e o meio ambiente”.
		O que é alfabetização científica?	

	-----	Intervalo	-----
	-----	Possibilidades e desafios da alfabetização científica em sala de aula	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abordar o conceito trabalhando juntamente com o tema “Recursos energéticos e o meio ambiente”.
	-----	Experimento: “Decomposição de materiais no solo”	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Observar o experimento e realizar anotações.
4º Encontro	-----	Obstáculos epistemológicos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abordar o conceito trabalhando juntamente com o tema “Água e o meio ambiente”.
	-----	Intervalo	-----
	-----	Obstáculos epistemológicos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abordar o conceito trabalhando juntamente com o tema “Água e o meio ambiente”.
	-----	Observação e anotações sobre o experimento “Decomposição de materiais no solo”	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Observar o experimento e realizar anotações.
5º Encontro	-----	Oficina: A Ciência das Bolhas de Sabão	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abordar os conceitos de composição química, substância e propriedades; ▪ Realizar o experimento “Qual detergente irá produzir a maior bolha?”; ▪ Registrar dados sobre o experimento, controlar variáveis e tirar conclusões.
	-----	Intervalo	-----
	-----	Oficina: A Ciência das Bolhas de Sabão	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abordar os conceitos de composição química, substância e propriedades; ▪ Realizar o experimento “Qual detergente irá produzir a maior bolha?”; ▪ Registrar dados sobre o experimento, controlar variáveis e tirar conclusões.
	-----	Experimento: “Decomposição de materiais no solo”	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Observar o experimento e realizar anotações.
6º Encontro	-----	Conclusão do experimento: “Decomposição de materiais no solo”	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Observar o experimento e as anotações realizadas nos encontros anteriores e tirar conclusões sobre o mesmo.
		Oficina: Lixo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abordar aspectos científicos, sociais, ambientais e tecnológicos envolvidos no tema “Lixo”.
	-----	Intervalo	-----
	-----	Oficina: Lixo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abordar aspectos científicos, sociais, ambientais e tecnológicos envolvidos

			no tema “Lixo”.
7º Encontro	-----	Oficina: Lixo	▪ Abordar aspectos científicos, sociais, ambientais e tecnológicos envolvidos no tema “Lixo”.
	-----	Intervalo	-----
	-----	Oficina: Lixo	▪ Abordar aspectos científicos, sociais, ambientais e tecnológicos envolvidos no tema “Lixo”.
8º Encontro	-----	Apresentação do trabalho final	▪ Possibilitar a troca de experiências entre os participantes.
	-----	Intervalo	-----
	-----	Apresentação do trabalho final	▪ Possibilitar a troca de experiências entre os participantes.
9º Encontro	-----	Apresentação do trabalho final	▪ Possibilitar a troca de experiências entre os participantes.
	-----	Intervalo	-----
	-----	Apresentação do trabalho final	▪ Possibilitar a troca de experiências entre os participantes.
	-----	Encerramento do Curso	▪ Avaliar o curso.