Universidade de São Paulo
Instituto de Química de São Carlos - IQSC
Programa de Pós-Graduação em Química

**Estudo da Contribuição de um Clube de Química para a
formação do espírito científico**

Daniel Matheus da Silva

São Carlos

2017

DANIEL MATHEUS DA SILVA

Estudo da Contribuição de um Clube de Química para a formação do espírito científico

Dissertação apresentada ao Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de concentração: Físico-Química

Orientador: Prof^a. Dr^a. Ana Cláudia Kasseboehmer

São Carlos

2017

À memória de
meu pai Paulo Sergio da Silva,
que me ensinou o significado de família e honra.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço minha mãe, Cleonice, que mesmo sendo mãe solteira de duas crianças, e por todas as dificuldades da vida, nunca nos deixou faltar nada. Sempre foi um exemplo de perseverança, ética e amor. Aos meus irmãos, Gabriel e Ana Julia, por sempre me apoiarem e compreenderem minha ausência. Amo todos vocês!

Ainda em família, quero agradecer as minhas tias, Izilda e América, que me deram apoio, conselhos e muito carinho. Graças a vocês, esse difícil caminho se tornou mais fácil. Agradeço a toda minha família, em especial aos meus avós Matheus, Antônia e Tereza, pelo incentivo, apoio e amor.

Aos integrantes do Laboratório de Investigações em Ensino de Ciências Naturais (LINECIN), Kenia, Rosana, Daniela e demais membros.

Aos participantes da pesquisa, pela colaboração no desenvolvimento do projeto. Aos professores Fabrício e Daniele, aos alunos e bolsistas do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência, que me ajudaram muito.

A minha orientadora Ana Cláudia, pela oportunidade, confiança, paciência e tantos ensinamentos. Sua orientação mudou minha forma de enxergar o mundo e com certeza foi uma das pessoas que mais marcaram minha formação. Um exemplo de ética e carinho pelo ensino e pesquisa. Não tenho palavras para agradecer a oportunidade e o quanto me ajudou a evoluir nesse tempo.

A minha amada, Samanta, que sempre esteve ao meu lado, mesmo em momentos difíceis, me apoiando, dando forças e muito amor. Obrigado por ser essa pessoa especial, que chegou e mudou a minha vida. Em você posso ver o melhor de mim. Graças a você conheci o amor, te amo!

Agradeço a todos os meus amigos, que em meio a tantos bons e maus momentos, sempre estavam ao meu lado me apoiando.

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a contribuição de um clube de química para formação do espírito científico de alunos do Ensino Médio. O espírito científico, discutido por Bachelard (1996) em seu livro “A formação do espírito científico”, propõe uma mudança no ser. Ao ocorrer a evolução do espírito, o homem se torna mais crítico e independente com seus conhecimentos, torna-se um ser que valoriza o pensar, que questiona o universo e que não se contenta com representações rudimentares e busca explicações arquitetadas. Partiu-se do pressuposto de que para ocorrer a evolução do espírito, três fatores devem ser levados em conta: ter conhecimento sobre a natureza das ciências, possuir domínio de conceitos científicos que forem necessários para a resolução dos problemas trabalhados e disposição para imersão em problemas científicos. Para isso foi planejado um Clube de Química, que foi desenvolvido no Museu da Ciência professor Mario Tolentino, onde foram aplicadas atividades investigativas a alunos do ensino médio. Com a criação do Clube foi possível realizar um estudo piloto que permitiu o teste e a validação dos instrumentos de coleta de dados, a criação das atividades investigativas teórico-práticas e a melhora do planejamento das atividades e do cronograma do Clube. Para coleta de dados foram utilizados questionários aplicados no início do Clube para levantar o espírito científico dos participantes, roteiro de observação e entrevista com o professor, além das respostas das atividades investigativas. Para análise foi realizada a triangulação dos dados. A análise foi baseada nas características de cada estado do espírito científico discutidas na teoria do desenvolvimento do espírito científico. Com os instrumentos de coleta foi possível levantar indícios de transformações no espírito dos participantes e indicadores de que alguns dos alunos podem estar superando algumas características do estado concreto, como a experiência imediata, o exaltar a natureza e as primeiras imagens observadas dos fenômenos. Os alunos também aparentaram estar mais envolvidos com temas científicos e passaram a questionar mais segundo as observações e entrevista com a professora. Foi possível observar que o desenvolvimento do espírito científico é fruto de um trabalho contínuo e extenso. Em relação às atividades, concluiu-se que a utilização dos dois tipos de método investigativo (teórico e prático) é mais adequada, no sentido de que é garantido ao aluno um espaço para refletir sobre a teoria, organizar seus conhecimentos e discutir com a turma e o mediador. Enquanto a parte prática, além desse espaço, proporciona um momento onde ele irá colocar em prática tudo aquilo que foi pensado e discutido. Pesquisas futuras

longitudinais podem ser realizadas para estudar a contribuição da participação no Clube de para o desenvolvimento do espírito científico de seus participantes.

ABSTRACT

The present work had the objective of evaluating the contribution of a chemistry club to the formation of the scientific spirit of high school students. The scientific spirit, discussed by Bachelard (1996) in his book "The formation of the scientific spirit", proposes a change in the self. When the evolution of the spirit occurs, the person becomes more critical and independent with his knowledge, he becomes someone who values thinking, who questions the universe and who is not satisfied with rudimentary representations and seeks architectural explanations. It was assumed that for the evolution of the spirit to occur, three factors must be taken into account: to have knowledge about the nature of the sciences, to know the scientific concepts that are necessary for the resolution of the problems worked and a willingness to be immersed in scientific problems. To this end, a Chemistry Club was planned, which was developed at the Museum of Science Professor Mario Tolentino, where investigative activities were applied to high school students. With the creation of the Club, it was possible to conduct a pilot study that allowed the testing and validation of data collection instruments, the creation of theoretical-practical inquiry activities and the improvement of the planning of the Club's activities and schedule. To collect data were used questionnaires applied at the beginning of the Club to raise the scientific spirit of the participants, observation script and interview with the teacher, in addition to the responses of research activities. For the analysis, the data were triangulated. The analysis was based on the characteristics of each state of the scientific spirit discussed in the theory. With the data collection instruments it was possible to raise indications of transformations in the participants' minds and indicators that some of the students may be overcoming some characteristics of the concrete state, such as immediate experience, the exalting nature and the first observed images of the phenomena. The students also appeared to be more involved with scientific topics and began to question more according to the observations and interview with the teacher. It was possible to observe that the development of the scientific spirit is the result of continuous and extensive work. In relation to the activities, it was concluded that the use of the two types of inquiry activities (theoretical and practical) is more adequate, in the sense that to the student is guaranteed a space to reflect on theory, organize their knowledge and discuss with the class and the mediator. While the practical part, beyond this space, provides a moment where it will put into practice everything that was thought and discussed. Future longitudinal research may be undertaken to study the contribution

of participation in the Club to the development of the scientific spirit of its participants.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Resumo analítico das propostas de ensino por investigação apresentadas por García Rodríguez e Cañal de León.....	23
Quadro 2 - Níveis de abertura de acordo com a participação dos alunos.....	26
Quadro 3- Relação de respostas obtidas no questionário inicial.	33
Quadro 4- Cronograma dos encontros do Clube de Química.....	39
Quadro 5 – Descrição das categorias e subcategorias da parte 1 teórica	42
Quadro 6 - Operações Epistemológicas propostas por Jiménez-Aleixandre, Bugallo Rodríguez e Duschl (2000).....	42

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	13
1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Ensino de ciências	13
1.1.1 Ensino de ciências e complexidade	15
1.2 O espírito científico	15
1.2.1 O erro.....	17
1.2.2 O Ensino de química.....	18
1.3 O método investigativo.....	19
1.3.1 Método investigativo teórico	24
1.3.2 Método investigativo prático	25
1.6 Clube de ciências	27
CAPÍTULO 2	29
2 QUESTÃO DE PESQUISA E OBJETIVOS	29
2.1 Questão de pesquisa	29
2.2 Objetivo	29
3 METODOLOGIA.....	31
3.1 Estudo piloto.....	31
3.1.1 Resultados do Estudo Piloto	32
3.1.2 Questionário inicial	33
3.1.3 Atividades.....	34
3.1.4 Questionário final	36
3.1.5 Instrumentos de coleta de dados	36
3.2 Elaboração das atividades investigativas.....	36
3.3 Clube de Química	37
3.4 Caracterização dos sujeitos de pesquisa	39
3.5 Instrumentos de coleta de dados	40

3.6 Análise dos dados	41
CAPÍTULO 3	44
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	44
4.1 Método investigativo teórico	44
4.1.1 Atividade teórica 1.....	44
4.1.2 Atividade teórica 2.....	46
4.1.3 Atividade teórica 3.....	47
4.1.4 Atividade teórica 4.....	49
4.1.5 Atividade teórica 5.....	49
4.1.6 Atividade teórica 6.....	51
4.1.7 Atividade teórica 7.....	52
4.2 Método investigativo prático	53
4.2.1 Atividade prática 1.....	53
4.2.2 Atividade prática 2.....	56
4.2.3 Atividade prática 3.....	59
4.2.4 Atividade prática 4.....	62
4.2.5 Atividade prática 5.....	64
4.2.6 Atividade prática 6.....	66
4.2.7 Atividade prática 7.....	68
4.3 Análise dos questionários inicial e final	71
4.4 Análise da formação do espírito científico dos participantes do Clube	73
4.4.1 Aluno 1	74
4.4.2 Aluno 2	75
4.4.3 Aluno 3	77
4.4.4 Aluno 4	78
4.4.5 Aluno 5	80
4.4.6 Aluno 6	81

4.4.7 Aluno 10	83
4.4.8 Análise geral	84
CAPÍTULO 4	86
5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	86
5.1 Conclusões.....	86
5.2 Considerações finais	87
REFERÊNCIAS	90
APÊNDICES	94

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO

No primeiro capítulo desta dissertação é discutido o significado de alfabetização científica e são apresentados alguns objetivos do ensino de ciências no Brasil, então é apresentado o referencial teórico que norteou a pesquisa discutindo a definição de espírito científico segundo Bachelard (1996). Em seguida é feita uma discussão acerca do método investigativo e o ensino por investigação e as diferentes teorias encontradas na literatura. Terminando com a discussão e proposta de utilização de um clube de química como espaço para aplicação e coleta de dados para a pesquisa.

1.1 Ensino de ciências

Ao discutir o significado de alfabetização científica, Chassot (2003) argumenta que ela deve propiciar à população conhecimentos científicos e tecnológicos que sejam úteis para a vida cotidiana, ou seja, que auxiliem em suas necessidades básicas, nas resoluções de problemas e na tomada de decisões complexas que envolvem relações entre ciência e sociedade. Pouco tempo depois uma ideia muito similar é apresentada nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Logo no início de sua apresentação é destacado como um dos objetivos da terceira etapa da educação básica brasileira:

[...] diz respeito às finalidades atribuídas ao ensino médio: o aprimoramento do educando como ser humano, sua formação ética, desenvolvimento de sua autonomia intelectual e de seu pensamento crítico, sua preparação para o mundo do trabalho e o desenvolvimento de competências para continuar seu aprendizado (BRASIL, 2006, p. 7).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) já discutiam e afirmavam que “... o estudante da escola de nível médio já tem condições de compreender e desenvolver consciência mais plena de suas responsabilidades e direitos, juntamente com o aprendizado disciplinar” (BRASIL, 2002, p. 6). No documento também era destacada a importância da formação do cidadão e que o aprendizado não deveria ser apenas em “...conhecimento técnico, mas também para uma cultura mais ampla...” (BRASIL, 2002, p. 6),

concluindo que o aprendizado deveria ter caráter prático e crítico, sem se esquecer da cultura científica, fator essencial para desenvolvimento humano. Documentos governamentais posteriores, como as Diretrizes Curriculares Nacionais de 2013, sustentam posição semelhante e afirmam que no ensino médio:

Busca-se uma escola que não se limite ao interesse imediato, pragmático e utilitário, mas, sim, uma formação com base unitária, viabilizando a apropriação do conhecimento e desenvolvimento de métodos que permitam a organização do pensamento e das formas de compreensão das relações sociais e produtivas, que articule trabalho, ciência, tecnologia e cultura na perspectiva da emancipação humana [...] (BRASIL, 2013, p. 170).

Em reflexão sobre o letramento científico e sua função social, Santos (2007) levanta a importância da contextualização no ensino de ciências para que se crie um valor cultural e tenha um significado para os estudantes. O autor também critica a forma que o ensino de conceitos científicos continua sendo transmitido nas escolas, onde os alunos acabam por apenas repetir palavreados e termos científicos que nem ao menos têm significado para os mesmos.

Muitos pesquisadores discutem sobre a importância da alfabetização científica no ensino de ciências. Em um estudo realizado por Sasseron e Carvalho (2011), as autoras apresentam convergências entre as diversas classificações encontradas na literatura e elaboraram três blocos que englobam todas essas habilidades que são listadas por diferentes autores. Elas intitularam esses grupos de “Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica”.

O primeiro dos eixos trata da compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais, segundo eixo preocupa-se com a compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática e o terceiro compreensão do entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente. A importância deles encontra-se na necessidade exigida pela sociedade de compreender conceitos para conseguir entender pequenas informações e situações do cotidiano, fornecendo subsídios para que o caráter humano e social inerente às investigações sejam trabalhados, favorecendo a tomada de decisões e reflexões. E por fim a exigência de compreender que as aplicações podem gerar ações que podem ser desencadeadas pela utilização dos conhecimentos construídos pelas ciências.

Embora a Lei de Diretrizes e Bases, os PCNEM e as Diretrizes Curriculares Nacionais de 2013 discutam e reforcem a importância e o objetivo da educação formadora de cidadãos críticos, independentes e capazes de ler e compreender o mundo, na real situação não é esse o tipo de formação que a escola tem proporcionado aos seus estudantes. Ainda existem muitas

críticas às formas e metodologias utilizadas para o ensino. Para Cachapuz (2005), a forma como o ensino de Ciências vem sendo trabalhado, de maneira tradicional priorizando a memorização onde os estudantes sequer têm oportunidade de vivenciar atividades de caráter científico, geram visões distorcidas da ciência e termina por causar o desinteresse e rejeição, podendo futuramente se tornar um obstáculo à aprendizagem. Seguindo esse raciocínio, Lopes (2007) faz uma crítica à metodologia tradicional, argumentando que a aprendizagem não é realizada com o acúmulo de conteúdos e conclui que os conceitos só são transformados em conhecimento quando modificam as atitudes do aprendiz.

1.1.1 Ensino de ciências e complexidade

Shaw (2010, p. 65) discute que *“a realidade previsível, objetiva, mecânica e linear torna-se um obstáculo ao conhecimento de mundo”* quando argumenta sobre o problema da complexidade para o saber científico. Preocupação que surge da percepção de que as leis simplistas não são suficientes para explicar o universo. Quando esse problema é transportado para o sistema educativo, é identificado o aparecimento de polêmicas, como os debates sobre a fragmentação do saber e da compartimentação do conhecimento. Para compreender um sistema complexo como o universo, é necessário perceber que a realidade que se vive não é simplificada, muito menos fragmentada. Portanto, o ensino de ciências não pode ser transmitido como unidades fechadas. É preciso ensinar e apresentar o ensino de ciências como algo que se inter-relaciona com outras disciplinas, conteúdos ou conceitos, para assim demonstrar que existe uma complexidade, que a ciência não é uma coisa pronta e estática.

1.2 O espírito científico

A escolha do epistemólogo francês Gaston Bachelard (1884-1962) como referencial teórico é justificada pelos seus estudos e questionamentos acerca da ciência e do conhecimento científico, apresentadas em suas obras. Bachelard busca interpretar a atividade científica, dando sentido e valor à prática, fazendo uma ponte entre a ciência e filosofia. Ele critica o realismo ingênuo, o empirismo e o racionalismo cartesiano presentes nas práticas científicas. Lopes (1993, p. 313) explica que a epistemologia de Bachelard, *“desenvolvendo a noção de fenômeno científico, enquanto construção instrumental e teórica, defendendo a noção de real científico, enquanto real construído e a perspectiva de relação sujeito-objeto mediada pela técnica”*,

mostra que as relações têm sua importância, remetendo-se que o fazer ciência não se trata apenas de manipular objetos.

No século XX, a ciência já não é mais a descrição da Natureza, o que o epistemólogo nomeia de pleonismo da experiência. Agora o homem busca a verdade maior na Natureza, é percebido que o conhecimento não se desenvolve pelo acúmulo de informações. Segundo Bachelard, para ocorrer a experiência deve existir a racionalização e a razão só existe se existir a aplicação. Afinal, o desenvolvimento da ciência é um processo descontínuo, ocorrendo pelo rompimento de conhecimentos anteriores, para assim, ocorrer a desconstrução e construção de novos conhecimentos (LOPES, 1993). A crítica de Bachelard aos cientistas vem relacionada à falta de reflexões filosóficas em relação à prática científica, uma vez que as novas descobertas exigiam uma nova interpretação, razão, mais polêmica e questionadora (LÔBO, 2008).

Bachelard (1996) discute as causas dos problemas na aprendizagem, nomeando-as de obstáculos epistemológicos, ou seja, para o aprendiz evoluir primeiro deve-se vencer esses obstáculos e assim é possível obter o espírito científico. Seguindo seu raciocínio, o conhecimento não é pronto, estático, sempre é resposta a uma pergunta e o ato de aprender ocorre contra conhecimentos anteriores. Daí a importância do erro no papel da aprendizagem: ao errar, o aluno deve ter o direito de questionar e discutir, para assim, refletir e alcançar o espírito científico.

Segundo Bachelard (1996), para alcançar a espiritualização é necessário passar por etapas, conhecidas por lei dos três estados para o espírito científico. O primeiro é o **estado concreto**, no qual o espírito se distrai com as primeiras imagens dos fenômenos e exalta a natureza; depois, deve transcender para o **estado concreto-abstrato**, quando o espírito começa a se sentir mais seguro de sua abstração. Por fim, no **estado abstrato**, o espírito adota informações voluntariamente subtraídas à intuição do espaço real.

De acordo com Kasseboehmer e Ferreira (2013), são três os fatores que contribuem para a formação do espírito científico. Primeiro, o aluno precisa ter conhecimento sobre a natureza das ciências, tendo conhecimento e habilidade para formular hipóteses e defendê-las. Em segundo lugar, deve possuir domínio de conceitos científicos que forem necessários para a resolução dos problemas trabalhados, e, por fim, a disposição para imersão em problemas científicos.

Bachelard (1996, p. 11) explica que a via psicológica correta para o desenvolvimento do conhecimento científico segue a seguinte rota: *“É preciso passar primeiro da imagem para a forma geométrica e, depois, da forma geométrica para a forma abstrata, ou seja, seguir a via psicológica normal do pensamento científico”*. Concluindo que o desenvolvimento desse

conhecimento é realizado partindo de questões particulares, junto com o desmembramento dos problemas e experiências vividas. O espírito científico assume que *“todo o conhecimento é resposta a uma pergunta, e se não há pergunta, não existe conhecimento científico”* (p. 18). Ou seja, na construção do conhecimento, os saberes não são evidentes, muito menos gratuitos, pois na verdade eles são construídos e reconstruídos a todo o momento (BACHELARD, 1996). Bachelard (2008, p. 71) afirma ainda, ao discutir sobre fronteira do conhecimento científico que, *“para o espírito científico, traçar nitidamente uma fronteira já equivale a ultrapassá-la”*, mostrando o quão complexo são os seus limites. Continuando, o autor explica que *“O pensamento científico é em essência um pensamento em via de assimilação, um pensamento que tenta transcendências, que supõe a realidade antes de conhece-la e que só a conhece como uma realização de sua suposição”* (p.71) e que a *“experiência transcende a observação... assim que se transcendem as fronteiras da observação imediata, descobre-se a profundidade metafísica do mundo objetivo”* (p. 73). Novamente realiza uma crítica à primeira experiência e à falta de reflexão sobre as experiências.

Segundo Lôbo (2008, p. 93), para Bachelard, *“a aquisição da cultura científica necessita de uma catarse intelectual e afetiva que a coloque em estado de mobilização permanente”*. Para o epistemólogo existe a necessidade de constante questionamento do conhecimento, de forma a evitar a sedução das primeiras impressões, que comumente se exibem cheia de imagens pragmáticas e, conseqüentemente mais próxima do senso comum (LÔBO, 2008). A autora afirma que é preciso manter constante uma vigilância epistemológica que mobilize a razão, liberando dos preconceitos dos conhecimentos mal estabelecidos. Nesse sentido, a ruptura entre o conhecimento científico e o senso comum, sugerida por Bachelard (1996), é um requisito primordial para o desenvolvimento do espírito científico.

1.2.1 O erro

Em sua obra, Bachelard (1996) lembra que o ser possui conhecimentos empíricos prévios, que são formados em sua vida cotidiana. O indivíduo não é um ser vazio, em que se acrescentam informações, ou que, nos é apresentado com os conhecimentos recebidos pelo ensino. Antes de tudo, existe uma bagagem que o acompanha e está, é renovada e aprimorada no decorrer de sua vivência e experiências, que compõe cada cultura específica. Portanto, não é uma questão de se adquirir uma cultura experimental, e sim de causar uma mudança de cultura, é necessária uma *“psicanálise dos erros iniciais”* (BACHELARD, 1996, p.23), para assim, superar os hábitos, crenças e concepções (LÔBO, 2008, p. 93). Isso não quer dizer que

o ensino de ciências deve ignorar os conhecimentos prévios dos alunos. Na realidade a epistemologia de Bachelard (1996) mostra que é preciso trabalhar a mudança desses conhecimentos, assim é possível causar a mudança e o desenvolvimento do espírito científico.

Shaw (2010, p. 69) ressalta que *“o pensamento de Bachelard sobre a superação de obstáculos epistemológicos remete-nos justamente à necessidade de superação, da visão simplista”*, criticando o indutivismo em sala de aula, argumentando que ele leva a uma visão simplista de universo. A autora afirma que em uma concepção indutivista, em que se parte de procedimentos investigativos, com objetivos concretos que levam o investigador a encontrar um conhecimento pronto, perpetua uma visão simplista da ciência. O professor deve lidar com o complexo, assumindo que a produção do conhecimento é isenta de verdades incontestáveis. A aula deve ter abertura para lançamentos de problemas, interferência, ação, discussões e o envolvimento com o conteúdo, pois a mera observação de aulas expositivas dificilmente garantem a construção do saber (SHAW, 2010).

Ao passo que o conhecimento novo ocorre contra um conhecimento anterior, restaurando erros da experiência comum, que promove a construção da experiência científica, com diálogo constante entre a razão, justifica a necessidade da superação dos obstáculos epistemológicos (LOPES, 1993). É necessária uma atenção aos erros e à noção de superação, pois a aprendizagem é algo contínuo, onde um conhecimento é superado, para que ocorra a construção de um novo (SOUZA; BASTOS; ANGOTTI, 2007).

Na concepção epistemológica absolutista, o erro aparece como um sinal de fracasso e acaba fazendo com que o aluno pense na ciência como algo infalível, que não admite erros. Bachelard, ao contrário, defende o erro e o coloca como um fator importante na construção do conhecimento científico (SHAW, 2010). A autora conclui que na perspectiva simplista, errar é encarado como uma barreira na “Transmissão” do conhecimento, que vem da concepção absolutista em que o conhecimento deve ser transmitido do professor para o aluno, em que o professor é o detentor do conhecimento e o aluno, o receptor.

1.2.2 O Ensino de química

No ensino de ciências existe a dificuldade de compreensão dos conceitos científicos pelos alunos, que é muito discutido pelos educadores em Ciências. Quando a discussão é transportada para o ensino de química, é possível observar que a compreensão de vários conceitos exige a necessidade de maior abstração. Lôbo (2008, p. 91) diz que para Bachelard, *“a Química contemporânea não é mais uma ciência de memória, mas uma Química*

matemática, uma Química teórica, fundada a partir da união com a Física teórica, uma Química teórica-Física”. A nova química rompe com as primeiras impressões, sua racionalidade é muito diferente da racionalidade do senso comum, ela se eleva a um nível de complexidade que exige uma nova razão, que está em constante mudança e é uma resposta à forma que ocorre o processo de produção do conhecimento científico.

A forma como a escola apresenta a química como ciência, apenas mostrando os resultados, seus modelos e teorias que frequentemente são entendidos como representações da realidade, provoca repercussões indesejáveis na pedagogia dessa ciência, que segundo Lôbo (2008) criam obstáculos à compreensão do conhecimento.

1.3 O método investigativo

Muitos pesquisadores questionam a forma que o conhecimento vem sendo trabalhado. Carvalho et al. (2013) discutem os fatores que foram responsáveis pela modificação na forma de construção do conhecimento entre as gerações. O primeiro refere-se ao aumento da quantidade de conhecimento que vem sendo produzido, o que causa a valorização da quantidade do que se ensina e não da qualidade. O segundo fator são os resultados que epistemólogos e psicólogos apresentam sobre a forma que os conhecimentos são construídos. Continuando sua linha de raciocínio os autores discutem sobre a relação do professor, o conhecimento e o aluno:

No ensino expositivo toda a linha de raciocínio está com o professor, o aluno só a segue e procura entendê-la, mas não é o agente do pensamento. Ao fazer uma questão, ao propor um problema, o professor passa a tarefa de raciocinar para o aluno e sua ação não é mais a de expor, mas de orientar e encaminhar as reflexões dos estudantes na construção do novo conhecimento (CARVALHO et al., 2013, p. 2).

Carvalho et al. (2013) defendem a importância de atividades manipulativas, nas quais o aluno interage com os problemas, pois segundo os autores o início da construção de um conceito se inicia com essas atividades. Compreendendo que a construção do conhecimento ocorre pela passagem de ações manipulativas para intelectuais, são propostas as sequências do ensino investigativo que proporcionam aos alunos um ambiente onde eles podem expor seus conhecimentos prévios, suas ideias e têm liberdade para discutir com seus colegas e professor, possibilitando o aprendizado de novos conhecimentos e entendimento de conhecimentos científicos. Essas atividades se iniciam com um problema, contextualizado, que pode ser teórico ou experimental e após o término do problema é realizada uma atividade de sistematização do conhecimento.

O início da investigação ocorre partindo de um problema, é aqui que tudo se inicia, onde levantam-se os conhecimentos, raciocínio, elaboração hipóteses e procedimentos para resolvê-los. Gil-Pérez et al., (1999) discutem a diferença dos problemas propostos na escola e os enfrentados nas ciências. Um problema é uma situação desafiadora, no qual se desconhece a resposta e ao enfrentá-lo busca-se uma resposta, gerando novos conhecimentos, diferente dos problemas enfrentados nas escolas, que são oferecidos na forma de exercícios, onde para sua resolução há a necessidade de já se conhecer as respostas.

Os autores ainda criticam a forma como geralmente são trabalhadas as atividades experimentais no ensino, quando o aluno deve seguir um roteiro, mais parecido com uma receita, com um passo a passo estipulado que não promove o raciocínio e muito menos as dúvidas e questionamentos, passando uma visão simplista e distorcida da ciência. Nesse sentido, a apresentação de problemas na forma de investigação pode ser uma possível solução para as atividades propostas nas escolas, pois com eles o aluno é desafiado a raciocinar e buscar novos conhecimentos.

O método investigativo se inicia com a proposição de um problema para o aluno. Trata-se de uma simulação do trabalho do cientista, onde seu objetivo maior é fazer com que ele pense, exponha suas ideias, argumentando e discutindo com os demais, desenvolvendo seus pensamentos e conhecimentos (KASSEBOEHMER; HARTWIG; FERREIRA, 2015). O método obriga à tomada de decisão em conjunto com a reflexão que pode promover a independência de pensamento. Existe a possibilidade do educando nem sempre chegar na resposta correta para o problema proposto. Kasseboehmer, Hartwig e Ferreira (2015) realçam a importância do erro na metodologia:

Ao “errar”, os estudantes serão estimulados a discutir e rever suas observações e seus modelos mentais o que levaria a um aperfeiçoamento de sua alfabetização científica apropriando-se mais adequadamente da linguagem e da simbologia química (KASSEBOEHMER; HARTWIG; FERREIRA, 2015, p. 87).

O erro possui papel de destaque no desenvolvimento do conhecimento científico e na desmistificação do trabalho do cientista e formação do espírito científico, pois agora o estudante pode perceber que a ciência é fruto de trabalho árduo e não de algo exato e pronto. Para se trabalhar essa abordagem, antes de tudo, é preciso ter conhecimento de uma premissa: o aluno deve conhecer os conceitos científicos necessários para elaboração da hipótese para resolução da problemática, ou seja, eles devem ter sido ensinados previamente. Isso implica que com o método investigativo o objetivo é oferecer uma oportunidade ao aluno de pensar, raciocinar

cientificamente. Por isso, o método não é utilizado principalmente para ensinar novos conceitos científicos (KASSEBOEHMER; HARTWIG; FERREIRA, 2015).

As atividades experimentais investigativas proporcionam para o aluno a oportunidade de desenvolver habilidades de alta ordem cognitiva, como a resolução de problemas e tomada de decisões. A escrita é outra habilidade muito importante que é melhorada ao vivenciar o método, ela contribui para o desenvolvimento das habilidades de alta ordem cognitiva, além de ser uma ferramenta para estruturação e divulgação do conhecimento (SUART, 2009). Em outro trabalho, Suart e Marcondes (2009) concluem que:

A participação dos alunos em todas as etapas da investigação pode contribuir para uma maior autonomia e responsabilidade dos estudantes. Elaborar um procedimento e testar hipóteses exige espírito crítico e habilidades de reflexão. [...] As atividades experimentais investigativas também têm o potencial de aumentar as relações sociais, atitudes e o crescimento cognitivo [...] (SUART; MARCONDES, 2009, p. 54).

O ensino por investigação já é trabalhado desde o século XIX. Conhecida como *Inquiry*, essa perspectiva de ensino recebeu grande atenção nos Estados Unidos no final desse século quando surgiu o Movimento progressista, contrário às ideias da pedagogia tradicional. Eles defendiam que o ensino deveria ser centrado na vida, aliando teoria e prática em que o aluno deveria ser participante ativo nos processos de ensino e de aprendizagem (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011). Segundo os autores, o filósofo John Dewey foi precursor dessas ideias, sendo constantemente associado à aprendizagem por projetos e resolução de problemas. As autoras explicam que a ideia central que tem influência na educação científica é a “experiência”.

Para Dewey, a criança chega à escola com distintas experiências que viveu fora da escola e elas têm sua importância para a aprendizagem. Segundo o filósofo elas não podem ser separadas: “*as experiências se reconstróem por meio das reflexões*” (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 69). Dewey faz sua proposta para modificação do ensino, em que o aluno participa ativamente do processo de aprendizagem, propondo um problema para investigarem aplicando seus conhecimentos em ciências e seguindo o seguinte processo: apresentação do problema, formulação de hipóteses, experimento, coleta de dados e elaboração de uma conclusão. O objetivo era de formar pensadores ativos não apenas com foco no raciocínio indutivo, então:

A inclusão do inquiry na educação científica foi recomendada por Dewey a partir do livro *Logic: The Theory of Inquiry*, publicado em 1938. Para este filósofo e pedagogo, havia na educação científica muita ênfase no ensino de fatos, sem estimular o raciocínio e as habilidades mentais (ZÔMPERO e LABURÚ, 2011, p. 71).

Segundo Zômpero e Laburú (2011), o conceito de ensino por investigação sofreu diversas modificações no decorrer do tempo em função das necessidades políticas, econômicas e sociais. Alguns países valorizam mais a utilização de atividades investigativas, como por exemplo os Estados Unidos. Já no Brasil, embora a abordagem tenha aparecido nos PCN em 1997, o ensino de ciências por investigação não está bem estabelecido, mesmo assim existem algumas instituições de ensino que dizem trabalhar com a proposta (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

Os novos panoramas de ensinar pelo método investigativo fazem críticas ao método que possui uma visão simplista e pouco reflexiva da Ciência, pregando que a investigação deve passar de meras atividades técnicas e instrumentalistas. Durante o processo, o educando deve ter oportunidade de discutir e entender as implicações sociais e políticas da ciência na sociedade, levando em consideração as controvérsias e limites da Ciência (TRÓPIA, 2011).

No ensino por investigação são levantadas discussões a cerca da natureza da ciência mostrando que a atividade científica é uma atividade humana, social e histórica que está vinculada a diferentes interesses políticos e econômicos. Trópia (2011) afirma que desta forma a atividade de ensinar Ciências por investigação possibilita que o aluno desenvolva:

[..]uma visão crítica da Ciência, as condições de produção e as implicações sociais da atividade científica, a fim de formar cidadãos que não assumam uma postura passiva frente às implicações científicas em suas vidas, mas que utilizem essas discussões para a tomada de decisões e para a construção de uma sociedade democrática (TRÓPIA, 2011, p. 133).

Continuando seu raciocínio o autor diz que a ideia de aproximar a atividade dos cientistas para o contexto da educação básica e ao ensino de Ciências assumiu diferentes posições em diferentes momentos históricos. Quando buscado na literatura encontram-se diferentes propostas para se trabalhar o ensino por investigação. García Rodríguez e Cañal de León (1995) apresentam um quadro (Quadro 1) com diferentes propostas para se trabalhar as atividades de investigação na visão de diferentes autores. Todas elas devem iniciar com um problema.

Quadro 1 - Resumo analítico das propostas de ensino por investigação apresentadas por García Rodríguez e Cañal de León.

(Continua)

Momentos do processo	Del Carmen (1988)	Olvera (1992)	Zabala (1992)	Gil (1993)	García (1993)
Escolha do objeto de estudo e do problema	Planejamento e classificação do problema	Escolha do objeto de estudo	Motivação, explicação das perguntas	Situação problemática Definição do problema	Contato inicial. Formulação do problema
Apresentação das ideias dos alunos. Elaboração de hipóteses	Definição da hipótese de trabalho	Definição da hipótese	Hipóteses, respostas intuitivas	Construção de modelos de hipóteses testáveis	Interação com as informações dos alunos
Planejamento da investigação	Planejamento da investigação e instrumentos	Planejamento da investigação	Fontes de informação, recolha de dados	Elaboração da estratégia de constatação da hipótese	criação da estratégia para incorporar novas informações
Novas informações	Aplicação dos instrumentos de Investigação	Materiais e instrumentos de investigação	Coleta de dados	Realização das atividades	Interação da informação nova e pré-existente
Interpretação dos resultados e conclusões	Comunicação, discussão e avaliação	Comunicação da investigação. Publicação do trabalho	Seleção, classificação dos dados e conclusões	Interpretação dos resultados, relação hipótese e corpo teórico	Elaboração da informação existente. Recapitulação
Comunicação dos resultados			divulgação	Comunicação intercambio entre equipes	
Revisão e síntese	Síntese. Identificação de modelos explicativos			Síntese, esquemas, mapas conceituais	

(Conclusão)

Momentos do processo	Del Carmen (1988)	Olvera (1992)	Zabala (1992)	Gil (1993)	García (1993)
Aplicação a novas situações			generalização	Possibilidade de aplicações e técnicas	Aplicações e generalizações .
metacognição					Reflexões sobre o processo
Atuação no meio		Propostas de intervenção, ações			

Fonte: García Rodríguez e Cañal de León, 1995. p. 12 (tradução nossa).

Analisando o quadro, é possível observar que existem muitos pontos semelhantes entre as propostas. Aparentemente existe um consenso entre os autores: para haver investigação é necessário um problema inicial que fomenta a elaboração da hipótese, que irá auxiliar na elaboração do procedimento e realização da atividade para coleta e interpretação dos dados e pôr fim a elaboração da conclusão com a devida atenção para a comunicação dos resultados.

1.3.1 Método investigativo teórico

O método investigativo teórico consiste na proposição de um problema para que os alunos proponham hipóteses para sua solução. Seu objetivo é fazer com que os alunos, na presença de uma problemática, apliquem os conceitos aprendidos anteriormente. Cabe ao aluno decidir quais conceitos (aprendidos na escola ou fora dela) são importantes e devem ser usados para a resolução dessa problemática. Esse exercício não deve ser confundido como um simples exercício no qual se pede a explicação e fixação de conceitos, pois nesse momento o aluno tem oportunidade de aprender a pensar, desenvolvendo o raciocínio lógico e o espírito científico proposto por Bachelard (KASSEBOEHMER; HARTWIG; FERREIRA, 2015).

O método teórico se diferencia do prático devido à ênfase no processo de elaboração de hipótese (KASSEBOEHMER; FERREIRA, 2013). Mesmo em uma aula teórica o aluno é desafiado a desenvolver uma estratégia e participa de forma ativa do processo de aprendizagem. Como discutido por Kasseboehmer (2012), a participação nesse tipo de atividade proporciona

aos alunos o interesse para imersão em problemas científicos, bem como na aprendizagem das ciências. Além de trabalhar a motivação, ela também funciona como indicador de diferentes concepções alternativas dos estudantes.

Diante de uma problemática, o aluno pode vivenciar a prática científica. Hodson ¹(apud PRAIA; CACHAPUZ; GIL-PÉREZ, 2002) sugere que ela pode ser dividida em três etapas: criação, validação e incorporação de conhecimentos, correspondente consequentemente à elaboração de hipóteses, aos testes da mesma e processo de aceitação e registro do conhecimento produzido.

A hipótese intervém ativamente, desempenhando um importante papel na construção do conhecimento científico... A hipótese tem um papel de articulação e de diálogo entre as teorias, as observações e as experimentações, servindo de guia à própria investigação. Condiciona fortemente os dados a obter num percurso descontínuo, ainda que balizado por um fundo teórico que lhe dá plausibilidade, intervindo ativamente nas explicações posteriores dos resultados (PRAIA; CACHAPUZ; GIL-PÉREZ, 2002 p. 254).

A elaboração de uma hipótese não é caracterizada por ser tarefa simples e fácil. Para Praia, Cachapuz e Gil-Pérez (2002, p. 255), “*Trata-se de uma perspectiva que exige dos alunos grande capacidade criativa, assim como um bom fundo teórico e espírito crítico*”. Na visão da busca pela evolução do espírito científico de Bachelard (1996), a hipótese se mostra como o início do pensamento científico após se defrontar com um problema. Nesse momento o ser demonstra seu espírito, apresenta sua forma de pensar e coerência de raciocínio equivalente ao seu estado de espírito.

1.3.2 Método investigativo prático

O método prático refere-se à proposição de um problema para que os alunos elaborem um procedimento experimental que o solucione. Os alunos elaboram um roteiro baseado em seus conhecimentos e têm a liberdade de elaborar e testar seu o experimento mesmo se for diferente da literatura. Essa é uma oportunidade para o aluno combinar os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais.

¹ HODSON, D. Filosofía de la Ciencia y educación científica. In: R. PORLÁN, J. E. GARCIA & P. CAÑAL (Compilads.). **Constructivismo y Enseñanza de las Ciencias**. Sevilla: Diada Editoras. 1988. p. 7 - 22.

Ferreira, Hartwig e Oliveira (2010) discutem que diferente das práticas com roteiros, o exercício de elaboração de relatório demonstra as diferentes concepções dos alunos ao mesmo tempo que contribui para o aprendizado de Ciências. A prática de resolver problemas elaborando e testando hipóteses faz com que o aluno vivencie o trabalho realizado pelos cientistas, promovendo a utilização dos conteúdos conceituais e procedimentais, bem como um real significado para o exercício "*do que fazer e o porquê fazer*" (FERREIRA; HARTWIG; OLIVEIRA, 2010, p. 106) enquanto o mesmo exercita a reflexão de suas atividades e resoluções.

KASSEBOEHMER, HARTWIG e FERREIRA (2015, p.65), discutem uma síntese para as três etapas da prática científica:

- a) Elaboração de hipótese: São ideias transitórias que são construídas buscando a solução para o suposto problema, são elaboradas de forma coerente com suporte teórico.
- b) Elaboração de estratégias para verificar a coerência das hipóteses: momento de elaboração das estratégias para validação ou negação da hipótese inicial, pode terminar gerando novas hipóteses e novos experimentos.
- c) Discussão coletiva: momento em que as hipóteses são apresentadas e discutidas para a comunidade, culminando na aceitação ou negação.

KASSEBOEHMER, HARTWIG e FERREIRA (2015, p. 123) explicam que o método investigativo prático pode ser aplicado em diferentes níveis de abertura do experimento.

Kasseboehmer, Hartwig e Ferreira (2015, p. 123) explicam que o método investigativo prático pode ser aplicado em diferentes níveis de abertura do experimento (Tabela 1).

Quadro 2 - Níveis de abertura de acordo com a participação dos alunos.

Nível	Problemas	Materiais	Procedimentos	Coleta e Análise de Dados	Conclusões
Nível 0	Dados	Dados	Dados	Dados	Dadas
Nível 1	Dados	Dados	Dados	Dados	Em aberto
Nível 2	Dados	Dados	Dados	Em aberto	Em aberto
Nível 3	Dados	Dados	Em aberto	Em aberto	Em aberto
Nível 4	Dados	Em aberto	Em aberto	Em aberto	Em aberto

Fonte: Kasseboehmer, Hartwig e Ferreira, 2015, p. 123

1.6 Clube de ciências

Um Clube de Ciências pode ser definido, segundo Mancuso, Lima e Bandeira (1996), como um grupo reunido com interesses comuns em estudar e discutir ideias buscando a produção de conhecimentos (nesse caso, sobre ciências).

Considerando a importância do erro, das concepções prévias e outros obstáculos na educação, o “Clube de Ciências” parece uma boa estratégia para o desenvolvimento do espírito científico dos alunos de ensino médio. Segundo Alves (2012), o Clube de Ciências trabalha habilidades e atitudes o que favorece o desenvolvimento de competências. Suas atividades propiciam ao aluno a oportunidade de refletir, pesquisar, participar ativamente de atividades, criticar e investigar, que contribuem para o desenvolvimento do senso crítico, autonomia e motivação. A participação ativa nas atividades do Clube de Ciências cativa os estudantes e desperta o interesse pela ciência em contraponto à forma tradicional da escola que parece tediosa e nada motivadora como é possível notar no relato de um participante do Clube de Ciências da Ilha de Cotijuba.

“Eu gosto do clube... eles fazem a gente pensar, raciocinar, porque muitas vezes na escola jogam o conteúdo em cima da gente, a gente só faz ler aquilo, praticamente gravar, nem estuda, só faz gravar aquilo. Aqui eles fazem a gente pensar, iniciar uma pesquisa. Cada descoberta é uma alegria” (ALVES, 2012, p. 102).

O Clube de Ciências oferece oportunidade para os participantes de vivenciar a experimentação e, segundo Guzzi (2014), a liberdade e confiança proporcionadas aos alunos em atividades experimentais, onde eles podem participar de forma ativa, contribuem para promover autonomia e ganho de autoconfiança, como pode ser observado no relato de um entrevistado que participou de atividades experimentais:

“Era um laboratório onde a gente podia participar, a gente podia fazer experimentos, a gente podia pegar naqueles vidros todos que a gente achava incríveis, era como se eles tivessem depositando uma confiança muito grande na gente, porque na escola o que a gente ouvia, era cuidado!”, “não encosta!”, “não põe a mão!”, “vai quebrar!”...Era uma vidraria cara, e eu me lembro que o monitor mostrou: “Olha, a gente tem três tipos de condensadores, esse aqui é reto, tem um que é sinuoso, tem um que tem uma espiral dentro, esse é o mais eficiente...”, e ele deixou que a gente montasse” isso teve um impacto para autoestima de todo mundo”(DE GUZZI, 2014, p. 103).

De Prá e Tomio (2014) discutem o aumento nas publicações de artigos relacionados a Clubes de Ciências nos últimos anos. As autoras encontraram em sua busca nas bases de dados

online, 10 artigos publicados em periódicos, visto que o primeiro trabalho encontrado é do ano de 1993. O maior número de artigos publicados em periódicos foi no ano de 2012, com quatro trabalhos. Embora exista um aumento nas publicações sobre Clubes de Ciências, De Prá e Tomio (2014) apontam a não existência de um coletivo de pesquisadores sobre o tema e destacam a diversidade de autores que não possuem periodicidade nas publicações.

Quando comparado os objetivos das pesquisas sobre Clube de Ciências De Prá e Tomio (2014) interpretam que:

Embora o Clube de Ciências seja o objeto de estudo em comum das pesquisas, ele é concebido como um lugar para a educação científica, e, portanto, neste espaço são investigadas diferentes problemáticas do ensino de Ciências (pesquisas sobre linguagem; concepções alternativas; formação de professores, história da ciência; alfabetização científica, entre outros). Essa diversidade de objetivos evidencia o Clube de Ciências como um espaço promissor para pesquisa na área de ensino de Ciências (DE PRÁ E TOMIO, 2014, p. 201).

O Clube de Ciências mostra-se um espaço que pode ser mais explorado em termos de pesquisa.

Sendo assim, a questão de pesquisa do presente trabalho foi “qual a contribuição de um Clube de Química para a formação do espírito científico?”

CAPÍTULO 2

2 QUESTÃO DE PESQUISA E OBJETIVOS

Neste capítulo será discutido a questão de pesquisa que orientou este trabalho, os objetivos e os procedimentos metodológicos adotados para condução da pesquisa. Também será apresentado o estudo piloto que precedeu a pesquisa e uma caracterização dos sujeitos de pesquisa.

2.1 Questão de pesquisa

Os argumentos apresentados no capítulo 1 reforçam a ideia da presente pesquisa, de que um Clube de Ciências possui fatores levantados por Bachelard (1996) e as condições apresentadas por Kasseboehmer e Ferreira (2013) que são necessários para a formação do espírito científico.

Diante das explicações e norteado pelo estudo da formação do espírito científico discutido por Bachelard (1996) apresenta-se questão que orientou esta pesquisa:

- Qual a contribuição de um Clube de Química para a formação do espírito científico?

2.2 Objetivo

A presente pesquisa teve por objetivo geral, avaliar a contribuição de um clube de química para formação do espírito científico de alunos do Ensino Médio.

Os objetivos e metas específicas foram:

- Selecionar e transformar experimentos presentes em livros didáticos em atividades investigativas;
- Construir instrumentos de coleta de dados;
- Elaborar atividades investigativas;
- Montar o cronograma do Clube de Química;
- Selecionar alunos de ensino médio para participar das atividades;
- Fazer um estudo piloto;

- Avaliar os resultados do estudo piloto e modificar o cronograma do Clube de Química;
- Oferecer o Clube de Química para alunos do ensino médio;
- Realizar uma avaliação prévia dos participantes;
- Aplicar as atividades investigativas em um Clube de Química;
- Avaliar a contribuição do Clube para o desenvolvimento do espírito científico dos participantes.

3 METODOLOGIA

Foi escolhido trabalhar com a pesquisa qualitativa devido ao fato de ela possibilitar o aprofundamento no estudo sobre a formação do espírito científico procurando entender o contexto, a forma e o porquê de como as coisas acontecem. Esse tipo de pesquisa se apresenta como mais adequado ao se trabalhar com questões educacionais. Lüdke e André (1986) discutem que a pesquisa qualitativa é a mais apropriada para situações em que alguns dos temas levantados apresentem variáveis complexas.

O investigador qualitativo na pesquisa em educação deve entender e ter consciência dos fatores que influenciam os fenômenos em questão. Bogdan e Biklen (1994) comentam que para isso o investigador deve questionar continuamente o sujeito de investigação, a procura de compreender suas experiências, a forma que eles a interpretam e a maneira que eles estruturam seu mundo social.

Optou-se ainda por utilizar o método do estudo de caso porque o desenvolvimento do espírito científico envolve muitas variáveis e foi pouco explorado na literatura tornando este um estudo complexo. Observando os objetivos da pesquisa e os meios para realizá-la, esta estratégia com sua característica de delineamento pluralista, no tipo estudo de campo, pode ser a melhor estratégia para cumprir o objetivo da pesquisa. Segundo Gil (2009, p. 5), *“o estudo de caso, assim como o experimento e levantamento, indica princípios e regras a serem observados ao longo de todo o processo de investigação”*. Continuando, o autor discute sobre as etapas que envolvem um estudo de caso: *“a formulação e delimitação do problema, da seleção da amostra, da determinação dos procedimentos para coleta e análise de dados, bem como dos modelos para sua interpretação”*. Baseado na interpretação de Gil (2009) decidiu-se trabalhar com esse método para aprofundar o estudo sobre como investigar o desenvolvimento do espírito científico em estudantes.

3.1 Estudo piloto

O estudo piloto, que pode ser considerado uma mini versão do estudo completo, tem por objetivo testar e avaliar os instrumentos adotados, verificar e aperfeiçoar a metodologia e planejamento da pesquisa, ajudando na elaboração do protocolo de investigação (CANHOTA, 2008). Por isso antes da pesquisa foi realizado um estudo piloto afim de encontrar pontos fracos e melhor planejar as atividades, o cronograma do clube e os instrumentos de coleta de dados.

Para realização do estudo piloto foi desenvolvido um Clube de Química com bolsistas do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID/CAPES) do Instituto de Química de São Carlos e alunos da disciplina de estágio supervisionado de química do Curso de Licenciatura em Ciências Exatas – habilitação Química como tutores. As atividades do clube ocorreram no Museu da Ciência “Professor Mário Tolentino”, localizado na cidade de São Carlos, interior de São Paulo.

O estudo teve nove encontros e no último deles foi realizada uma feira de ciências na Praça Coronel Salles no centro da cidade. A feira ocorreu ao ar livre e os alunos do Clube apresentaram vários experimentos para a população.

As atividades elaboradas para o Clube foram desenvolvidas segundo os níveis de abertura do experimento para o aluno, adaptados de Kasseboehmer, Hartwig e Ferreira (2015), em que os alunos possuem liberdade para elaborar a:

Nível 1 – Conclusão

Nível 2 – Coleta de dados e conclusões

Nível 3 – Procedimento, coleta de dados e conclusões

Nível 4 – Escolha dos materiais a serem utilizados, do procedimento adotado, a coleta e análise dos dados e as conclusões.

Para o desenvolvimento do Clube, foi escolhido inicialmente preparar os alunos para as atividades de nível 4 de abertura do experimento. Então, foram trabalhadas uma atividade nível 1, outra de nível 2 e duas de nível 3. No total foram quatro atividades de nível 4 de abertura do experimento. Os estagiários, tutores do Clube, tiveram liberdade para escolher as atividades práticas que seriam desenvolvidas com os alunos desde que respeitassem os níveis de abertura dos experimentos. Essa escolha foi feita para que os tutores, futuros professores de Química, pudessem aprender a tomar decisões sobre o ensino de Química não se restringindo a meros executores de planos de aula.

3.1.1 Resultados do Estudo Piloto

Após a divulgação realizada nas escolas públicas de São Carlos, o Clube de Química teve um total de 34 inscrições de diferentes escolas públicas da cidade. Mas de fato apenas 16 alunos iniciaram sua participação no Clube e apenas 12 ficaram até o final do estudo.

Pode-se dizer que o Clube de Química teve um número alto de interessados em participar das atividades relacionadas à Química, considerando-se que a divulgação teve duração de um pouco mais de um mês. Foram visitadas cinco escolas nas turmas dos primeiros e segundos anos do ensino médio. Se fosse comparado com o total da divulgação, o número de inscritos talvez represente menos que 5% de todos os alunos que tiveram a oportunidade de se inscrever. Quando comparado com o total de alunos que concluíram a participação no Clube, esse número chegou a 12 alunos, ou seja, menos de 2,5% dos alunos dos primeiros anos do ensino médio teve interesse em atividades relacionadas a disciplina de química. Essa procura pode reforçar a importância na realização de atividades que despertem o interesse ou desmistifiquem a Química.

3.1.2 Questionário inicial

O questionário inicial aplicado encontra-se em anexo (APÊNDICE I). Ao todo, 16 alunos responderam o questionário inicial. Nas questões A, B, C, buscou-se compreender o nível de abstração que o aluno pode chegar. Ou seja, se ele consegue fazer referência ao nível submicroscópico para explicar alguns fenômenos, como a combustão, oxidação do ferro e evaporação da água. Dos 16 alunos que responderam à questão, quatro fizeram corretamente e considerando o nível submicroscópico, mas apenas na questão que tratava do fenômeno de evaporação da água. Nas questões sobre combustão e oxidação do ferro, nove em cada questão explicaram parcialmente o fenômeno. Dois não conseguiram responder corretamente à questão de evaporação da água e cinco nas de combustão e oxidação. Um deixou em branco apenas a questão sobre a evaporação. No Quadro 3 são apresentados alguns exemplos das respostas produzidas pelos alunos.

Quadro 3- Relação de respostas obtidas no questionário inicial.

Categoria	Número de respostas	Exemplo
corretamente e considerando o nível submicroscópico	4	“Está ocorrendo a evaporação. Os átomos se agitam assim fazendo a evaporação.”
explicaram parcialmente o fenômeno	30	“Isso seria o processo de aquecimento da água (ebulição).”
Resposta incorreta	13	“Moléculas se reagindo.”

Todos os alunos apresentaram algum obstáculo epistemológico e poucos chegaram a utilizar o mundo submicroscópico em suas explicações.

No questionário inicial também foi fornecido um texto e solicitado ao aluno que elaborasse perguntas sobre ele. Dos 16 respondentes, sete apresentaram perguntas. Quatro fizeram perguntas mais elaboradas, por exemplo:

“Quais são as maiores dificuldades de chegar ao determinado nível (de aprendizado, estudo, construção) e fazer que esteja correto?”

“Na opinião de vocês o que poderia trazer benefícios para a área e produção de metais?”

Outros três apresentaram perguntas que podem ser consideradas simples como ilustrado nos exemplos abaixo.

“O processo é rápido ou demorado?”

“E como você vai fazer isso?”

Ao serem questionados sobre o que eles fazem quando ficam curiosos com algo novo, todos os alunos disseram que realizam pesquisas para sanar sua curiosidade e 15 alunos responderam que consideram importante fazer perguntas, relacionando com a curiosidade e o aprendizado de novo conteúdo.

Com o questionário inicial foi possível observar que os alunos ainda buscam explicações macroscópicas para os fenômenos e embora escrevam que é importante fazer perguntas, poucos conseguiram desenvolver questões mais elaboradas. Mostrando que a maioria se encontra no estado concreto das leis dos estados para o espírito científico.

3.1.3 Atividades

No estudo-piloto, foram aplicadas 7 atividades. Após aplicação das atividades investigativas, foi possível chegar à conclusão de que não era necessário trabalhar uma atividade de nível 1, pois no nível 2, o aluno trabalha a análise e coleta dos dados junto com a elaboração das conclusões.

Ao aplicar as atividades no estudo piloto, ficou claro que quando os alunos têm liberdade de propor um experimento para testar suas hipóteses e de manusear instrumentos de laboratório, isso estimula a sua motivação e os tornam mais ativos. Foi possível inferir, com as observações do estudo piloto, que a sugestão dos alunos, na maior parte das práticas, é no nível do procedimento, o que muitas vezes pode ser um mero “chute”, que pode transformar a atividade em um jogo de tentativa e erro, por não ter tanto embasamento teórico. Isso gerou certa preocupação, pois ao trabalhar com método investigativo prático existe a possibilidade da atividade se restringir a questões técnicas, sem nem ao menos chegar na ciência em questão. Isso prejudicaria a formação do espírito científico. Muitas vezes, os alunos se limitam a apenas observar o macroscópico, esquecendo que atrás dele ocorrem vários fenômenos microscópicos e que a resolução pode vir sem, ao menos, o aluno pensar nos fenômenos e teorias que a problemática pode contemplar.

Uma possibilidade para preencher essa lacuna seria a aplicação do método investigativo teórico. Por pautar-se na elaboração de hipóteses em nível conceitual, os alunos necessariamente deveriam refletir teoricamente sobre o problema antes de participar de uma atividade prática. No entanto, as atividades teóricas podem apresentar dificuldade no ponto de vista da motivação no caso de um Clube de Química. Ao restringir a participação ao campo das ideias, os alunos podem ficar entediados ou se frustrarem por não participar de atividades práticas.

Assim sendo, uma hipótese que pode ser levantada para contribuir para a formação do espírito científico de participantes de um Clube de Química é que os dois métodos podem se completar, reduzindo as possíveis lacunas e pontos negativos de cada abordagem. O método teórico por ser inteiro no nível microscópico, faz com que o estudante reflita os fenômenos e teorias enquanto o método prático possibilita a aplicação e teste dos seus conhecimentos, além de aumentar a motivação de grande parte dos alunos. . Bachelard (2009) em seu livro “A filosofia do não” discute sobre a importância da relação entre a teoria e o experimento,

Um empirismo sem leis claras, sem leis coordenadas, sem leis dedutivas não pode ser pensado nem ensinado; um racionalismo sem provas palpáveis, sem aplicação à realidade imediata não pode convencer plenamente. O valor de uma lei empírica prova-se fazendo dela a base de um raciocínio. Legitima-se um raciocínio fazendo dele a base de uma experiência (BACHELARD, 2009, p. 11).

Feito essa reflexão, foi proposta a criação de novas atividades a serem trabalhadas na pesquisa, que foram chamadas de método investigativo teórico-prático. Então, foram produzidas sete atividades investigativas teórico-práticas baseadas nas atividades experimentais

encontradas nos livros didáticos aprovados no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2015.

3.1.4 Questionário final

O questionário final não foi aplicado em virtude de as atividades propostas pelos estagiários terem sido diferentes entre si. Para a coleta de dados, será produzido um questionário final envolvendo conceitos desenvolvidos no Clube de Química.

3.1.5 Instrumentos de coleta de dados

A realização do estudo piloto possibilitou a verificação, reformulação e validação dos instrumentos de coleta de dados. Durante as atividades ficou clara a necessidade de um instrumento para auxiliar as observações diárias, relacionadas a cada atividade. Ainda, foi escolhido adotar um questionário pós-prática, que possibilite compreender o interesse e a quantidade e qualidade das perguntas realizadas pelos alunos, e que possibilitasse medir a clareza e o raciocínio do aluno na atividade. O questionário pós-prática encontra-se em anexo (APÊNDICE J). O roteiro de observação e o de entrevista estão em anexo (APÊNDICES K e L).

3.2 Elaboração das atividades investigativas

Em paralelo ao desenvolvimento do estudo-piloto, foram elaboradas sete atividades investigativas de nível 4 de abertura do experimento, em que o participante possui liberdade para escolha dos materiais a serem utilizados, do procedimento adotado, a coleta e análise de dados e as conclusões.

A partir das observações do Clube de Química em andamento, optou-se por preparar atividades investigativas teórico-práticas. Assim, as atividades ficaram constituídas da Parte 1, aplicação do método investigativo teórico, e a Parte 2, para a execução do método investigativo prático. Ambas as partes abordariam problemas relacionados a um mesmo conceito, contexto ou fenômeno. O objetivo dessa união dos dois tipos de método investigativo foi incentivar os alunos a discutirem mais sobre os fenômenos e as possíveis hipóteses antes de executarem o experimento.

As folhas de atividades teórico-prática encontram-se em anexo (APÊNDICES A-G). Na primeira parte há uma breve contextualização e introdução à investigação teórica com a problematização de um fenômeno. É solicitado ao estudante que elabore uma explicação para o fenômeno em destaque utilizando seus conhecimentos e conceitos científicos. São oferecidas pistas para o estudante, que poderia solicitá-las ao tutor do Clube conforme sintam necessidade. Após resolver a problemática ele deverá explicar o raciocínio que utilizou para elaborar sua explicação. A estrutura da Parte 1, teórica, segue a sistemática das atividades descritas em Kasseboehmer e Ferreira (2013).

Na segunda parte é apresentada outra problemática no mesmo contexto da Parte 1. Nesse momento, o estudante deve elaborar uma hipótese e um procedimento experimental podendo utilizar qualquer material da lista de materiais contida em sua atividade. Para realização da atividade na folha constam algumas informações que auxiliam na resolução da problemática.

3.3 Clube de Química

Após a conclusão da elaboração das atividades de investigação, foi elaborado o cronograma das atividades do Clube que se encontra em anexo (APÊNDICE B). Para elaboração do cronograma foi levada em consideração a quantidade de atividades de níveis dois e três de abertura julgadas necessárias para preparar os alunos para as atividades de nível quatro. Após o estudo piloto percebeu-se ser necessário que os alunos vivenciem pelo menos duas atividades de nível dois e uma atividade de nível três para então começarem a participar de atividades de nível 4 de abertura.

O Clube de Química foi planejado para ser um espaço onde os alunos do ensino médio poderiam participar de atividades investigativas teóricas e práticas, com liberdade para refletir, elaborar hipóteses, discutir e testar suas ideias. O Clube promoveu um ambiente didático e dinâmico onde o mediador acompanhou os alunos nas validações de suas hipóteses através do diálogo e observação, estimulando a discussão entre os “pares” (participantes) e os grupos, a ideia foi que os participantes se sentissem cientistas vivenciando o método científico e ao realizar a validação de suas hipóteses.

No Clube de Química os alunos trabalhavam individualmente e em grupos pequenos de 2 alunos. As atividades foram baseadas no método investigativo onde os participantes tiveram total liberdade para iniciar discussões, expor seus pensamentos, hipóteses e conclusões sobre os problemas trabalhados nas atividades. O Clube foi um espaço onde as pessoas podiam expor suas ideias e testá-las, e que juntos (mediadores e alunos) discutiam e chegavam nas conclusões.

As atividades do Clube tiveram duração de 2 horas e 30 minutos, sem intervalo, ocorrendo uma vez por semana às quintas-feiras. A duração do Clube foi de nove encontros. As atividades investigativas criadas para o Clube foram elaboradas de forma que o aluno vivenciasse a simulação do trabalho do cientista, em que era apresentado para o estudante um problema aberto o suficiente para levantar diferenças de opinião ou por propiciar espaço para o erro, fazendo com que o aluno tivesse um momento de reflexão para buscar uma explicação plausível, tendo espaço para elaborar e testar suas hipóteses, ao mesmo tempo, possuindo a liberdade para expor e debater suas ideias e resultados com os demais participantes.

Inicialmente o Clube de Química deveria ocorrer na escola estadual Doutor Pirajá da Silva, localizada na cidade de Ribeirão Bonito, estado de São Paulo. Essa escola foi escolhida, após um professor da mesma comentar que realizava oficinas relacionadas a disciplina de química em horários extraclasse e nas aulas de trabalho pedagógico coletivo (ATPC). Segundo o professor havia muito alunos interessados em participar de atividades desse tipo. Diante dessas informações, essa escola parecia ter um bom potencial para realização do Clube, como os alunos participavam por vontade própria, ela se mostrava um bom espaço para sistematizar um Clube com uma questão de pesquisa.

Após aprovação do professor, foi realizada divulgação nas turmas de primeiro e segundo ano do ensino médio. A divulgação consistia em uma explicação do que seria um Clube de Química, como seria seu funcionamento e buscava encontrar alunos interessados em participar de atividades e discussões sobre ciência. Em resultado da divulgação 17 alunos ficaram interessados em participar das atividades do Clube.

No decorrer do Clube, percebeu-se que poucos alunos eram assíduos, e em cada encontro novos alunos apareciam, o que dificultou o cumprimento do cronograma. O Clube de Ribeirão Bonito teve início em agosto de 2016 e ocorreu até novembro do mesmo ano. Nesse tempo apenas dois alunos dos dezessete tinham participado de uma quantidade mínima das atividades. Por causa desses infortúnios que poderiam prejudicar a pesquisa, no mês de setembro optou-se por criar um novo Clube de Química na cidade de São Carlos com novos alunos.

Foi realizada uma nova divulgação nas escolas de São Carlos, que resultou em 10 alunos interessados em participar das atividades do Clube de Química. O Clube de química de São Carlos começou suas atividades utilizando o espaço do laboratório de química do Centro de Divulgação Científica e Cultural da Universidade de São Paulo (CDCC/USP), onde ocorreu um total de dois encontros. Devido ao motivo dos alunos terem problemas em participar do Clube no dia da semana (sexta-feira), o dia e horário das atividades teve de ser alterado. Como o único

dia que o laboratório do CDCC estava disponível para atividades do Clube eram as sextas-feiras, o local onde as atividades iriam ocorrer foi alterado para o Laboratório de Investigações em Ensino de Ciências Naturais (LINECIN/USP), localizado no campus 1 da USP São Carlos, onde ocorreram os últimos sete encontros conforme o cronograma abaixo.

No total, foram trabalhadas atividades com 10 alunos e, destes, 8 alunos participaram até o final do Clube e puderam ser considerados sujeitos de pesquisa.

Quadro 4- Cronograma dos encontros do Clube de Química

Encontros	Semana	Data	Plano de aplicação
1	1º	04/10	Uma atividade experimental de nível 2
2	2º	11/10	Uma Atividade experimental de nível 2 Uma Atividade experimental de nível 3
3	3º	18/10	Atividade teórico-prática 1
4	4º	25/10	Atividade teórico-prática 2
5	1º	01/11	Atividade teórico-prática 3
6	2º	08/11	Atividade teórico-prática 4
7	3º	15/11	Atividade teórico-prática 5
8	4º	22/11	Atividade teórico-prática 6
9	5º	29/11	Atividade teórico-prática 7

3.4 Caracterização dos sujeitos de pesquisa

O Clube de Química definitivo começou com dez alunos de ensino médio, dos quais oito participaram até a conclusão das atividades. Dos participantes, um estudava na escola técnica estadual Paulino Botelho, que é uma escola conceituada pelo seu ensino médio e técnico, a escola existe desde 1934 e está localizada próximo ao centro da cidade. O aluno já havia vivenciado atividades de laboratório e cursava curso técnico junto com ensino médio. Outro participante veio da escola estadual Jardim dos Coqueiros, localizada em um bairro mais distante do centro da cidade, com um público mais carente que as outras escolas. O interesse do participante surgiu ao participar de palestras de divulgação científicas oferecidas em um projeto do LINECIN/USP, o participante admitiu nunca ter oportunidade de participar de aulas de laboratório, que já havia reprovado e estava cursando pela segunda vez a segunda série do

ensino médio e ao participar de projetos de divulgação científica descobriu ter interesse por temas que tratam de ciências.

Os outros oito participantes vieram da escola do SESI (Serviço Social da Indústria), caracterizada pela educação profissional técnica de nível médio, trata-se de uma escola particular, que é frequentada em sua maioria por alunos de uma classe social um pouco mais privilegiada que o das outras escolas. O professor de química dessa escola já tinha trabalhado com seus alunos atividades investigativas práticas e talvez isso tenha ajudado a despertar o interesse em participar do Clube de Química.

3.5 Instrumentos de coleta de dados

Para coleta de dados foi estipulado no projeto a triangulação com os seguintes instrumentos:

- A. Questionários: Foi aplicado um questionário no início (APÊNDICE C) e no final do clube para avaliar a formação do espírito científico. Também foi aplicado um questionário após cada atividade (APÊNDICE D), avaliando o interesse e a formação do espírito científico.

Antes de qualquer atividade foi aplicado um questionário inicial e depois foi aplicado novamente após todas as atividades do Clube, com o intuito de avaliar se houve alguma alteração no espírito científico dos alunos.

Depois de cada atividade foi aplicado um questionário pós atividade que buscava avaliar o interesse e a quantidade e qualidade de perguntas que os participantes haviam realizado naquela prática buscando indícios de mudanças no espírito científico dos participantes.

- B. Observação: Foi observada a participação dos alunos durante os encontros do Clube, com a finalidade de encontrar possíveis transformações em suas atitudes referentes ao seu espírito científico, mediante um roteiro;

Para observação foi elaborado um roteiro (APÊNDICE K) que era preenchido após cada encontro do Clube. O roteiro está dividido em duas partes, na primeira é referente aos grupos, com questões sobre comportamento, os questionamentos e as explicações dos fenômenos e hipóteses. A segunda parte do roteiro diz respeito às observações individuais para cada aluno, sendo três perguntas: “Houve progresso no desenvolvimento do espírito científico?”, “houve regressões? Pode-se supor quando e por que ocorreram?” e “Como era sua participação (questionamentos, discussão e interação) no início do Clube e como é agora?” O roteiro serviu

como instrumento para medir o progresso dos estudantes e também tem função de medir o regresso e entender o porquê ocorreu.

C. Entrevista com os professores dos alunos: Os professores foram entrevistados com a finalidade de saber se de fato ocorreu mudança nas atitudes dos alunos durante as aulas.

A entrevista com o professor de química dos alunos ocorreu fora do horário de aula e se dispôs a ir ao LINECIN para realizar a entrevista. A entrevista foi do tipo semiestruturada composta de oito questões que buscam avaliar se o professor notou alguma mudança nos alunos durante as aulas, após a participação no Clube de Química

3.6 Análise dos dados

A análise dos dados será restrita às respostas dos alunos para as atividades investigativas de nível 4 por ser o momento em que eles começam a elaborar hipóteses de forma mais espontânea. De acordo com o referencial teórico foi levantado os principais aspectos que deveriam ser analisados nas atividades que envolviam as leis dos três estados para o espírito científico de Bachelard (1996). Algumas referências auxiliaram na criação do mapa, como as operações epistemológicas propostas por Jiménez-Aleixandre, Bugallo Rodríguez e Duschl (2000), do quadro utilizado por De Souza e Marcondes (2013) para classificar as categorias de análise dos seus dados e da ideia dos indicadores citados por Sasseron e Carvalho (2008). Embora esses referenciais não trabalhem o espírito científico a forma utilizada para categorizar seus dados se mostrou útil para a observação do desenvolvimento do espírito científico.

Na parte 1 – teórico, procurou-se avaliar a explicação e o raciocínio verificando como os alunos escreviam os termos científicos e elaboravam suas hipóteses. Para isso foi observada a forma como o estudante as apresentava, se exibia características do estado concreto, como a exaltação da natureza, contentamento com as primeiras imagens e o geométrico visual. Em relação ao raciocínio, espera-se que o aluno discorra acerca de como construiu sua hipótese, se utilizou informação de outras fontes ou apenas as pistas fornecidas por exemplo. Importante ressaltar que a coerência das respostas foi avaliada com o nível escolar dos alunos. Para análise prévia as respostas foram divididas em categorias e subcategorias que se enquadravam nas leis dos três estados, para isso foi criado um quadro partindo do criado por Marcondes, De Souza e Silva (2008) para categorizar seus dados.

Quadro 5 – Descrição das categorias e subcategorias da parte 1 teórica

Categoria	Subcategoria
Coerente São declarações coerentes Com os conceitos envolvidos no fenômeno apresentado	Macroscópico Foram enquadradas nesta subcategoria as explicações corretas, mas com enfoque macroscópico
	SubMicroscópico Explicações corretas, mas com enfoque submicroscópico
Incoerente São explicações incorretas	Declarações incorretas do ponto de vista da Química, mas que mostram claramente uma forma de pensamento sobre o conceito
	Declarações confusas, desconexas que sequer poderiam ser entendidas ou classificadas

Na parte 2 – prática avaliou-se os mesmos itens da parte teórica acrescentando alguns itens, como eles escreviam as hipóteses, se elas eram coerentes ou não, quimicamente. Se de fato eles compreenderam o que é uma hipótese, o procedimento, os resultados, conclusão e como trataram a questão do erro, baseados nas definições apresentadas no item 1.3.2. buscando encontrar características das leis dos três estados de Bachelard (1996).

Para melhor analisar os aspectos levantados foi utilizado as propostas de operações epistemológicas sugeridas no instrumento de análise criado por Jiménez-Aleixandre, Bugallo Rodríguez e Duschl (2000) para análise de operações argumentativas, onde eles apresentam um conjunto de operações epistemológicas.

Quadro 6 - Operações Epistemológicas propostas por Jiménez-Aleixandre, Bugallo Rodríguez e Duschl (2000).

(Continua)

Operações Epistemológicas	
Indução	Procura por padrões, regularidades
Dedução	Identificar exemplos particulares de regras e leis
Causalidade	Relação causa-efeito, busca por mecanismos, previsão
Definição	Demonstra entendimento de um conceito
Classificação	Agrupando objetos, organismos de acordo com critérios

Operações Epistemológicas		
Apelo para	<ul style="list-style-type: none"> – Analogia – Exemplo – Atributo – Autoridade 	Apelo à analogias, instâncias e atributos como meio de explicação
Consistência	<ul style="list-style-type: none"> – Com outro conhecimento – Com experiências Compromisso com a coerência Metafísica 	Fatores de consistência, particular (com a experiência) ou geral (necessidade de explicações semelhantes)
Plausibilidade		Predicação ou avaliação do conhecimento próprio/dos outros

Fonte: Jiménez-Aleixandre; Bugallo Rodríguez; Duschl, 2000, p.768 (Tradução nossa).

Também foram levadas em conta as categorias de análise da dimensão cognitiva apresentadas por De Souza e Marcondes (2013). Em seu trabalho é apresentado um quadro com diferentes categorias classificadas em diferentes ordens cognitivas. De acordo com as autoras:

A dimensão cognitiva diz respeito aos processos mentais que estão por trás das falas dos sujeitos; detém-se nos propósitos, conteúdos e significados daquilo que é expresso oralmente. A análise das interações na dimensão cognitiva complementa e aprofunda a reflexão sobre as falas dos sujeitos. (DE SOUZA; MARCONDES, 2013 P. 101).

As respostas dos alunos foram divididas em fichas individuais para cada aluno, compostas de todas as respostas de todas as atividades. Além das respostas dos alunos a ficha contém a análise da resposta e os indícios de progresso no desenvolvimento do espírito científico do aluno em cada atividade. Foi escolhido elaborar a ficha dessa forma para facilitar a observação dos indícios de desenvolvimento do espírito científico no decorrer das respostas. As fichas criadas se encontram nos Apêndices M e N.

Com base nessas análises buscou-se por indícios de desenvolvimento do espírito científico dos alunos, considerando as leis dos três estados de Bachelard, onde no estado concreto o aluno não possui muitos domínios, possui obstáculos epistemológicos, apresenta concepções alternativas, faz explicações muito simples e rápidas. E enquanto se aproxima do estado abstrato o nível de suas explicações melhora, ele utiliza o nível submicroscópico, se torna mais crítico e trabalha melhor as informações fornecidas.

CAPÍTULO 3

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo é feita a análise e a discussão dos dados. Para análise das atividades investigativas, considerou-se as características de cada estado do espírito científico discutidos por Bachelard (1996). Para complementar as discussões foi analisada a entrevista semiestruturada e os questionários e roteiros de observações. Primeiro será apresentado uma análise dividida por atividade e em seguida uma análise por aluno.

4.1 Método investigativo teórico

No total foram aplicadas sete atividades investigativas teóricas de nível 4 durante os 9 encontros para sete alunos de três escolas da cidade de São Carlos que foram analisadas seguindo o item 3.6.

4.1.1 Atividade teórica 1

A primeira atividade solicitava ao aluno “segure firmemente por algum tempo o bulbo do termômetro de laboratório. Observe o que ocorre com a coluna do líquido”. Na folha que os estudantes receberam constavam as seguintes informações:

“Instrumento muito utilizado em laboratórios de química, física, biologia, na área de medicina e você provavelmente tem um na sua casa e já deve ter utilizado algumas vezes na sua vida. E aí, já adivinhou do que estamos falando? Isso mesmo, estamos falando do famoso termômetro! Muito utilizado quando estamos doente e precisamos descobrir se estamos com febre. Atualmente existem diferentes tipos de termômetro e hoje em dia é muito mais comum as pessoas terem termômetros digitais em suas casas, mas ainda podemos encontrar termômetros de mercúrio. O termômetro de mercúrio consiste em um tubo de vidro fino fechado a vácuo e uma pequena parte em formato de gota, em uma de suas extremidades, onde se encontra instalado o mercúrio”. (APÊNDICE A).

Então, solicitava-se ao estudante:

“Proponha um modelo para o líquido no interior do termômetro antes e depois da prática. Justifique o modelo escolhido e liste as características dele (se preferir você pode utilizar um desenho para ajudar a explicar seu modelo)”.

Dos sete alunos que participaram, três deixaram de responder a folha de investigação. Após o encontro em uma conversa com o tutor, os alunos explicaram que não responderam por se sentirem inseguros e com vergonha de apresentar alguma resposta errada. Uma possível explicação para tal fato, seria o caso de ser a primeira atividade investigativa de nível quatro que esses alunos estavam participando o que poderia justificar a insegurança e medo do erro. Como discutido por Suart e Marcondes (2009, p. 62) às vezes o aluno tem medo de arriscar uma hipótese por *“medo em responder algo diferente ao esperado pelo professor e serem advertidos”*.

Dos alunos que responderam, todos eles se mantiveram no nível macroscópico e nenhum deles apresentou a explicação científica esperada.

Dois alunos descreveram o fenômeno como por exemplo a resposta do aluno 2, apresentada a seguir:

“O líquido mudou de lugar” (Aluno 2).

Dos que responderam, dois se ativeram à questão da temperatura, mas não explicaram no nível submicroscópico o que o fenômeno significa.

Foi possível observar que todas as respostas estão caracterizadas por habilidades cognitivas de baixa ordem descritas por Suart e Marcondes (2009), como conhecer, descrever e recordar. Segundo as discussões de Bachelard (1996), essas são características de um espírito que ainda se encontra em estado intermediário ao espírito científico, pois o espírito científico deve enxergar, perceber os fenômenos e ordenar em série os acontecimentos importantes. As respostas apresentadas caracterizam o estado concreto, apresentando exaltação pelos fenômenos, limitação ao visual e as primeiras imagens do fenômeno.

A explicação ficou no campo visual dos fenômenos, em que, os alunos se preocuparam mais em descrever o observado. A ação de elaboração de uma hipótese foi apresentada na questão que solicitava o raciocínio utilizado na construção da explicação do fenômeno, mostrando que eles podem possuir dificuldade em separar o raciocínio da explicação.

Três não fizeram a questão do raciocínio, os mesmo que não responderam a explicação, um aluno continuou em questões mais concretas, limitado ao macroscópico e os outros fizeram tentativas de utilizar termos científicos, como a resposta do aluno 1 apresentada a seguir:

“Como o mercúrio é líquido em temperatura ambiente... quando ele é aquecido há aumento de temperatura e logo ele sobe pela pressão (ou os átomos se agitam)”. (Aluno 1).

4.1.2 Atividade teórica 2

A segunda atividade que foi apresentada aos alunos, envolvia conservação de massa. O texto a seguir constava na folha de investigação:

“Aline precisava tomar um remédio, o qual vinha na forma de comprimido efervescente. A caixa do medicamento dizia que cada comprimido pesava 4,85g. Então Aline pegou um copo com 100ml de água e adicionou o comprimido, rapidamente o comprimido desapareceu. Aline ficou curiosa e resolveu pesar o copo com a solução, mas ao pesar ela tomou um susto! Aline sabia que o copo pesava 100g e que a quantidade de água pesava 100g mais o peso do comprimido (4,85g), então a balança deveria marcar 204,85g, certo? Mas ao invés disso, ela estava marcando 203,5g”. (APÊNDICE B).

Então, foi solicitado aos estudantes:

“Elabore uma explicação para a diminuição da massa do sistema, utilizando conceitos químicos e considerando que não houve erro de manipulação pela Aline. (Se preferir, você pode utilizar um desenho para ajudar a explicar seu modelo)”.

Das sete explicações, cinco estudantes ficaram limitados à explicação visual do fenômeno, característica do estado concreto (BACHELARD, 1996), outros dois apresentaram termos científicos, suas respostas constam abaixo:

“Quando o comprimido entrou em contato com a água o mesmo se dissolveu (mudança física) ocorrendo a diminuição do peso” (Aluno 10).

“Ao colocar o comprimido na água, ele se dissolveu e parte dessa reação química liberou gás” (Aluno 1).

Dois alunos apresentaram concepções alternativas. Na primeira resposta o aluno responsabiliza o fenômeno de dissolução à perda de massa do sistema e a resposta do aluno 1 apresenta a confusão de que a dissolução é uma reação química. No caso do aluno 10, ele reforça a ideia de que a dissolução é a responsável pela perda de massa do sistema, quando responde o raciocínio utilizado conforme a transcrição:

“O comprimido se dissolveu e “desapareceu” e com isso consequentemente ele perdeu sua massa nessa transformação” (Aluno 10).

Mortimer e Miranda (1995) já discutiram sobre essas concepções alternativas e afirmam que *“Essa dificuldade em ultrapassar os aspectos perceptivos faz com que os alunos muitas vezes não reconheçam o papel de reagentes e produtos não tão perceptíveis”* (MORTIMER; MIRANDA, 1995, P. 23), levando para o discurso de Bachelard (1996), retrata a característica do estado concreto, onde o ser se contenta com as primeiras imagens dos fenômenos e busca explicações imediatas, sem se preocupar com o todo.

Os estudantes nem sempre reconhecem as entidades que se transformam e as que permanecem constantes, e tendem a centrar suas explicações nas mudanças perceptíveis que ocorrem com as substâncias, sequer fazendo referência às mudanças em nível atômico-molecular. (MORTIMER; MIRANDA, 1995, P. 23).

4.1.3 Atividade teórica 3

Na terceira atividade, os estudantes recebiam um balão volumétrico com uma solução e seguiam as informações contidas na folha de atividade:

"Observe o experimento atentamente. Nele, o líquido contido dentro da garrafa permanecia incolor quando em repouso e, ao agitar a garrafa, o líquido adquire a coloração azul, voltando à incolor ao ser deixado em repouso". (APÊNDICE C)

Então, era solicitado que o estudante realizasse a leitura do texto abaixo com os seus colegas para realizar a primeira parte da atividade:

“Sabemos que "na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma". Essa frase foi dita por Lavoisier no século XVII, sendo assim, fica difícil aceitar que o fenômeno observado do líquido ficar mudando sua coloração, trata-se de um truque de mágica. Para fazer esse experimento foi utilizado água, soda cáustica (NaOH), glicose (C₆H₁₂O₆) e o azul de metileno que é um indicador”.

Após, essa etapa era solicitado ao aluno que elaborasse uma hipótese utilizando seus conhecimentos, para o fenômeno de mudança de cor da solução, caso julgasse necessário ele poderia utilizar um desenho para auxiliar a explicar seu modelo.

Dos sete alunos, quatro participaram dessa atividade. Dois dos quatro, não fizeram a relação do fenômeno com uma reação química, mesmo com informações do tipo “Sabemos que “na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma” e pistas como “Pense sobre as evidências de reação”, mostrando que os estudantes não levaram em conta as informações fornecidas e se basearam nas impressões primeiras do fenômeno, como é ilustrado a seguir:

“Quando as moléculas de metileno azul são adicionadas a mistura elas ficam espalhadas e se dissolvem na água alterando sua cor. Quando não existe movimento essas moléculas se concentram na parte do fundo do patê perdendo a intensidade da cor azul. Quando o pote é balançado essas moléculas se agitam e voltam a se concentrar no pote todo, voltando a sua concentração de azul” (Aluno 3).

Embora a explicação seja coerente, é importante lembrar que se trata de uma primeira impressão sobre o fenômeno, e para o desenvolvimento do espírito científico existe a necessidade de rompimento dessas impressões e a busca por explicações mais fortes e bem estruturadas (BACHELARD, 1996).

Os quatro alunos citam termos científicos, mas apenas dois deles fazem relação com reações e um chega a propor uma explicação para sua hipótese ao explicar seu raciocínio:

“O produto parado, possui uma coloração, e quando é chacoalhado, outra. Isso se dá pela interação do açúcar (não reage com o azul de metileno na primeira situação, mas sim na segunda)” (Aluno 1).

Esse pode ser um indício de mudança do aluno 1, nessa atividade ele se preocupou em observar e perceber os fenômenos e buscou entender a possível causa, não se limitando às

primeiras impressões da simples observação visual do fenômeno. Bachelard diz ser tarefa primordial do espírito científico *“tornar geométrica a representação, isto é, delinear os fenômenos e ordenar em série os acontecimentos decisivos de uma experiência”* (BACHELARD, 1996, p. 7).

4.1.4 Atividade teórica 4

A quarta atividade apresentou uma imagem que mostrava uma forma de gelar bebidas, bem conhecida popularmente. Os estudantes receberam a informação:

“Segundo o conhecimento popular, a adição de sal no gelo cria uma mistura frigorífica que é capaz de gelar muito mais rápido sua bebida”. (APÊNDICE D)

Então, foi solicitado que elaborassem uma explicação utilizando conceitos químicos, para o fato das bebidas gelarem mais rápido na mistura criada na imagem.

Um dos sete não participou da atividade e dois alunos deram respostas que são incoerentes à questão. É possível sugerir que foi um “chute”, pois ambos não explicaram seu raciocínio.

Os outros quatro alunos responderam com coerência, e em sua explicação de raciocínio citaram as pistas utilizadas. Eles citaram termos científicos e buscaram uma explicação baseada no gráfico de temperatura de uma mistura e uma substância pura, que foi a pista fornecida.

“Quando o sal e o álcool entram em contato com o gelo, ele derrete mais rápido... Como é uma mistura ele acaba ganhando ou perdendo temperatura...” (Aluno 3).

Nessa atividade alguns alunos utilizaram as pistas não se restringindo às primeiras imagens do fenômeno. Essa atitude pode vir a caracterizar indício de mudança nas atitudes e no espírito científico ao mesmo tempo que pode ser que eles tenham recordado as aulas da escola, mas esse caso eles não citaram no raciocínio utilizado.

4.1.5 Atividade teórica 5

Na quinta atividade, foi apresentado aos estudantes um texto sobre um problema de contaminação de águas por óleo. O trecho a seguir constava na folha de atividade:

“As formas de contaminação de oceanos e rios por óleo podem ser muitas, desde vazamento de navios até descarte de indústrias e urbanos, vazamento de combustíveis e acidentes nas plataformas de petróleo. A contaminação de águas por óleo é algo enorme, pois apenas um litro de óleo é capaz de contaminar um milhão de litros de água. Dentre os problemas causados estão, a redução da passagem de oxigênio do ar para a água, o óleo pode se depositar nas brânquias dos peixes e se aderir nas penas das aves, matando-os”. (APÊNDICE E).

Então, foi solicitado aos estudantes que elaborassem uma hipótese para explicar o porquê o óleo não se mistura com a água e fica na superfície da mesma.

Quatro responderam parcialmente o problema e apenas um deles explicou seu raciocínio que foi baseado na molécula apresentada na pista fornecida junto com o material. Os outros três alunos responderam o problema com coerência e ao explicar o raciocínio, eles afirmam que vem de conhecimento adquirido nas aulas de química da escola. Todos explicaram coerentemente, mas é observada a utilização de habilidades cognitivas de baixa ordem, como aplicação de conhecimentos memorizados (SUART E MARCONDES, 2009). O próprio Bachelard (1996) critica a mnemotecnica, característica do estado concreto, não se trata de uma crítica à memória, mas sim ao exercício de respostas prontas, reproduzidas que não apelam ao uso do pensar. As explicações foram sucintas e bem objetivas, talvez pelo fato de terem visto recentemente nas aulas da escola e ter se tornado triviais. Esse tipo de resposta caracteriza resolução de exercício (recordando informações, repetição de informação memorizada) e não de problema (desenvolvendo pensamento crítico e avaliativo) descritos por Suart e Marcondes (2009). Praticamente as respostas seguiram parecidas com a transcrição a seguir:

“O óleo é mais denso que a água ou ao contrário. A água é polar e o óleo apolar” (Aluno 5).

É possível dizer que, neste caso, esta atividade caracterizou-se mais como exercício do que como atividade investigativa. Por ser alunos de escolas diferentes e nem sempre ser possível acompanhar o plano de ensino dos professores, a aplicação do método investigativo fora do horário escolar pode gerar esse tipo de contratempo.

4.1.6 Atividade teórica 6

A sexta atividade, foi constituída com um texto sobre a corrosão de metais, o qual, apresentava diversas informações sobre o metal, a corrosão e seus problemas. O trecho abaixo foi fornecido na folha de atividade:

“O Texto aborda os prejuízos causados pela oxidação do ferro. Na primeira imagem (Navio), notamos que o contato com a maresia faz com que o barco enferruje mais rápido, você já deve ter ouvido falar que pessoas que moram no litoral têm esse problema com carros, portões, aparelhos eletrônicos e outros materiais que utilizam metais em sua composição”. (APENDICE F).

Após a leitura do texto, foi solicitado aos estudantes que elaborassem uma hipótese do por que a oxidação dos metais ocorre mais rápido nos litorais.

Um dos alunos apresentou uma resposta incoerente e outro aluno se restringiu a repetir informações retiradas do texto introdutório, apresentando habilidades cognitivas de baixa ordem, que caracterizam o estado concreto, como é possível observar na transcrição abaixo:

“O sal ajuda o oxigênio (presente em grande quantidade no litoral) a corroer o ferro” (Aluno 1).

Cinco alunos fizeram explicações coerentes utilizando termos científicos, mas quatro deles apresentaram obstáculos epistemológicos em relação à transferências de elétrons. As respostas constam abaixo:

“Com o contato da água e o sal (maré) no ferro ele rouba ou empresta elétrons com isso ocorre a corrosão...” (Aluno 10).

“Por causa da eletroquímica que doa ou rouba o elétron do outro...” (Aluno 4).

Bachelard (1996) ao discutir sobre obstáculos epistemológicos, coloca-os como obstáculos ao desenvolvimento do espírito.

“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 amago do próprio ato de conhecer que aparecem, por uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos” (BACHELARD, 1996, p. 17).

4.1.7 Atividade teórica 7

A sétima atividade começava com um texto sobre a anemia ferropriva, com várias informações sobre a doença. No final do texto constava a seguinte informação:

“É um costume popular colocar um prego no preparo da comida como forma de combater a anemia”. (APÊNDICE G)

Então, foi solicitado aos estudantes que elaborassem uma hipótese para explicar se esse hábito é correto.

Um aluno não participou da atividade, quatro alunos fizeram explicações simples sem embasamentos e dois alunos fizeram explicações coerentes utilizando as pistas e informações contidas no texto, conforme a transcrição abaixo:

“ A reação química que ocorre no nosso organismo transforma o Fe em Fe^{2+} , que é o que utilizamos no nosso organismo. O prego na comida não reagirá e transforma Fe^{2+} , assim pode se tornar perigoso ao nosso organismo. ” (Aluno 1).

Ao explicar o raciocínio, dois alunos disseram que fizeram suas explicações baseadas no que foi discutido entre os colegas e dois tiraram de suas próprias ideias, a resposta está transcrita abaixo:

“Pensei que não é possível extrair o nutriente ferro do objeto como se extraí dos alimentos”. (Aluno 2).

Dois alunos utilizaram as informações do texto para formular seu raciocínio, e realizaram as explicações mais coerentes, conforme a transcrição:

“Segundo o texto, somente o Fe^{2+} é importante para o nosso organismo, e dependendo da reação química esse íon é liberado” (Aluno 1).

Nessa atividade, que ocorreu depois de seis atividades de nível 4, podemos perceber que os alunos começam a buscar mais informações para suas respostas, como o texto ou discussão com colegas. Alguns demonstram que estão pensando sobre o assunto e não apenas respondendo um exercício como no caso da transcrição apresentada do aluno 2.

4.2 Método investigativo prático

No total foram aplicadas sete atividades investigativas práticas em conjunto com as atividades teóricas, durante os 9 encontros para sete alunos de três escolas que foram analisadas seguindo o item 3.6.

4.2.1 Atividade prática 1

A primeira atividade investigativa prática começou com informações sobre a tensão superficial da água, forças intermoleculares e apresentação de algumas moléculas. E logo em seguida um texto com as seguintes informações:

“Você sabia? Alguns mosquitos possuem a curiosa capacidade de andar sobre a superfície da água sem afundar, desta forma eles podem botar seus ovos na água sem correr o risco de afundar. O problema é que em algumas situações a tensão superficial da água diminui, assim os mosquitos não conseguem se reproduzir”. (APÊNDICE A).

Então, solicitava-se que os estudantes encontrassem uma forma de diminuir a tensão superficial da água, utilizando os materiais (listados na folha de atividade) que julgasse necessário.

Sete alunos participaram da atividade, três deles não entregaram a folha da atividade, como discutido na atividade teórica 1, uma possível justificativa seria o fato de ser a primeira atividade de nível 4 e os alunos ainda não estarem tão à vontade e desinibidos. Talvez, como discutido por Suart e Marcondes (2009), a vergonha ou medo do erro justificasse o fato deles não entregarem a folha de resposta, já que todos participaram e realizaram a atividade.

Três alunos conseguiram elaborar hipóteses, um aluno teve dificuldade e sua hipótese ficou incoerente e inconsistente, talvez por dificuldade de síntese, como pode ser verificado na transcrição:

“Colocar bicarbonato e mexer o clipe cair a tensão ele diminuir e o clipe cair” (Aluno 10).

No caso dos alunos que conseguiram apresentar uma hipótese, é observado uma certa dificuldade e confusão com o procedimento como é possível observar na transcrição:

“A minha hipótese é misturar o ácido acético (vinagre) com a água, para tentar diluir a formação estrutural do ácido acético, fazendo com que o mosquito não consiga se sustentar na água” (Aluno 1).

Na primeira parte o aluno relata o que irá realizar no experimento, mas logo em seguida ele justifica sua ação com uma possível explicação e com um possível resultado para o experimento.

O aluno 5 apresenta sua hipótese de forma bem sucinta “Colocar bicarbonato afunda”.

Nessa primeira atividade as hipóteses foram apresentadas de forma simples e normalmente apresentando o procedimento que iriam adotar para verificação das mesmas. Embora tivesse sido trabalhado nos encontros anteriores o conceito de hipótese, procedimento, resultados e conclusões, esse encontro foi o primeiro em que eles foram desafiados a criar uma hipótese e testá-la, então era esperado que eles se sentissem inseguros em sua elaboração.

Em relação ao procedimento, apenas um apresenta todos os passos que devem ser tomados para sua realização, conforme a transcrição.

“Passo 1. Medir a quantidade de água com a proveta 50ml. Passo 2. Colocar a água na forminha. Passo3. Colocar 1 colher de bicarbonato de sódio. Passo 4. Mexa o bicarbonato longe do cliques” (Aluno 5).

Nos outros três procedimentos faltam quantidade dos reagentes ou etapas e procedimentos necessários para sua conclusão, conforme uma das transcrições:

“20ml de ácido acético e 10ml de água, usar o cliques como mosquito”
(Aluno 1).

Um aluno apresentou resultados e conclusão em um único tópico, conforme a seguinte transcrição.

“Ao colocar o bicarbonato, faz com que as moléculas de água se distancie. Diminui a tensão” (Aluno 5).

Dois alunos apresentaram o tópico conclusão e um não apresentou nem resultados e nem conclusão. Dos alunos que apresentaram uma conclusão de seu experimento, apenas o aluno 1 explorou possíveis explicações para seus resultados conforme a transcrição:

“Pelo fato de a água ter diluído o vinagre, e distanciando a estrutura dele, o mosquito não consegue mais se manter encima da água”

Embora sua conclusão não esteja correta, ele busca uma possível explicação para o resultado de seu experimento. Já o outro aluno faz uma conclusão bem sucinta se isentando de explicações ou justificativas. Como ilustrado a seguir:

“Conclui-se então que com essas duas substancias adicionais o mosquito não boiará” (Aluno 3).

Nesse caso é possível observar uma das características do espírito pré-científico discutido por Bachelard (1996), onde o ser se satisfaz com respostas rápidas, o simples fato de realizar o experimento ou observar já o satisfaz, não existe dúvida nem especulações, o simples fato de observar o fenômeno macroscópico está bom, não existe a necessidade do entendimento científico, da explicação e dos porquês.

Já no caso do aluno 1, é possível observar uma tentativa de explicar o fenômeno um pouco mais afundo. Ele não se preocupa apenas com as substâncias enquanto macroscópicas, busca uma possível explicação para o fenômeno olhando para o que pode ocorrer com a estrutura das substâncias, “...e distanciando a estrutura dele...” embora seja uma citação breve, pode ser um indício de que ele não se satisfaz com as explicações simplistas.

Nessa atividade não houve discussão sobre o erro por parte dos alunos nem sugestão de novas hipóteses. Por ser a primeira atividade de nível 4, foi aproveitado o espaço para reforçar a discussão sobre o método científico, com a intenção de que eles percebessem a importância das etapas, do planejamento e da escrita. Essa etapa mostrou-se importante para o processo, pois ao terminar de realizar a atividade investigativa prática, os estudantes mostraram ter mais clareza sobre o método científico.

4.2.2 Atividade prática 2

A segunda atividade, apresentava alguns exemplos de reação e em seguida era apresentado o seguinte problema ao estudante:

“Como podemos provar que depois de uma reação, a massa final é igual à massa inicial?” (APÊNDICE B).

Todos os participantes entregaram as folhas de atividades. Das sete hipóteses que deveriam ser elaboradas apenas um aluno conseguiu elaborar uma hipótese conforme transcrição abaixo:

“Um dos produtos dos reagentes é o CO_2 , mas como tampamos o nosso sistema, a massa se conservará, caso não, ela se perde” (Aluno 1).

No encontro anterior ele já havia apresentado uma hipótese com características de uma justificativa, nessa atividade ele apresenta sua hipótese com possíveis explicações. Outros dois alunos apresentam sua hipótese como um exercício, se caracterizando mais para um objetivo do que uma hipótese. Seguem as respostas apresentadas pelos estudantes:

“Saber se a massa inicial da palha de aço é igual a sua massa final mesmo depois de ser queimada” (Aluno 3).

“Ver se massa do fosforo e da folha continua a mesma” (Aluno 4).

No caso do aluno 4, essa foi a primeira atividade que ele entregou, o que talvez justifique sua dificuldade na elaboração da hipótese. Já o aluno 3, no encontro anterior conseguiu apresentar uma hipótese expondo uma justificativa e alguma previsão para o que poderia acontecer no caso de misturar algumas substâncias. A dificuldade deles em elaborar a hipótese pode estar associada com a dificuldade de entender o problema apresentado, pois alguns alunos apresentaram hipóteses confusas como a do aluno 5. A resposta está transcrita a seguir:

“Ao queimar o fosforo sua massa será menor” (Aluno 5).

Pelo menos de três alunos ficaram evidentes a confusão com o que o problema pedia e isso pode ser uma justificativa para as demais hipóteses e até para a hipótese do aluno 10 que se apresentou inconsistente. A resposta está apresentada na transcrição abaixo:

“10 ml de vinagre e 1 balão de festa. O balão sem ar, mas com vinagre, terá uma pequena alteração que o balão com bicarbonato de sódio.”
(Aluno 10).

O aluno começa a discussão com um possível procedimento e termina discutindo uma outra situação. As informações apresentadas estão desconexas. Esse aluno continuou como no encontro anterior, onde apresentou uma hipótese incoerente e inconsistente.

O aluno 6 apresentou sua hipótese e procedimento tudo em um único texto, como é ilustrado a seguir:

“Pegar a palha de aço, medir sua massa queimar com o palito de fosforo e ver qual sua massa. Esperado que a massa diminua” (Aluno 6).

Foi a primeira atividade que ele entregou e embora ele não tenha compreendido o problema, seu procedimento é coerente com sua hipótese.

Em relação com o procedimento seis apresentaram um texto simples com os passos a serem seguidos que eram coerentes com seus respectivos objetivos. O aluno 1 foi o que apresentou uma síntese mais completa. O procedimento está transcrito abaixo:

“Para provar a conservação de massas, iremos usar bicarbonato de sódio e vinagre. Pretendemos descontar a massas dos recipientes, para ter certeza qual a massa dos solventes. Serão usados 21g de bicarbonato de sódio e 15g de vinagre, e no final, terá que ter 36g. (1/4 de mol de cada reagente), 2 erlenmeyer, 1 espátula e 1 folha de papel.” (Aluno 1).

Em um primeiro momento ele volta o objetivo da prática escolhida, e faz justificativas de alguns passos, interessante que ele se preocupa em tentar calcular a quantidade de mols de cada reagente que participaram da reação. Foi o único que pensou no nível submicroscópico. Em relação aos resultados e conclusões o aluno não respondeu.

No caso do aluno 10, ela apresenta uma síntese inconsistente de seu procedimento. A transcrição está apresentada a seguir:

“1º colocar o vinagre e o bicarbonato no balão; 2º pesar os dois balões; 3º comparar os pesos” (Aluno 10)

Continuando de sua hipótese que foi incoerente, seu procedimento apresenta algumas informações que não expressão o que de fato ela realizaria em seu experimento, as informações não estão logicamente relacionadas. Até esse ponto o aluno 10 é o que apresenta maior dificuldade em assimilar o método científico em suas práticas.

Três alunos não apresentaram os resultados de seu experimento, o aluno 3 deu a justificativa de ter cometido um erro ao realizar o experimento,

“O experimento não deu certo pelo fato de medirmos uma palha e queimarmos outra, não podemos concluir a hipótese” (Aluno 3).

Ele justifica o porquê de seu experimento dar errado e aponta seu erro ao realizar o experimento. O aluno 10 também percebe um erro em seu experimento e tenta uma possível explicação na conclusão. As transcrições abaixo apresentam os respectivos trechos:

“Não obtivemos o resultado esperado, pois, com bicarbonato o peso diminuiu” (Aluno 10).

“Houve uma parte que se decompôs, e isso pode ter ajudado na diminuição da massa” (Aluno 10).

E tenta propor uma nova hipótese

“Tentar fazer com que a massa aumente e não diminua” (Aluno 10).

Embora seja mais um objetivo do que uma hipótese, é importante observar que o aluno está se esforçando e apresenta características de estar interessado e curioso sobre os fenômenos abordados no problema. Que segundo Bachelard (1996) é fator primordial para o espírito

científico, embora apareça como uma possível curiosidade ingênua, pode ser um indício do desenvolvimento da necessidade de explicações mais completas sobre os fenômenos.

O aluno 4 e 5 apresentam os resultados de forma bem objetiva, se referindo a massa das substâncias antes e depois da reação., conforme a transcrição abaixo:

“Antes: Folha = 4,60g, fosforo = 0,40g;
Depois: Folha 0,98g, fosforo = 0,08g” (Aluno 4).

Em sua conclusão eles discutem uma possível explicação para os resultados conforme a transcrição.

“Depois de queimado, o papel e o fosforo perdem massa, ou seja, nossa hipótese estava correta. O fogo fez com que os elementos (papel e fósforo) liberassem gás, assim formando as cinzas e diminuindo a massa” (Aluno 5).

Três alunos fizeram a conclusão e dois desses tentaram explicar utilizando alguns termos científicos o porquê de seus resultados.

4.2.3 Atividade prática 3

A terceira atividade trazia informações sobre indicadores ácido-base, a amônia e algumas possíveis reações. Então, o problema abaixo era proposto para os estudantes:

“Seria possível reverter uma reação química?” (APÊNDICE C).

Dos sete alunos, três faltaram. Então, nessa atividade quatro estudantes entregaram folhas de atividades. O aluno 4 apresentou dificuldade na elaboração de sua hipótese, que ficou mais parecida com um objetivo, conforme a transcrição abaixo:

“Fazer com que os produtos amônio + íons hidroxila vire amônio + água, ou seja, voltar os reagentes para o produto” (Aluno 4).

Os demais alunos apresentaram sua hipótese com possíveis justificativas, conforme a transcrição a seguir:

“Com a mistura de álcool com bicarbonato de sódio ficando da cor branca adiciona-se vinagre e esse produto volta a ser apenas álcool removendo o bicarbonato voltando a ser incolor” (Aluno 3).

Já o aluno 2 apresentou uma hipótese sem possíveis explicações ou justificativas. Conforme a transcrição abaixo:

“Utilizar a solução amoniacal com sal e fenolftaleína para deixar incolor a substância” (Aluno 2).

O que pode caracterizar mera tentativa e erro, algo mecânico que no decorrer da atividade aparece mais evidente, pois ao apresentar os resultados ele apenas faz uma afirmação, conforme a transcrição abaixo:

“O produto ficou rosa” (Aluno 2).

O mesmo ocorre em sua conclusão, sem nem ao menos questionar ou buscar uma possível explicação para o resultado. A transcrição está apresentada a seguir:

“Minha hipótese está errada” (Aluno 2).

Em relação ao procedimento, três apresentaram procedimentos coerentes, apenas o aluno 4 teve dificuldade na elaboração e apresentou algo inconsistente, conforme a transcrição abaixo.

“Materiais: amônio ; béquer; água.

Amônio + água $\rightarrow$ amônio + íons

hidróxido Amônio + água $\leftarrow$ amônio + íons hidróxido” (Aluno 4).

Observando que ele apresentou um objetivo ao invés de uma hipótese, o que pode justificar uma possível confusão com o problema proposto. Quando se observa o procedimento

apresentado, que na verdade foi uma cópia da reação apresentada nas informações complementares para resolução da atividade, é possível deduzir que além de não entender o problema, o aluno tentou copiar alguma informação para não deixar de apresentar a atividade.

Em relação aos resultados, o aluno 1 e 4 não apresentaram seus resultados, já o aluno 2 e 3 elaboraram algo. No caso do aluno 3, ele apresentou os resultados e elaborou uma explicação para o mesmo. A transcrição consta abaixo:

“O experimento não voltou totalmente a ser incolor por que o bicarbonato não se dissolveu todo” (Aluno 3).

Apenas o aluno 2 tentou fazer uma conclusão. Embora já tenha sido discutido que suas respostas nessa atividade se mostrassem muito parecidas com tentativa e erro, esse aluno foi o único que percebeu que sua hipótese não estava correta e a considerou como uma conclusão para seu experimento. Ao final da atividade os alunos 2 e 3 fizeram proposta de algumas mudanças em suas práticas para evitar os erros encontrados, conforme as transcrições:

“Uma possível solução seria colocar uma substância que neutraliza o ácido” (Aluno 2).

“Uma solução para isso seria adicionar menos bicarbonato e espera-lo dissolver por completo” (Aluno 3).

A maioria dos alunos nessa atividade julgou o fato de sua hipótese estar errada como se não tivessem chegado a nenhum resultado e conseqüentemente a nenhuma conclusão. Talvez seja um reflexo da maneira como os conteúdos e a ciência são trabalhados nas escolas, sem admissão do erro e tão exata. Nogaro e Granella (2012, p. 39) ao discutir a questão do erro na escola, afirmam que o professor deve rever sua conduta em relação ao erro, “...interpretar o erro na aprendizagem como uma possibilidade de crescimento e de valorização do aluno bem como um passo à frente na relação professor aluno”. O aluno deve compreender que na construção do conhecimento o “erro” tem o seu papel e não se trata de algo negativo, mas que faz parte do processo.

4.2.4 Atividade prática 4

A quarta atividade apresentava aos estudantes o seguinte problema:

“Como podemos verificar qual líquido evapora mais rápido?” (APÊNDICE D).

Nessa atividade um aluno faltou, então foram realizadas seis atividades. Dessas seis, quatro apresentaram hipóteses que apenas retratavam uma previsão do que viria acontecer ao realizar seu experimento. Conforme a transcrição:

“A acetona evapora mais rápido” (Aluno 5).

As outras duas hipóteses foram apresentadas com uma possível justificativa de como foram pensadas e porque escolhidas. Segue a transcrição:

“...Com isso é esperado que a acetona evapore mais rápido pois o ponto de evaporação dela é mais baixa.” (Aluno 4).

Em relação ao procedimento, todos se apresentaram coerentes com as hipóteses, apenas o procedimento do aluno 10 estava incompleto, conforme a transcrição abaixo:

“Colocou 10ml de acetona em béquer, coloca 10ml de água, ver temperatura dos 2 elementos.” (Aluno 10).

Em reflexo do planejamento do procedimento estar incompleto, a aluna apresenta um resultado evidenciando um erro, conforme a transcrição:

“A acetona evapora mais rápido mais não deu conta o quanto evaporou. Então a gente usou o conta-gotas deu 136 gotas para 10ml, esperamos um tempo e vimos que acetona evapora mais rápido ...” (Aluno 10).

Ao realizar o experimento, o aluno percebe que falta um procedimento para validar sua hipótese e busca fazer alterações para concluir o seu experimento.

Com exceção do aluno 10, todos apresentaram resultados classificando em ordem os reagentes, conforme a transcrição do aluno 1:

“A acetona foi a substância que mais evaporou em 4 minutos. O álcool ficou em segundo, a água em terceiro e a glicerina em último”

As conclusões de dois alunos apareceram de forma objetiva relacionando a sua hipótese inicial, sem preocupação com possíveis explicações ou novos questionamentos para o fenômeno. O aluno 3 concluiu:

“Comprovamos que a acetona se evapora mais rapidamente em temperatura ambiente dentre as demais substâncias” (Aluno 3).

Dois alunos buscaram possíveis justificativas para suas conclusões, o aluno 6 concluiu:

“De acordo com nossa expectativa a acetona mostrou o menor ponto de evaporação, pois evaporou mais rápido em menor temperatura”

Eles tentaram utilizar termos científicos para justificar os fenômenos, possivelmente por que estão preocupados com a compreensão do fenômeno.

Outros dois alunos tentam apresentar uma explicação para o fenômeno ao elaborarem sua conclusão. A transcrição do aluno 5 está apresentada a seguir:

“A acetona evapora mais rápido em temperatura ambiente. Os átomos de acetona se excitam com mais calor, evaporando mais rápido. As temperaturas da água e da acetona são diferentes”

Embora apresente alguns equívocos, fica clara a necessidade de uma explicação mais aprofundada para o fenômeno e vale ressaltar a atenção que o aluno dá para o que ocorre no nível submicroscópico.

Todos os alunos conseguiram chegar a uma conclusão e não sentiram a necessidade de criar novas hipóteses, talvez pelo fato de todos conseguirem validar suas hipóteses.

4.2.5 Atividade prática 5

A atividade cinco, apresentava informações sobre soluto, solvente, a molécula da água e gasolina. Em seguida, os estudantes deveriam ler o texto abaixo:

“A água é conhecida como solvente universal, devido a sua capacidade de dissolver um grande número de substâncias que existem na natureza. Essa característica da água é muito importante para os seres vivos, por exemplo, os sais minerais encontrados no solo que são tão importantes para as plantas, só podem ser absorvidos quando estão dissolvidos em água. No nosso sangue, a água é responsável pelo transporte das vitaminas, sais minerais, açúcares e outras substâncias. Na parte 1 vimos que o óleo não se mistura com a água”. (APÊNDICE E).

Então, solicitava-se que os estudantes elaborassem uma estratégia para fazer a água se misturar com a gasolina.

Todos participaram dessa atividade, os sete alunos conseguiram elaborar hipóteses para o problema. Duas delas procuravam apresentar uma justificativa de sua elaboração, o aluno 10 escreveu:

“O sabão vai mudar as moléculas da gasolina fazendo ela se misturar com água.”(Aluno 10)

O aluno 3 arriscou uma possível explicação para sua hipótese, conforme a transcrição a seguir:

“Adicionando hidróxido de sódio junto a água diminuirá sua densidade e permitirá com que gasolina se misture” (Aluno 3).

Os procedimentos foram apresentados de forma coerente por cinco alunos. Um aluno não fez o procedimento e o Aluno 2 apresentou incompleto, conforme a transcrição abaixo:

“Para misturar a água com a gasolina irei utilizar 2 béqueres neles irá conter 30ml de água e na outra 30ml de gasolina. No tubo de ensaio irá conter raspas de sabão e 10ml de álcool” (Aluno 2).

Dois alunos não apresentaram seus resultados, provavelmente porque seus experimentos não deram certo. Os demais alunos apresentaram resultados coerentes com seus experimentos e hipóteses, como é possível ver nos resultados do aluno 1. O resultado é apresentado abaixo:

“Aparentemente o NaOH se misturou à água, mas a gasolina não, pois deu para perceber os dois líquidos”

Os demais alunos fizeram explicações coerentes, mais não se arriscaram em tentar apresentar possíveis explicações para o ocorrido.

Um aluno não fez a conclusão, justificando que seu experimento deu errado. Quatro alunos concluíram que suas hipóteses estavam erradas, conforme as transcrições a seguir:

“Conclui que minha hipótese está errada e não misturou as substâncias”
(Aluno 4).

“O hidróxido de sódio não interfere nessas quantidades e a substâncias continuaram separadas” (Aluno 3).

Dois alunos conseguiram validar suas hipóteses e ao apresentar suas conclusões eles arriscam possíveis explicações para o fenômeno, conforme a transcrição:

“Minha hipótese estava certa, a gasolina com o sabão, assim se misturando com a água e com a coloração branca. O sabão se dissolveu na gasolina, e ao colocar a água o líquido branqueou. O sabão amplia as moléculas da gasolina, assim fazendo com que se misture com a água” (Aluno 5).

Apenas o aluno 1 apresentou uma nova hipótese, que é apresentada a seguir:

“A solução de água, sal (NaCl) e gasolina pode dar certo.” (Aluno 1).

Esse foi o primeiro encontro onde todos os alunos conseguiram elaborar hipóteses e alguns até colocaram justificativas, seus procedimentos apresentam algumas melhoras e um aluno propôs uma nova hipótese ao perceber que sua hipótese não foi validada.

4.2.6 Atividade prática 6

Na sexta atividade, os alunos receberam informações sobre o ácido ascórbico e possíveis reações. Então, os estudantes deveriam ler o texto a seguir:

“O ácido ascórbico ($C_6H_8O_6$), conhecido popularmente como vitamina C, é um nutriente importante para os processos metabólicos do nosso organismo, mas infelizmente nosso corpo não sintetiza essa substância, por isso é necessária a ingestão de alimentos que possuem essa vitamina, que é um ótimo antioxidante.” (APÊNDICE F).

Então, era apresentada a seguinte problemática:

“Como podemos identificar a diferença de concentração de vitamina C em diferentes alimentos?”

Sete alunos participaram dessa atividade. O aluno 5 se confundiu e não conseguiu elaborar uma hipótese coerente com o problema. Provavelmente ele não deve ter compreendido o problema, o que justificaria sua hipótese. A transcrição da hipótese consta abaixo:

“Repolho roxo terá baixa concentração de vitamina C comparado com a laranja” (Aluno 5).

Três alunos apresentaram hipóteses com justificativas, segue um exemplo a seguir:

“Adicionando extrato de repolho roxo haverá uma mudança na cor e com isso pode-se comparar com a vitamina C.” (Aluno 3).

Os outros 3 alunos apenas apresentaram suas hipóteses sem justificar ou explicar suas escolhas.

Todos os procedimentos foram coerentes com as hipóteses que foram apresentadas.

Dois alunos não fizeram os resultados, quatro alunos apresentaram os resultados de forma classificatória, conforme o exemplo abaixo:

“Vinagre ficou rosa, refri de laranja ficou laranja escuro, e a vitamina C não houve alteração na cor.” (Aluno 3).

Um aluno apresentou seus resultados descrevendo-os melhor. Ele se atentou aos detalhes de seu experimento e tentou descreve-lo o mais fiel possível., conforme a transcrição:

“Após a mistura de ácido ascórbico como podemos observar que o tubo de ensaio 1 (suco natural), ocorreu a mudança de cor para o verde, porem logo depois voltou a sua cor original, nos outros tubos não ocorreu mudança de cor” (Aluno 6).

Nas conclusões um dos alunos, o aluno 3 percebeu que acabou se equivocando na sua hipótese, conforme mostra a transcrição:

“Não deu certo pois eu descobri a acidez das substâncias e não a vitamina C” (Aluno 3).

O aluno percebeu seu engano ao elaborar sua hipótese e tirou uma conclusão da prática realizada.

Quatro alunos apresentaram sua conclusão relacionando a validação de suas hipóteses, conforme transcrição:

“Como esperado o suco de laranja teve uma mudança de cor” (Aluno 6).

“Minha hipótese está errada e não deu para ver a vitamina C” (Aluno 4).

Um aluno, aluno 1 apresentou conclusões que buscavam explicar seus experimentos. Abaixo segue a transcrição:

“1-Não oxidou, pois deveria ter ficado com uma coloração azulada;

2-Ocorreu a oxidação, mas o que oxidou foi a vitamina C, obtendo uma coloração azulada (laranja-amarelo; reação da vitamina C com Iodo – azul). Amarelo + azul = verde;

3-Ficou preto por que o arroz não tem vitamina C.” (Aluno 1)

Um dos alunos não fez a conclusão.

Nessa atividade podemos observar que os alunos estão melhorando suas observações e procedimentos.

4.2.7 Atividade prática 7

Na sétima atividade, os estudantes recebiam informações sobre as formas em que o ferro é encontrado na natureza e reações mostrando conversões entre as formas de ferro. Em seguida era apresentada a seguinte problemática:

“A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) é o órgão responsável pelo controle sanitário de produtos e serviços, está realizando testes para avaliar se os medicamentos para anemia realmente contêm ferro em sua composição, e para isso solicitou ajuda do Clube de química”. (APÊNDICE G).

Então, solicitava-se que os estudantes resolvessem o seguinte problema:

“Como podemos identificar a presença de ferro em um medicamento?”

Nessa atividade, um dos alunos faltou nesse dia. Em relação às hipóteses, um aluno não conseguiu elaborar algo coerente, conforme apresentado na descrição:

“Se o medicamento tiver ferro ele vai ficar incolor” (Aluno 10).

Essa dificuldade pode ter ocorrido devido a incompreensão do problema. Um outro aluno utilizou as informações fornecidas na atividade para elaborar sua hipótese, observe a descrição abaixo:

“Misturando o sulferrol com HCl, obteríamos Fe^{2+} e outros produtos, misturamos isso com água oxigenada, teremos Fe^{3+} e outros produtos, e depois misturaremos isso com NaOH, que se adquirir uma coloração marrom avermelhada, terá a presença de ferro” (Aluno 1).

Na descrição do aluno é possível perceber que ele se atentou mais às informações fornecidas, organizando-as para criar sua hipótese. Os outros quatro alunos, fizeram hipóteses

no formato de previsões, ainda é possível notar que eles utilizaram pelo menos uma das informações fornecidas na folha de atividade, conforme transcrição abaixo:

“Quando o sulferrol triturado dissolvido com o ácido ser filtrado com a água oxigenada o líquido ficará incolor” (Aluno 2).

Nas informações fornecidas, existia uma reação onde uma das formas do ferro reagia com água oxigenada e um dos produtos se apresentava incolor. Dessa atividade cinco das seis hipóteses apresentaram utilização de alguma informação fornecida, o que pode justificar a ideia de que as hipóteses apresentadas não foram uma mera “tentativa e erro” por parte dos alunos, isso mostra que eles pensaram e organizaram suas ideias para criar suas hipóteses se baseando em algo.

Cinco procedimentos são coerentes com suas respectivas hipóteses. Todos os seis procedimentos estão escritos de forma organizada facilitando o entendimento do que seria realizado. Conforme a transcrição:

“Materiais: Almofariz e pistilo; Sulferrol; água; papel de filtro, béquer de 100ml.

Com o almofariz, amassar o sulferrol, depois adicionar água com o béquer e em seguida filtrar a água com o papel de filtro para ver suas colorações” (Aluno 3).

Das seis atividades, o aluno 1 apresentou seus resultados de forma organizada, dividido em cada etapa, conforme a transcrição:

“Parte 1- Obtemos uma coloração rosada (por causa da casca do comprimido (tira-la é melhor). Parte 2 - Obtemos uma coloração amarela. Parte 3 – obtemos a coloração marrom-avermelhada” (Aluno 1).

O aluno identifica um erro em seu procedimento, mas não discute muito, pois não parece afetar muito o objetivo de seu experimento.

“Obtemos uma coloração rosada (por causa da casca do comprimido (tira-la é melhor)” (Aluno 1).

Os outros quatro resultados apresentados descrevem de forma sucinta o que foi obtido no experimento, o aluno 5 respondeu apenas “Ficou cinza”.

O aluno 10 não apresentou seus resultados, a justificativa dada pelo aluno foi apresentada em sua conclusão, conforme a transcrição abaixo:

“Não deu certo porque não usei o papel filtro a mistura ficou rosa não incolor” (Aluno 10).

Na parte da conclusão, quatro alunos discutiram as possíveis causas de seus experimentos não terem dado certo. O aluno 3 justificou seu experimento discutindo o erro cometido, abaixo segue a transcrição:

“A água ficou rosada quando adicionada com o comprimido e mesmo depois da filtração ele permaneceu rosada porque a casca do comprimido não foi removida e não deu certo” (Aluno 3).

Embora os quatro alunos não tenham apresentado uma conclusão relacionada com sua hipótese, eles conseguiram identificar possíveis falhas em seus experimentos e as apontaram.

O aluno 2 apresentou uma conclusão que validava sua hipótese, conforme a transcrição abaixo:

“Percebemos que no comprimido havia minerais de ferro, pois a coloração não ficou incolor” (Aluno 2).

Já o aluno 1 elaborou uma conclusão com uma explicação, mostrando que foi utilizado todas as informações fornecidas. O aluno também aponta um erro que ocorreu durante a prática. A conclusão está transcrita a seguir:

“O experimento foi um sucesso, pois, na última etapa era esperado tal coloração marrom-avermelhado se houvesse a presença de ferro. As

outras etapas serviram para moldar o ion de Fe^{3+} . (Lembrar de tirar a casca do comprimido)” (Aluno 1).

4.3 Análise dos questionários inicial e final

Os questionários foram aplicados no início e final do clube. Dos sete alunos que participaram até o final das atividades do clube, seis fizeram os dois questionários.

A primeira questão apresentava imagens de alguns fenômenos e os alunos deveriam explicá-las com base em seus conhecimentos. Para análise, foram levados em conta como os alunos explicavam os fenômenos e se utilizavam termos científicos.

Das três imagens, apenas a primeira que mostrava um metal oxidado teve uma explicação mais elaborada. O aluno 3 tentou explorar seus conhecimentos e a imagem para elaborar sua explicação. O aluno buscou apresentar o máximo de informação para realizar sua explicação. Segue a transcrição da resposta do estudante:

“O barco da imagem apresenta uma degradação é um enferrujamento de seu metal (material). Isso ocorre pelo contato do sal da água com o metal do barco, causando uma reação que desgasta esse metal”(Aluno 3).

As demais explicações dos alunos foram simples e objetivas. Como na imagem dois que mostrava uma combustão, o aluno 5 apenas escreveu “fósforo em combustão”. Na última imagem, a que mostrava as moléculas de água antes e durante o fenômeno da ebulição, pareceu a mais difícil para os alunos, apenas dois deles conseguiram responder, e suas respostas foram objetivas como nas outras imagens. O aluno 4 respondeu, “Moléculas que está em reação química com alguma coisa”.

No questionário inicial muitas das explicações que os alunos apresentaram para os fenômenos foram objetivas e simples, às vezes se resumiam a uma simples tarefa de recordar o que foi trabalhado na escola e dar uma resposta objetiva e “memorizada”, podendo ser um reflexo da forma que o ensino é abordado nas escolas. Fruto do ensino discutido por Santos (2007, p. 484), em que não ocorre a “*reflexão epistemológica*”. Paulo Freire (2006, p.56-57) faz uma crítica à “*memorização mecânica do ensino dos conteúdos*”, afirmando que essa estratégia de ensino “*Não forma, domestica*”.

Em relação aos termos científicos utilizados, no geral eles utilizavam um termo ou no máximo dois em suas explicações. Os termos utilizados também foram intuitivos, na imagem do fogo, a maioria citou “combustão”. Na imagem do metal eles citaram mais “degradação” e “enferruja” do que a oxidação. Na última imagem eles apresentaram termos como partículas, moléculas e reação química.

Em relação ao espírito científico dos alunos, nesse primeiro momento pré-clube, as explicações dos fenômenos apresentadas são muito simples, rápidas e objetivas. Para Bachelard (1996) é característica do espírito pré-científico se satisfazer com explicações rápidas sobre os fenômenos. Essas respostas curtas que os alunos apresentam apontam que nesse momento, seus espíritos se encontram no estado concreto discutido por Bachelard (1996).

No questionário final, em comparação com o inicial é perceptível a melhora dos alunos, no sentido de explorar mais suas explicações. Não dá para afirmar que eles aprenderam mais, mas é possível perceber que eles explicam mais, utilizam mais palavras. Um exemplo, no questionário inicial o aluno 4 respondeu:

“O barco está enferrujando e está em degradação”

No questionário final sua resposta foi:

“Pela imagem dá para perceber que o navio está a muito tempo parado no mesmo lugar e por causa da oxidação o barco ficou com ferrugem e estragou”.

A explicação para o fenômeno em si não mudou muito, mas é possível notar que agora o aluno se atentou mais às informações fornecidas e com isso lançou uma explicação mais elaborada para o fenômeno, chegando a lançar a hipótese de que faz tempo que o barco está naquele local.

No geral as respostas estão mais elaboradas, diferente do ocorrido no questionário inicial, em que os estudantes apresentaram respostas curtas e objetivas. Neste eles buscaram utilizar mais informações e até criar hipóteses. Na imagem três a aluna 5 respondeu no questionário inicial:

“Partículas de água evaporando”

E no final:

“Pode ser a separação de alguma substância, ou a evaporação de alguma substância, ou misturando duas substâncias”.

A aluna lança três hipóteses, embora as explicações sejam objetivas, agora a aluna demonstra maior exploração das informações apresentadas.

As questões dois e três serviram para levantar o espírito científico dos alunos. Todos os alunos consideram fazer perguntas importante e as utilizam quando estão com dúvidas. Eles também procuram realizar pesquisas quando se deparam com algo novo. Todos fizeram perguntas quando solicitados. Tudo indicou que eles são curiosos e reconhecem a importância das perguntas e pesquisas para sanar sua curiosidade.

No geral o questionário inicial e final funcionou melhor para levantar o espírito científico, apenas a primeira questão possibilitou observar algumas mudanças. As mudanças são sutis, mas foi possível perceber que os alunos escreveram mais.

O questionário inicial não se mostrou útil para observar mudança no comportamento dos alunos, com exceção da primeira pergunta. As demais serviram para levantar e não apresentaram muitas mudanças do inicial para o final. O fato de o questionário não ter sido muito útil para perceber mudanças nas atitudes dos alunos pode se justificar pelo fato de o Clube ter ocorrido em apenas dois meses e sete atividades investigativas pode ser pouco para notar uma mudança. O questionário também pode ser melhorado, mas também existe o fato de que o desenvolvimento do espírito científico é muito complexo para ser detectado desta forma.

O que foi possível com o questionário inicial foi perceber que os alunos se encontram no estado concreto e no questionário final podemos ver algumas mudanças, que podem ser consideradas indícios de desenvolvimento do espírito científico deles.

4.4 Análise da formação do espírito científico dos participantes do Clube

Aqui será apresentada uma análise geral por aluno, serão levados em conta as atividades teórico-práticas, a entrevista com o professor de química dos alunos, os questionários pós práticas e os roteiros de observação.

4.4.1 Aluno 1

Na questão do interesse, o aluno sempre se mostrou interessado com as atividades, o que pode ser comprovado com o questionário pós-atividade, em que o estudante responde em cada atividade que elas foram interessantes e que não se sentiu entediado ao realizar a prática.

O aluno sempre se dedicou às atividades, talvez por se tratar de um bom aluno na escola. Em entrevista com a professora, a mesma confirmou que ele era um aluno dedicado em sala de aula, que gosta de estudar e desde o ensino fundamental ele demonstra essa disposição para os estudos, mas que foi possível notar uma mudança durante as aulas da escola. Depois de participar do Clube o aluno começou a questionar mais em sala de aula, suas perguntas também estão mais elaboradas. Conforme o trecho da entrevista transcrita a seguir:

“Eu achei que ele ficou mais curioso, mais do que ele já é. Ele já é um aluno diferenciado e eu achei que ele ficou mais curioso para saber das coisas, principalmente quando entrava em um assunto novo... ele queria saber mais, perguntar mais onde ele poderia encontrar mais coisas sobre o assunto”. (Professora).

Nas atividades do Clube é possível notar que o aluno melhorou na forma que aproveitava as informações fornecidas nas atividades para elaborar suas hipóteses e explicações. Na primeira atividade sua explicação foi simples:

“Quando o bulbo foi pressionado foi possível observar que a temperatura aumentou”

Demonstrando que ele priorizava as primeiras impressões e não se atentava por melhores explicações. Na última prática ele já apresenta uma resposta mais elaborada:

“A reação química que ocorre no nosso organismo transforma o Fe em Fe^{2+} , que é o que utilizamos no nosso organismo. O prego na comida não reagirá e transformará Fe^{2+} , assim pode se tornar perigoso ao nosso organismo”

Ele busca informações de fontes diferentes para elaborar sua hipótese, demonstrando

características de um espírito em transição, com indícios de mudança. No decorrer das atividades foi possível observar essa melhora na forma que o mesmo apresentava suas hipóteses e suas conclusões, explorando as informações e buscando discutir melhor suas conclusões com possíveis explicações para seus resultados. Isso pode ser um sinal de que o método investigativo pode promover a superação da concepção linear da cultura científica, como discutido por Auler (2007, p. 16) “*é impossível aprender tudo para depois participar*”. O espírito científico reforça essa ideia, e valoriza o pensar, refletir e questionar, que são as “ferramentas” utilizadas na construção do conhecimento, e o aprender utilizá-las está diretamente relacionado ao desenvolvimento do espírito científico discutido por Bachelard (1996).

A maior evolução é percebida na escrita. Ele busca descrever mais os passos, as explicações e conclusões. Também aumentou a utilização do caderno de laboratório, que no início nem era utilizado.

Em relação ao espírito científico, pelo questionário inicial foi possível dizer que ele estava no estado concreto, com explicações curtas e objetivas, pouca exploração das informações e qualidade das perguntas. No final do clube o aluno apresentou alguns indícios de mudanças, ocorreram melhoras nas suas discussões e questionamentos.

4.4.2 Aluno 2

Às vezes estava desmotivado e o mesmo disse várias vezes durante as práticas “estar com preguiça”, mas nos questionários pós-atividade sempre respondeu que a prática foi interessante. Em entrevista com a professora, quando questionada se o aluno gosta de estudar ela responde:

“Não, não é um aluno que tira nota, ele não mostra isso pelo menos, não nas notas”.

A professora disse não ter notado mudanças nele, as notas, comportamento e interesse continuam iguais.

Nas atividades ele não apresentou melhora na parte teórica, continua praticamente como nos primeiros encontros. É possível observar através da comparação entre a primeira e a última atividade que o estudante participou. Na atividade 2 ele respondeu:

“Ao soltar o comprimido na água parte dele dissolveu. Assim diminuindo a quantidade de massa. (Quando ele se dissolve libera gás)”,

Já na atividade 7:

“É errado, pois a pessoa anêmica necessita dos nutrientes que só uma fruta/alimento pode oferecer. Não há como retirar o nutriente ferro de um objeto feito de ferro.”

As respostas continuam com as mesmas características, não apresentando mudanças significativas.

Na parte prática ele está organizando melhor as informações e ideias. No início ele apresentava dificuldade na elaboração de hipótese e procedimento, conforme a transcrição a seguir:

“Nossa hipótese tende a descobrir se depois de queimado a massa irá aumentar ou diminuir”(Atividade 2).

No decorrer das atividades é possível observar uma evolução, ele começou a elaborar suas hipóteses de forma mais clara e coerentes. Como é possível perceber na transcrição da última atividade:

“Quando o sulferrol triturado dissolvido com o ácido ser filtrado com a água oxigenada o líquido ficará incolor”.

Suas conclusões melhoraram, mas ainda continuam objetivas e poderiam ser melhor exploradas como a transcrição da última atividade:

“Percebemos que no comprimido havia minerais de ferro, pois a coloração não ficou incolor”.

Quando o aluno percebia o erro, ele discutia ou tirava duvidas com o mediador, mas não explorava muito em seu relatório.

Com base no questionário inicial e no decorrer das práticas é possível dizer que o aluno está no estado concreto do desenvolvimento do espírito científico, mas apresenta indícios de evolução como melhora no raciocínio, está explorando mais as informações e as explicações imediatas diminuíram.

4.4.3 Aluno 3

O aluno gostava das atividades e se mostrava motivado. Segundo a professora o aluno aparentava ser bem tímido e não participava muito das aulas e não apresentava problemas de comportamento em sala. Ela também explica que ele aparenta gostar de estudar. Quando questionada se o aluno aparentava mudanças após participar das atividades do Clube, ela respondeu:

“Nele não, eu achei que não houve mudança... As vezes ele chega comentando do que ele viu aqui (Clube), mas na aula, na questão de participação em sala de aula, nada”.

Em relação a motivação para novos assuntos a professora, disse que em sala ele não apresentou mudanças, mas que as vezes ele chegava na aula contando e perguntando sobre assuntos trabalhados no Clube.

Nas atividades, no início ele apresentava dificuldades na elaboração de hipóteses, seus procedimentos eram sucintos e pouco coerentes e sua conclusão bem objetiva. No início apresentava hipóteses como “Temperatura inicial: 28°C / final: 33°C” e no final do clube apresentava hipóteses mais elaboradas, aproveitando melhor as informações e organizando mais seu raciocínio, conforme a transcrição abaixo:

“O habito está incorreto porque o prego não se transforma no nutriente ferro quando esquentado. O nutriente ferro não apresenta as mesmas propriedades do ferro do prego (mineral) e o nutriente é encontrado em frutas”

No final ele estava dividindo seu relatório em hipótese, procedimento, resultados e conclusão. Ele passou a padronizar seus procedimentos, dividindo-os por etapas, eles ficaram mais claros e coerentes, segue um exemplo:

“Materiais: Almofariz e pistilo; Sulferrol; água; papel de filtro, béquer de 100ml”.

“Com o almofariz, amassar o sulferrol, depois adicionar água com o béquer e em seguida filtrar a água com o papel de filtro para ver suas colorações”.

É possível perceber que houve uma melhora na escrita, ele está explorando mais suas respostas e discutindo os erros:

“A água ficou rosada quando adicionada com o comprimido e mesmo depois da filtração ele permaneceu rosada porque a casca do comprimido não foi removida e não deu certo”.

O espírito científico do aluno se apresentou no estado concreto segundo o questionário inicial e pela análise é possível encontrar alguns indícios de mudanças como a escrita, os questionamentos e identificação de erros. Bachelard (1996, p. 20) discute que *“uma cabeça bem feita, infelizmente é uma cabeça fechada. É um produto de escola”*, o que parece ser uma crítica ao ensino sem a problematização das primeiras imagens, pode causar a estagnação do espírito, privando o ser da ascensão.

4.4.4 Aluno 4

Ela sempre se mostrou motivada, mas pouco participativa. Em discussão com o mediador chegou a falar que tinha dificuldades em expressar suas ideias e participar de atividades em grupos por medo de errar. Em entrevista, a professora disse que se tratava de uma aluna quieta pouco participativa e depois da participação no Clube, apresentou mudanças. Como é ilustrado a seguir:

“Ela mudou bastante. Ela começou a ficar mais participativa, toda aula que a gente se encontrava, ela chegava comentando do Clube... Ela veio me contar que ela queria fazer química agora”.

Nas palavras da professora até a confiança da aluna melhorou, conforme a transcrição:

“E ela ficou muito mais motivada, assim, fez bem para ela, dela se sentir mais confiante. Mudou muito assim, toda aula ela vem comentar alguma coisa... Ela ficou mais motivada, então acho que para ela acho que fez muito bem”.

No começo suas explicações eram mais sucintas, exaltando a natureza e se restringindo as primeiras imagens, não dando muita atenção para as informações e discussões. Conforme a transcrição da atividade onde o aluno deveria elaborar uma explicação para a diminuição de massa de um sistema, com um copo de água e um comprimido efervescente,

“Ao colocar o comprimido na água o comprimido liberou gás e dissolveu”.

Após algumas atividades do clube ela começou a participar e expor suas ideias. No decorrer dos encontros começou a escrever mais, utilizando as informações e discussões dos grupos para sua elaboração, na atividade 6 a aluna deveria elaborar uma hipótese do por que a oxidação dos metais ocorre mais rápido nos litorais, abaixo segue a transcrição de sua resposta:

“Por causa da eletroquímica que doa ou rouba o elétron do outro. O_2 rouba o elétron do Fe”.

Em relação à parte prática houve pouca melhora no relatório, apresentou melhora na organização das informações, seus procedimentos estão mais claro e melhor escrito, conforme a transcrição da atividade 3 e 6:

“Materiais: amônio ; béquer; água. $Amônio + água \rightarrow amônio + íons\ hidróxido$.

$Amônio + água \leftarrow amônio + íons\ hidróxido$ ” (Atividade 3).

“Colocar álcool no béquer, colocar o refrigerante de limão em outro bequer separado, colocar o vinagre em outro bequer, depois acrescentar

o repolho roxo nos três tubos e ver se fica a cor azul e ver se é vitamina C” (Atividade 6).

Ela também começou a utilizar o caderno de laboratório para anotar as informações e respostas.

Pela análise do questionário inicial ela se mostrou estar no estado concreto e no decorrer das atividades foi possível perceber algumas mudanças que podem estar relacionadas com a evolução do espírito científico. No início ela não fazia perguntas, agora está perguntando, escrevendo mais, buscando melhores explicações, participando das discussões. Segundo a professora ela está demonstrando empolgação e interesse quando são trabalhados assuntos novos.

4.4.5 Aluno 5

A aluna sempre participou das atividades, durante os encontros ela fazia muitas perguntas e às vezes acabava dispersando do assunto da atividade, mas sempre se mostrou muito curiosa. Durante a entrevista com a professora, a mesma disse que a aluna era bem agitada durante as aulas, mas era uma boa aluna, que sempre questionava os assuntos e às vezes acabava fugindo do tema da aula. Quando questionada em relação a mudanças que a aluna poderia ter demonstrado após o Clube a professora respondeu conforme a transcrição:

“Eu acho que o interesse aumentou, porque isso acabou refletindo um pouco nas notas, porque ela conseguiu passar na disciplina e tudo mais. Então eu acho que ela acabou se empenhando mais até, depois que ela conseguiu participar do Clube”.

Nas atividades teóricas ela apresentou algumas mudanças apesar de permanecer apresentando respostas curtas, objetivas e sem explorar as pistas fornecidas nas atividades. Nos últimos encontros, passou a citar mais conceitos científicos.

No início, sua explicação era rápida e baseada nos aspectos macroscópicos, sem utilizar as informações e discussões. Como é possível observar na transcrição da atividade 1 em que era solicitado que o aluno propusesse um modelo para o líquido no interior do termômetro antes e depois da prática:

“Devido a temperatura, o mercúrio aumentou”

Na atividade 7 a aluna apresentou melhoras: começou a utilizar as informações e também a apresentar sua opinião. Embora seja uma característica do estado concreto (BACHELARD, 1996), é um exemplo de que ela está tentando melhorar suas respostas.

“Não, o ferro precisa estar em uma forma para o nosso corpo (Fe^{2+}) se não for assim pode gerar alguma reação ao corpo, fazendo mal”

Na atividade prática ocorreu pouca melhora em suas respostas, mas é possível observar que seu raciocínio está mais claro e organizado. Em suas conclusões ela buscava fazer explicações mais detalhadas sobre o fenômeno, como é possível observar na transcrição da atividade 5:

“Minha hipótese estava certa, a gasolina com o sabão, assim se misturando com a água e com a coloração branca. O sabão se dissolveu na gasolina, e ao colocar a água o líquido branqueou. O sabão amplia as moléculas da gasolina, assim fazendo com que se misture com a água”

É possível notar alguns indícios de mudança no espírito científico, ela começou a utilizar melhor as informações, mas em comparação com outros estudantes as mudanças são mais sutis. Durante os encontros foi possível observar que seu empenho e interesse estão mais altos, provavelmente as mudanças seriam maiores se a estudante participasse de mais atividades.

4.4.6 Aluno 6

O aluno sempre demonstrou envolvimento com as atividades e foi muito participativo. Na entrevista, a professora disse que o aluno era muito “falante” durante as aulas e que aparentava não estudar, embora sempre fosse participativo. Quando questionada sobre possíveis mudanças após a participação do aluno no Clube, a professora respondeu que, após participação nas atividades do Clube, o aluno começou a prestar mais atenção, ter mais disciplina nas aulas e suas notas melhoraram.

Na parte teórica, o aluno não apresentou grandes mudanças, desde o início ele escrevia bastante e buscava utilizar as informações fornecidas. Já na primeira atividade que o aluno entregou, ele demonstrava essas características e fazia perguntas para elaborar sua hipótese, como é possível observar na transcrição da atividade 2, em que ele deveria elaborar uma explicação para a diminuição de massa de um sistema, com um copo de água e um comprimido efervescente. A resposta está transcrita a seguir:

“A partir do contato do comprimido com a água, efervescendo ocorreu a união das moléculas do comprimido com as de água, ocorre a formação de uma nova substância eliminando a massa extra com o gás”

Na parte prática, ele apresentou grandes mudanças. No início ele apresentava todas as informações em um único texto objetivo conforme a transcrição da atividade 2:

“Pegar a palha de aço, medir sua massa queimar com o palito de fosforo e ver qual sua massa. Esperado que a massa diminua.”

Como ilustrado na transcrição, sua hipótese confunde-se com o procedimento.

No final do Clube ele conseguia estruturar seu planejamento e discussões mais coerentemente, divididos em tópicos como hipóteses, procedimentos, resultados e conclusões. A transcrição da hipótese e procedimento e conclusão da atividade 7 é apresentada a seguir:

Hipótese:

“De acordo com as informações ao deixar o ácido entrar em contato com a pílula triturada depois de filtrar, é esperado que a cor não mude”.

Procedimento:

“Materiais: 3 béquer 50ml; almofariz e pistilo; tubo de ensaio 3; funil; papel filtro; balança; sulferrol; hidróxido de sódio 20ml; ácido 20ml; água oxigenada 20ml”.

“Moer as pílulas, medir seu peso, dividir ele por três e coloca-la no funil com o papel, depois passar as substancias separadamente em tubos de ensaio diferentes”.

Conclusão:

“A água e o ácido reagiram como ferro da pílula, mantendo sua cor enquanto o hidróxido de sódio reagiu, porém não se sabe se foi com o ferro”.

No final do Clube o aluno apresentava alguns indícios de mudanças, ele estava compreendendo o método científico e apresentando melhora na escrita e raciocínio, bem como o envolvimento com atividades desse tipo e as aulas da escola.

4.4.7 Aluno 10

A aluna sempre foi quieta nos encontros e no início não participava das discussões. No decorrer dos encontros foi possível perceber que ela estava mais envolvida com as atividades, começou a participar das discussões e a questionar mais.

Nas atividades teóricas não foi possível observar mudanças, suas respostas continuaram sucintas e objetivas. O mesmo acontece em relação ao seu raciocínio. Como é possível observar na transcrição da atividade 7, que é apresentada a seguir:

“Os dois ferros não têm a mesma utilidade”.

Na parte prática, ela apresentou pequenas melhoras na compreensão do que é uma hipótese. Em alguns casos de erro a aluna parava de elaborar seu relatório, em alguns casos ela só fazia até o procedimento. Nas últimas atividades ela estava identificando, discutindo o erro, e apresentando conclusões com justificativas para o erro.

Hipótese:

“Se o medicamento tiver ferro ele vai ficar em incolor”.

Conclusão:

“Não deu certo porque não usei o papel filtro a mistura ficou rosa, não incolor”.

A aluna mostrou pequenos indícios de mudanças, suas respostas melhoraram, ela estava discutindo o erro e estava utilizando as informações fornecidas pela folha de atividade, discussão e questionamentos ao tutor.

4.4.8 Análise geral

Segundo a professora entrevistada, dos seis alunos, dois não apresentaram mudanças após a participação nas atividades, mas durante os encontros do Clube e nas respostas encontradas nas atividades, foi possível observar pequenos indícios de mudanças no espírito científico.

No geral a professora acredita que a participação foi muito positiva para seus alunos e acredita que para os que não apresentaram mudanças nas aulas, pudessem vir a apresentar com mais tempo de participação nas atividades, pois dois meses pode ser um tempo muito curto para que tais mudanças aparecessem. No geral, segundo palavras da professora, eles estão apresentando mais empolgação quando trabalham assuntos novos.

No final da entrevista a professora teve liberdade para falar e fazer observações sobre os alunos ou dizer o que tivesse vontade. Ela citou alguns benefícios que acredita serem frutos da participação dos alunos nas atividades do Clube, como autoconfiança, exercício de pensar e o contato com o método científico. Segue a transcrição:

“Eu acho que foi muito positiva a participação deles, principalmente dos alunos que tem mais dificuldade, que é o caso das alunas 4 e 5. Eu acho que ajudou elas bastante terem mais autoconfiança e coisas do tipo, parar para pensar, acho que elas nunca tinham feito esse exercício... Até mesmo os meninos, eu acho que foi muito positivo com relação a isso, deles terem esse contato com o método científico e tudo mais. Eu acho que foi muito positivo, principalmente para o pessoal com mais dificuldade, para eles verem qual o raciocínio que eles têm que ter...” (Fala livre da professora).

Em relação ao espírito científico, é possível observar pequenas mudanças, é importante lembrar que se trata de algo complexo e difícil de mensurar. Em seu livro *A formação do espírito científico*, Bachelard (1996) discute que esse processo de transformação do espírito científico necessita de tempo e paciência, e que não é caracterizado por ser uma tarefa fácil, mas que quando alcançada pode se tornar uma atividade prazerosa.

Com os instrumentos de coleta de dados foi possível levantar indícios de transformações, como já discutido no item anterior. Foram identificadas mudanças, e

indicadores de que alguns dos alunos podem estar superando algumas características do estado concreto, como a experiência imediata, o exaltar a natureza e as primeiras imagens observadas dos fenômenos. Os alunos também aparentaram estar mais envolvidos com temas científicos, também estão fazendo mais questionamentos segundo as observações e entrevista com a professora.

CAPÍTULO 4

5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 Conclusões

O uso de atividades de caráter investigativo apresenta-se como uma boa alternativa na busca por suprir as lacunas que o método tradicional pode conter. Os pontos positivos do método já são muito bem discutidos na literatura. No presente trabalho durante aplicação do estudo piloto, foi identificado que a utilização de atividades investigativas práticas estavam provocando espaço para que as propostas de procedimento experimental dos alunos se resumissem ao como fazer, o que poderia ser um mero “chute” em muitas das vezes. Esse fato poderia tornar a atividade um jogo de tentativa e erro. Talvez esse fato ocorreu por falta de embasamento teórico. Por ser uma atividade prática os estudantes podem tender a não refletir sobre a teoria e se focar na execução mecânica do experimento. Uma saída foi a criação das atividades investigativas teórico-práticas na busca em preencher as lacunas dos dois métodos.

Após a análise final das atividades foi possível perceber que houve uma diminuição nos “chutes” encontrados na parte prática e, como mostrado anteriormente, os alunos em muitas das vezes tentavam explicar suas hipóteses e conclusões, o que pode caracterizar a garantia de raciocínio na execução da atividade. Então é possível concluir que a utilização dos dois métodos se torna mais adequada, no sentido de que garante ao aluno um espaço para refletir sobre a teoria, organizar seus conhecimentos e discutir com a turma e o mediador. Enquanto a parte prática, além desse espaço, proporciona um momento em que ele irá colocar em prática tudo aquilo que foi pensado e discutido. A atividade se torna mais prazerosa para o aluno, pois não tem um caráter repetitivo de se limitar ao campo das ideias ou na parte mecânica do laboratório.

As atividades também se mostram mais fiéis ao trabalho do cientista, mostrando que ambas as etapas são importantes para o desenvolvimento da ciência, valorizando a parte teórica e prática, deixando as duas em mesmo nível de importância, juntamente com a ideia de discussão e divulgação do conhecimento. Mostrando que esse tipo de estratégia pode evitar as *“Visões empobrecidas e distorcidas que geram o desinteresse, quando não mesmo o abandono, de muitos estudantes, e se convertem num obstáculo para a aprendizagem”* discutidos por Praia, Gil-Perez e Vilches (2007, p. 147). Segundo os autores, numerosas análises já mostraram

que a forma como o ensino de ciências vem sendo trabalhado nas escolas transmite visões distorcidas sobre como ocorre a construção da ciência.

O questionário inicial aponta que os alunos se encontravam no estado concreto, segundo a lei dos três estados do espírito científico proposto por Bachelard (1996). Na análise geral dos dados coletados, foi possível perceber indícios de possível evolução no espírito científico de alguns alunos. Importante lembrar que o desenvolvimento do espírito científico, é fruto de um trabalho contínuo e extenso.

Em dois meses de atividades foi possível levantar indícios de mudanças, deixando a impressão de que a vivência contínua do método investigativo, pode futuramente vir a desenvolver o espírito científico dos estudantes.

Outro ponto é a questão de como medir o espírito científico. O presente trabalho procurou utilizar diferentes instrumentos, como diversos questionário, entrevistas, observação e as respostas das folhas de atividades. Tudo isso possibilitou encontrar indícios e mostrou o quão difícil e complexo é avaliar o espírito científico. Pela leitura do livro de Bachelard (1996), *A formação do espírito científico*, é possível perceber que o desenvolvimento do espírito científico, é fruto de constante esforço e necessita de tempo para se alcançar o nível abstrato. Bachelard (1996, p. 22) diz que *“só a razão dinamiza a pesquisa, porque é a única que sugere para além da experiência comum (imediate e sedutora) a experiência científica (indireta e fecunda)”*. No ato de questionar as respostas que confirmam o que já se sabe, ocorre a evolução do espírito. Romper com as barreiras, libertar os estudantes da comodidade da aceitação sem reflexão, não é tarefa fácil, como discutido por Bachelard (1996, p. 17) *“É no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem por uma espécie de imperativo funcional lentidões e conflitos”*. Discutindo que o espírito passa por momentos de estagnação e o quão difícil é transcender do estado concreto e romper a experiência imediata. Em consequência a esses conflitos Bachelard (1996, p. 20) defende que *“as crises de crescimento do pensamento implicam uma reorganização total do sistema de saber”*.

5.2 Considerações finais

O presente trabalho buscou explorar o uso de atividades investigativas em espaços que fugiam às regras impostas pela escola. A ideia de criar um Clube de Química, surgiu ao se pensar na liberdade que o aluno deveria ter ao realizar atividades investigativas, sem o receio de estar em um ambiente, onde o método mais trabalhado é o tradicional, em que os alunos só falam quando lhe for solicitado e às vezes ainda são considerados “tabulas rasas”. Para isso

inicialmente foi pensado em desenvolver o Clube de Química em espaços não formais e assim foi realizado o estudo piloto em um museu de ciências da cidade, mas por questão de espaço e horário, a pesquisa acabou sendo realizada metade em um espaço não-formal e outra metade em um espaço formal.

Durante a realização da pesquisa muitas dificuldades apareceram. Inicialmente a pesquisa seria realizada em uma escola localizada em uma cidade vizinha de São Carlos-SP, em Ribeirão Bonito-SP. O Clube de Química chegou a ser criado e aconteceu por aproximadamente dois meses, mas devido ao fluxo de alunos, quase todos encontros apareciam alunos novos e começaram a ocorrer muitas faltas, então foi decidido que seria melhor realizar a coleta de dados em um outro espaço. Em paralelo com o clube de Ribeirão Bonito, foi criado um outro Clube de Química na cidade de São Carlos e suas atividades aconteciam semanalmente no Centro de Divulgação Científica e Cultural da USP, mas por questão de espaços e horários, o clube teve que mudar suas atividades para o Laboratório de Investigações em Ensino de Ciências Naturais do Instituto de Química de São Carlos até a conclusão da coleta de dados. Embora se tenha mudado para um espaço que estava fora do planejamento inicial, aparentemente essa mudança foi muito positiva para os alunos do Clube, pois eles ficaram bem animados em realizar as atividades em um laboratório de pesquisa. Afinal, como a ideia inicial do método investigativo é fazer com que os alunos se sintam cientistas, nada melhor do que estar em um laboratório de pesquisa para se sentir como tal.

Embora na pesquisa buscou-se por indícios de mudança no espírito científico dos alunos, não podemos fechar os olhos para outras percepções que o pesquisador teve sobre as atividades. No início do Clube os alunos se sentiam “perdidos” ao ter liberdade para pensar e propor experimentos, a liberdade das atividades que provavelmente os mesmos não tinham devido ao formato seguido pelas escolas. No final do Clube foi possível notar que ocorreu um aumento na confiança dos alunos, aquele medo inicial de tentar ou de arriscar suas ideias, já não se via mais. Outro ponto importante percebido foi que o nível dos alunos em relação ao quanto escreviam, se participavam das discussões e apresentavam suas ideias melhorou, alunos que já tinham essas características apresentaram uma breve melhora, mas alunos que tinham maiores dificuldades, apresentaram grande melhora. O que nos faz concluir que esse tipo de atividade contribui para o desenvolvimento do aluno e pelo observado a contribuição é ainda maior para alunos que apresentam essas dificuldades. Para se ter certeza disso, estudos mais aprofundados precisam ser realizados, mas no decorrer dos dois meses de clube foi possível ter essa impressão.

Vide que o desenvolvimento do espírito científico é demorado. Conseguimos perceber

alguns indícios, mas é importante que pesquisas sejam feitas com mais tempo de aplicação das atividades, para que seja possível determinar uma mudança de estado no espírito científico.

Cabe fazer uma discussão sobre o espaço propiciado pelo Clube de Química. O clube de ciências como modelo foi escolhido baseado na definição proposta por Mancuso, Lima e Bandeira (1996) em que seria um espaço onde pessoas que possuem o mesmo interesse, discutir ciência, encontram-se para fazê-la. Desta forma um dos pressupostos que partimos o de que os alunos deveriam ter interesse em discutir ciências, estaria garantido. A forma como foram propostas as atividades do Clube foi muito satisfatória para a pesquisa e mostrou-se adequada nesse pouco tempo de duração, mas vale uma reflexão sobre o ambiente “Clube de Ciências”. A definição de clube não remete a um espaço onde obrigatoriamente sejam feitos experimentos chamativos afim de despertar o interesse do aluno, vale lembrar que despertar o interesse não é objetivo primordial do clube, mas sim o de discutir ciência. Santos (2007) faz uma reflexão sobre os prazeres que atividades escolares têm buscado, e cabe trazer essa reflexão para outras atividades que não são de responsabilidade escolar, mas que buscam a educação de alguma forma, pois em alguns casos a experimentação utilizada em clubes de ciências aparentam chamar a atenção e muitas vezes se restringem a apenas isso.

Torna-se, pois, importante uma reflexão sobre o sentido do prazer que as atividades escolares têm buscado. Seria o prazer trazido pela compreensão de uma questão? Pela descoberta de uma nova possibilidade de conhecer o mundo? Pela maior possibilidade de interagir com o outro através da compreensão de sua realidade? Pelo melhor entendimento dos problemas que nos rodeiam? Pela realização, com sucesso, de uma atividade? (SANTOS, 2007, p. 297).

As atividades de um Clube devem ser pensadas de forma a ser uma atividade prazerosa, mas deve ser agradável no sentido do aluno aprender mais, descobrir algo novo e discutir suas ideias, o que vai ao encontro da curiosidade epistemológica discutida por Bachelard (1996). É preciso se policiar para que as atividades não se tornem prazerosas apenas no sentido de estar em um local diferente manuseando vidrarias e coisas novas, e assim perdendo todo potencial que esse espaço pode proporcionar para a educação e também para formação científica.

Em relação ao espírito científico, o clube aparentava e se mostrou ser um ambiente favorável para o seu desenvolvimento, por isso cabe a sugestão de outros estudos na área que possam se aprofundar e obter melhores resultados desse ambiente que se mostra tão rico para a pesquisa e o ensino de ciências.

REFERÊNCIAS

ALVES, J. M.; PESSOA, W. R.; SGROTT A.; SANTOS, J. K. R.; SANTOS P. F.; CONCEIÇÃO L. C. S. Sentidos subjetivos relacionados com a motivação dos estudantes do clube de ciências da ilha de Cotijuba. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 3, p. 97-110, 2012.

AULER, D. Enfoque ciência-tecnologia-sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino (ISSN 1980-8631)**, v. 1, n. especial, p. 1-20, 2008.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. 316p.

_____. **Estudos**. Tradução de Estrela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 2008. 88 p.

_____. **A filosofia do não**: filosofia do novo espírito científico. 6. ed. Tradução de Joaquim José Moura Ramos. Lisboa: Presença, 2009. 138 p.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1994. 335 p.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) - Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 12 de nov. 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Conselho Nacional da Educação. Diretoria de Currículos e Educação Integral. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/docman/julho-2013-pdf/13677-diretrizes-educacao-basica-2013-pdf/file>>. Acesso em: 12 de nov. 2016.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEB, 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf>. Acesso em: 12 de nov. 2016.

CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. D.; PRAIA, J.; VILCHES, A. A. **Necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005. 263p.

CANHOTA, C. Qual a importância do estudo piloto? In: SILVA, E. E. (Org.). **Investigação passo a passo**: perguntas e respostas para investigação clínica. Lisboa: APMCG, 2008. p. 69-72.

CARVALHO, A. M. P. D. **Ensino de ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. 152 p.

CHASSOT, Á. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 26, p. 89-100, 2003.

DE GUZZI, M. E. R. **O museu de ciências como promotor da motivação**: lembranças do público do setor de química do CDCC/USP. 264f. Tese (Doutorado) - Departamento de Química, Universidade Federal de São Carlos, 2014.

DE PRÁ, G.; TOMIO, D. Clube de ciências: condições de produção da pesquisa em educação científica no Brasil. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 7, n. 1, p. 179-207, 2014.

DE SOUZA, F. L.; MARCONDES, M. E. R. Interações verbais e cognitivas em aulas de química contextualizadas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 3, p. 95-119, 2013.

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; OLIVEIRA, R. C. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 33. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2006. 148p.

GARCÍA RODRÍGUEZ, J. J.; CAÑAL DE LEÓN, P. ¿Cómo enseñar? Hacia una definición de las estrategias de enseñanza por investigación. **Investigación en la Escuela**, n. 25, p. 5-16, 1995.

GIL-PÉREZ, D. FURIÓ MÁS, C.; VALDÉS, P.; SALINAS, J.; MARTÍNEZ-TORREGROSA, J.; GUISASOLA, J.; SALINAS, J.; GONZÁLEZ, E.; DUMAS CARRÉ, A.; GOFFARD, M.; PESSOA DE CARVALHO, A. M. Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? **Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 2, p. 311-320, 1999.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; RODRIGUEZ, A. B.; DUSCHL, R. A. "Doing the lesson" or "doing science": Argument in high school genetics. **Science Education**, v. 84, n. 6, p. 757-792, 2000.

KASSEBOEHMER, A. C.; FERREIRA, L. H. O método investigativo em aulas teóricas de Química: estudo das condições da formação do espírito científico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 1 p. 144-168, 2013.

KASSEBOEHMER, A. C.; HARTWIG, D. R.; FERREIRA, L. H. **Contém química 2**: pensar, fazer e aprender pelo método investigativo. 2. ed. São Carlos: Pedro & João, 2015. v. 1.

KASSEBOEHMER, A. C.; FERREIRA, L. H. Elaboração de hipóteses em atividades investigativas em aulas teóricas de química por estudantes de ensino médio. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 3 p. 58-165, 2013.

KUMPULAINEN, K.; MUTANEN, M. The situated dynamics of peer group interaction: An introduction to an analytic framework. **Learning and Instruction**, v. 9, n. 5, p. 449-473, 1999.

LOPES, A. R. C. **Currículo e epistemologia**. Ijuí: Unijuí, 2007. 232 p. (Coleção Educação em Química).

_____. Livros didáticos: obstáculos verbais e substancialistas ao aprendizado da ciência química. **Revista Brasileira de Estudos pedagógicos**, v. 74, n. 177, p. 309-334, 2007.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013. 112 p.

LÔBO, S. F. O ensino de Química e a formação do educador químico, sob o olhar bachelardiano. **Ciência e Educação** (UNESP), v. 14, n. 1 p. 89-100, 2008.

MANCUSO, R.; LIMA, V.; M. D. R.; BANDEIRA, V. A. **Clubes de ciências: criação, funcionamento, dinamização**. Porto Alegre: SE/CECIRS, 1996. 365p.

MARCONDES, M. E. R.; DE SOUZA, F. L.; SILVA, E. L. Transformações químicas e transformações naturais: um estudo das concepções de um grupo de estudantes do ensino médio. **Educación Química**, v. 19, n. 2, p. 114-120, 2008.

MORTIMER, E. F.; MIRANDA, L. C. Transformações: concepções dos estudantes sobre reações químicas. **Química Nova na Escola**, n. 2, p. 23-26, 1995

NOGARO, A.; GRANELLA, E. O erro no processo de ensino e aprendizagem. **Revista de Ciências Humanas**, v. 5, n. 5, p. 31-56, 2012.

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

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

PELLA, M. O. The laboratory and science teaching. **The Science Teacher**, v. 28, n. 5, p. 29-31, 1961.

SANTOS, W. L. P. D. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 36, p. 474-492, 2007.

SANTOS, L. L. Currículo em tempos difíceis. **Educação em Revista**, n. 45, p. 291-306, 2007.

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**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em ensino de ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SHAW, G. L. O simples e o complexo na educação científica: da ciência à formação docente. **Revista de Educação do Vale do São Francisco**, v. 001, p. 65, 2010.

SOUZA, C. A.; BASTOS, F. P.; ANGOTTI, J. A. P. Cultura científico-tecnológica na educação básica. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 9, n. 1, p. 76-88, 2007.

SUART, R. D. C. Uma análise das habilidades cognitivas manifestadas na escrita por alunos do ensino médio de química em atividades experimentais investigativas. **Enseñanza De Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas**, n. Extra, p. 381-388, 2009.

SUART, R. D. C.; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências & Cognição**, v. 14, n. 1 p. 50-74, 2009.

TRÓPIA, G. Percursos históricos de ensinar ciências através de atividades investigativas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 1, p. 121, 2011.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 3, p. 67, 2011.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Folha de atividade teórico-prática 1

Parte 1

Informações para o aluno

Caro aluno,

Leia o texto abaixo com os seus colegas para realizar a primeira parte da atividade.

Anemia ferropriva

O ferro é um nutriente essencial ao organismo, associado à produção de glóbulos vermelhos e ao transporte de oxigênio dos pulmões para todas as células do corpo.

A anemia por deficiência de ferro, ou anemia ferropriva, é a mais comum de todas as anemias, independentemente do nível socioeconômico do indivíduo. Ela ocorre quando os níveis de íons de ferro (Fe^{+2}) do organismo ficam baixos.

Ela pode instalar-se por carência nutricional, parasitoses intestinais, ou durante a gravidez, o parto e a amamentação. Pode também ocorrer por perdas expressivas de sangue, em virtude de hemorragias agudas ou crônicas por via gastrointestinal ou como consequência de menstruações abundantes.

No entanto, qualquer pessoa pode desenvolvê-la, se não receber a quantidade adequada de íons ferro na dieta ou tiver dificuldade de absorção, que ocorre sobretudo nos intestinos e pode ser mais eficiente quando associada à ingestão de vitamina C e proteínas.

Sintomas

Entre as manifestações clínicas da anemia por deficiência de ferro destacam-se: palidez, cansaço, falta de apetite, apatia, palpitações e taquicardia. Nos estágios mais avançados da doença, ocorrem alterações na pele e nas mucosas (atrofia das papilas da língua e fissuras nos cantos da boca), nas unhas e nos cabelos, que se tornam frágeis e quebradiços.

Em crianças, a anemia ferropriva pode afetar o crescimento, a aprendizagem, e aumentar a predisposição a infecções.

Tratamento

A primeira medida no tratamento da anemia ferropriva é determinar e corrigir a causa da deficiência de ferro. Uma vez constatada a carência, é importante recomendar uma dieta rica nesse nutriente e prescrever sulfato ferroso por via oral. Raros são os casos em que o uso do medicamento por via endovenosa se faz necessário.

A adesão ao tratamento deve ser mantida durante aproximadamente 6 meses depois de o exame de sangue acusar níveis normais de ferro no organismo.

Recomendações

* Dieta equilibrada e rica em ferro é fundamental para prevenir a anemia por deficiência de ferro;

* A adesão ao tratamento é a melhor forma de restabelecer os níveis normais de ferro no sangue;

* Alimentos enriquecidos com ferro (leite, iogurte, pães, cereais matinais, feijão, etc.) ajudam a suprir as necessidades diárias de ferro, que variam de acordo com a idade e o sexo;

* Segundo a Associação Paulista de Medicina, o ferro é melhor absorvido em jejum, seguido por alimentos ricos em vitamina C (laranja, goiaba, morango, limão, agrião, pimentão, vegetais verde escuros), e alimentos amargos (como a alcachofra, jiló e agrião).

Fonte: VARELLA, D. Anemia Ferropriva, 2014. Disponível em: <<http://drauziovarella.com.br/envelhecimento/anemia-ferropriva/>>. Acesso em: 16 de ago. 2016.

É um costume popular colocar um prego no preparo da comida como forma de combater a anemia. Elabore uma hipótese para explicar se esse hábito é correto. Justifique sua resposta utilizando seus conhecimentos.

Pistas (fornecidas individualmente)

1. Pense nas diferentes formas em que os elementos químicos são encontrados na natureza e estudados na escola

Explique o raciocínio que você utilizou para propor sua(s) estratégia(s):

Parte 2

Informações para o aluno

1. Formas em que o ferro é encontrado na natureza

O ferro pode ser encontrado de diferentes formas na natureza

- a) Fe^0 (ferro metálico) é um metal (*prego*);
- b) Fe^{+2} e Fe^{+3} (íons ferro), são encontrados dissolvidos ou ligados a outros elementos químicos (*solução*);
- c) Fe_2O_3 e FeO (óxidos de ferro), a conhecida “ferrugem” com coloração marrom-avermelhada (*prego oxidado*);
- d) FeSO_4 (sulfato ferroso), é um mineral essencial para o corpo e tem coloração branca (*comprimido*).

2. Conversões entre as formas de ferro

Os íons ferro podem se converter entre as formas descritas acima de diferentes maneiras. Por exemplo:

a) Misturando com ácido:

b) Misturando com base:

c) Misturando com oxigênio do ar:

prego ferrugem

d) Misturando com água oxigenada:

incolor água oxigenada

3. Problema proposto:

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) é o órgão responsável pelo controle sanitário de produtos e serviços, está realizando testes para avaliar se os medicamentos para anemia realmente contêm ferro em sua composição, e para isso solicitou ajuda do Clube de química.

Como podemos identificar a presença de ferro em um medicamento?

Você tem os seguintes materiais e reagentes disponíveis:

- béqueres de 50 mL;
- béqueres de 100 mL;
- seringas descartáveis de 10 mL;
- seringa descartável de 5 mL;
- almofariz e pistilo;
- tubos de ensaio;
- bastão de vidro;
- espátula;
- funil;
- papel de filtro;
- Estilete;
- balança;
- água;
- Sulferrol®
- Solução de hidróxido de sódio 1,0 mol/L;
- Solução de ácido clorídrico 1,0 mol/L;
- Solução de água oxigenada 10 V;
- Álcool;
- Sal;
- Pimenta;

Descreva detalhadamente um procedimento experimental para detectar a presença de ferro no comprimido Sulferrol®.

APÊNDICE B - Folha de atividade teórico-prática 2
Parte 1

Informações para o aluno

Caro aluno,

Leia o texto abaixo com os seus colegas para realizar a primeira parte da atividade.

Aline precisava tomar um remédio, o qual vinha na forma de comprimido efervescente. A caixa do medicamento dizia que cada comprimido pesava 4,85g. Então Aline pegou um copo com 100ml de água e adicionou o comprimido, rapidamente o comprimido desapareceu. Aline ficou curiosa e resolveu pesar o copo com a solução, mas ao pesar ela tomou um susto! Aline sabia que o copo pesava 100g e que a quantidade de água pesava 100g mais o peso do comprimido (4,85g), então a balança deveria marcar 204,85g, certo? Mas ao invés disso, ela estava marcando 203,5g.

Fonte: <http://www.habanaradio.cu/wp-content/blogs.dir/2/files/sites/2/2013/10/antiacidos.jpg>

Ajude a Aline.

Elabore uma explicação para a diminuição da massa do sistema, utilizando conceitos químicos e considerando que não houve erro de manipulação pela Aline. (Se preferir, você pode utilizar um desenho para ajudar a explicar seu modelo).

Pistas

1. Pense no que ocorre quando o comprimido entra em contato com a água

Explique o raciocínio que você utilizou para propor sua(s) estratégia(s):

Parte 2

Informações para o aluno

1. Alguns tipos de reações

Bicarbonato de Sódio + Ácido acético → acetato de sódio + água + gás carbônico

Papel + oxigênio → cinza + produtos gasosos

Ferro + oxigênio → óxido de ferro (ferrugem)

2. Problema proposto

Como podemos provar que depois de uma reação, a massa final é igual à massa inicial?

Você tem os seguintes materiais e reagentes disponíveis:

- Folha de papel
- Palha ou lã de aço
- Palitos de fósforo
- Uma balança
- Balão de festa
- Erlenmeyer
- Bequer
- Espátula
- Balança
- Bicarbonato de sódio (NaHCO_3)
- Vinagre (solução aquosa de ácido acético, CH_3COOH)

Descreva detalhadamente o procedimento experimental que você deve adotar para provar que depois de uma reação, a massa final é igual à massa inicial.

APÊNDICE C - Folha de atividade teórico-prática 3

Parte 1

Informações para o aluno

Caro aluno,

Observe o experimento atentamente. Nele, o líquido contido dentro da garrafa permanecia incolor quando em repouso e, ao agitar a garrafa, o líquido adquire a coloração azul, voltando à incolor ao ser deixado em repouso.

Agora leia o texto abaixo com os seus colegas para realizar a primeira parte da atividade.

Sabemos que "na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma". Essa frase foi dita por Lavoisier no século XVII, sendo assim, fica difícil aceitar que o fenômeno observado do líquido ficar mudando sua coloração, trata-se de um truque de mágica. Para fazer esse experimento foi utilizado água, soda cáustica (NaOH), glicose ($C_6H_{12}O_6$) e o azul de metileno que é um indicador.

Fonte: <http://quipibid.blogspot.com.br/2012/05/garrafa-azul.html>

Elabore uma hipótese, utilizando seus conhecimentos, para o fenômeno de mudança de cor da solução (se preferir, você pode utilizar um desenho para ajudar a explicar seu modelo).

Pistas (fornecidas individualmente)

1. Pense sobre as evidências de reação

Explique o raciocínio que você utilizou para propor sua(s) estratégia(s):

Parte 2

Informações para o aluno

Informações sobre a amônia

Em temperatura ambiente a amônia (NH_3) é um gás incolor, toxico e corrosivo quando entra em contato com umidade. Possui um odor muito forte, as vezes até semelhante à urina. É muito reativo com a água e por isso deve se ter cuidado ao manuseá-lo.

Algumas reações com amônia

Indicador ácido-base

Os indicadores ácido-base são utilizados para identificação do pH das substâncias. Os indicadores são formados por substâncias que ao entrar em contato com os íons H^+ em (meio ácido) ou íons OH^- (meio alcalino) que estão livres na solução, têm a propriedade de mudar de coloração, e assim, podemos identificar se a solução é ácida ou alcalina.

A fenolftaleína é um indicador incolor e tem a propriedade de mudar de cor quando entra em contato com uma base. Quando a fenolftaleína é adicionada em meio básico a solução se torna rosa devido a concentração de íons OH^- . Por outro lado, se ela for adicionada em meio ácido ela continua incolor.

Problema proposto:

Seria possível reverter uma reação química?

Você tem os seguintes materiais e reagentes disponíveis:

- Solução amoniacal para limpeza
- Bicarbonato de amônio (sal amoníaco)
- Bicarbonato de sódio
- Béquer de 250 mL
- Colher (tamanho de café)
- Conta-gotas de 3 mL
- Fenolftaleína
- Álcool
- Béquer de 100 mL (ou copinho plástico descartável)
- Vinagre
- Sal

Descreva detalhadamente o procedimento experimental que você deve adotar para reverter uma reação química.

APÊNDICE D - Folha de atividade teórico-prática 4

Parte 1

Informações para o aluno

Caro aluno,

Leia o texto abaixo com os seus colegas para realizar a primeira parte da atividade.

A imagem abaixo mostra uma forma de gelar bebidas, bem conhecida popularmente, e muito utilizada em festas. Segundo o conhecimento popular, a adição de sal no gelo cria uma mistura frigorífica que é capaz de gelar muito mais rápido sua bebida.

Fonte: <http://revistagalileu.globo.com/Revista/Common/0,,EMI313395-17825,00-COMO+GELAR+CERVEJA+EM+MINUTOS.html>

Elabore uma explicação, utilizando conceitos químicos, para o fato das bebidas gelarem mais rápido na mistura criada na imagem (se preferir, você pode utilizar um desenho para ajudar a explicar seu modelo).

Pistas (fornecidas individualmente)

1. Pense no gráfico das escalas de Temperatura:

Imagem 1. Gráficos das escalas de Temperatura da água pura e de uma mistura.

Explique o raciocínio que você utilizou para propor sua(s) estratégia(s):

Parte 2**Questão problema**

Como podemos verificar qual líquido evapora mais rápido?

Você tem os seguintes materiais e reagentes disponíveis:

- Béqueres de 100 mL;
- Forma de empada
- Termômetro
- Conta-gotas
- Álcool
- Glicerina líquida
- Água
- Acetona
- Cronômetro

Descreva detalhadamente o procedimento experimental que você deve adotar para estudar qual líquido evapora mais rápido.

APÊNDICE E - Folha de atividade teórico-prática 5

Parte 1

Informações para o aluno

Caro aluno,

Leia o texto abaixo com os seus colegas para realizar a primeira parte da atividade.

As formas de contaminação de oceanos e rios por óleo podem ser muitas, desde vazamento de navios até descarte de indústrias e urbanos, vazamento de combustíveis e acidentes nas plataformas de petróleo. A contaminação de águas por óleo é algo enorme, pois apenas um litro de óleo é capaz de contaminar um milhão de litros de água. Dentre os problemas causados estão, a redução da passagem de oxigênio do ar para a água, o óleo pode se depositar nas brânquias dos peixes e se aderir nas penas das aves, matando-os.

Imagem 1: Embarcações limpam o petróleo que foi derramado no mar ao longo da província de Rayong, no leste da Tailândia. (Foto: The Nation-Atchara/AP)

Fonte: <http://g1.globo.com/mundo/noticia/2013/07/vazamento-de-petroleo-atinge-litoral-leste-da-tailandia.html>

Elabore uma hipótese para explicar o porquê o óleo não se mistura com a água e fica na superfície da mesma.

Pistas (fornecidas individualmente)

1. Pense em como são moléculas da água e do óleo

Explique o raciocínio que você utilizou para propor sua(s) estratégia(s):

Parte 2

Informações para o aluno

1. A molécula da água é polar e possui regiões negativas e positivas. Essa característica permite a ligação de várias moléculas de água pela criação de “pontes de hidrogênio”.

2. As moléculas da gasolina são apolares:

Solvente: qualquer substância capaz de dissolver os solutos é chamada de solvente.

Soluto: o soluto, normalmente, é a menor parte de uma solução, e é a substância dissolvida no solvente.

3. Interação soluto-solvente

Problema proposto:

A água é conhecida como solvente universal, devido a sua capacidade de dissolver um grande número de substâncias que existem na natureza. Essa característica da água é muito importante para os seres vivos, por exemplo, os sais minerais encontrados no solo que são tão importantes para as plantas, só podem ser absorvidos quando estão dissolvidos em água. No nosso sangue, a água é responsável pelo transporte das vitaminas, sais minerais, açúcares e outras substâncias.

Na parte 1 vimos que o óleo não se mistura com a água.

APÊNDICE F - Folha de atividade teórico-prática 6

Parte 1

Informações para o aluno

Caro aluno,

Leia o texto abaixo com os seus colegas para realizar a primeira parte da atividade.

Corrosão dos metais

A corrosão dos metais é um processo eletroquímico espontâneo muito presente em nosso cotidiano e que causa grandes prejuízos econômicos.

Imagem: A maresia e o contato direto com a água do mar aceleram o processo de corrosão e tornam o navio enferrujado

Fonte: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/corrosao-dos-metais.htm>

“**Corrosão**” é um termo que geralmente é empregado para se referir à destruição gradativa dos metais. Aqui iremos tratar da corrosão eletroquímica. Essa corrosão envolve reações de oxidorredução que transformam os metais em óxidos ou em outros compostos. Por exemplo, como as imagens abaixo mostram, vemos no cotidiano a formação de ferrugem em objetos de ferro, a prata ficar mais escura com o tempo e a formação de uma camada verde, mais conhecida como azinhavre, sobre objetos feitos de cobre.

Imagem: Pilha de metais oxidados

Fonte: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/corrosao-dos-metais.htm>

A corrosão dos metais é um processo que ocorre espontaneamente e causa anualmente grandes prejuízos econômicos para nossa sociedade. Objetos metálicos nos lares são perdidos, tais como utensílios e eletrodomésticos; nas indústrias, equipamentos e máquinas industriais precisam receber manutenção ou ser substituídos; há o risco de vazamentos de materiais poluentes para o meio ambiente, em virtude da corrosão de tubulações e tanques, além de poder também ocorrer acidentes. Nas cidades, ocorre a corrosão de estruturas de pontes, edifícios, carros, navios e monumentos artísticos.

Calcula-se que **30% de todo o aço** (liga metálica feita de aproximadamente **98,5% de ferro, 0,5% a 17% de carbono e traços de silício, enxofre e fósforo**) mundial seja produzido apenas para repor objetos que foram corroídos. Isso nos mostra que o maior prejuízo e a mais conhecida corrosão é a que ocorre com o ferro, formando a ferrugem.

Texto adaptado de: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/corrosao-dos-metais.htm>. Acesso em 07 /09 / 2016.

O Texto aborda os prejuízos causados pela oxidação do ferro. Na primeira imagem (Navio), notamos que o contato com a maresia faz com que o barco enferruje mais rápido, você já deve ter ouvido falar que pessoas que moram no litoral têm esse problema com carros, portões, aparelhos eletrônicos e outros materiais que utilizam metais em sua composição.

Com base em seus conhecimentos, elabore uma hipótese a nível submicroscópico do por que a oxidação dos metais ocorre mais rápido nos litorais (se preferir, você pode utilizar um desenho para ajudar a explicar seu modelo).

Pistas (*fornecidas individualmente*)

1. Pense na dissociação do NaCl (sal) em água. $\text{NaCl}_{(s)} \rightarrow \text{Na}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$

Parte 2

Informações para o aluno

O ácido ascórbico possui coloração branca e é inodora.

Quando submetida a altas temperaturas, por um longo período, a coloração branca é destruída.

O ácido ascórbico possui facilidade para ser oxidado, essa característica faz com que ele seja um ótimo antioxidante.

Uma possível reação do ácido ascórbico é apresentada a seguir, o produto da reação apresenta cor azul.

Problema proposto:

O ácido ascórbico ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$), conhecido popularmente como vitamina C, é um nutriente importante para os processos metabólicos do nosso organismo, mas infelizmente nosso corpo não sintetiza essa substância, por isso é necessária a ingestão de alimentos que possuem essa vitamina, que é um ótimo antioxidante.

Como podemos identificar a diferença de concentração de vitamina C em diferentes alimentos?

Você tem os seguintes materiais e reagentes disponíveis:

- Vitamina C
- Maçã
- Limão
- Suco de laranja
- Tintura de iodo
- Álcool
- Vinagre
- Água
- Arroz
- Refrigerante sabor Limão
- Refrigerante sabor Laranja
- Bolacha de água e sal
- Tubo de ensaio
- Vidro de relógio
- Pipeta Pasteur
- Balança
- Proveta
- Extrato de repolho roxo

Descreva detalhadamente o procedimento experimental que você deve adotar para identificar a diferença de concentração de vitamina C em diferentes alimentos.

APÊNDICE G - Folha de atividade teórico-prática 7**Parte 1****Informações para o aluno**

Caro aluno,

Leia o texto abaixo com os seus colegas para realizar a primeira parte da atividade.

Anemia ferropriva

O ferro é um nutriente essencial ao organismo, associado à produção de glóbulos vermelhos e ao transporte de oxigênio dos pulmões para todas as células do corpo.

A anemia por deficiência de ferro, ou anemia ferropriva, é a mais comum de todas as anemias, independentemente do nível socioeconômico do indivíduo. Ela ocorre quando os níveis de íons de ferro (Fe^{+2}) do organismo ficam baixos.

Ela pode instalar-se por carência nutricional, parasitoses intestinais, ou durante a gravidez, o parto e a amamentação. Pode também ocorrer por perdas expressivas de sangue, em virtude de hemorragias agudas ou crônicas por via gastrointestinal ou como consequência de menstruações abundantes.

No entanto, qualquer pessoa pode desenvolvê-la, se não receber a quantidade adequada de íons ferro na dieta ou tiver dificuldade de absorção, que ocorre sobretudo nos intestinos e pode ser mais eficiente quando associada à ingestão de vitamina C e proteínas.

Sintomas

Entre as manifestações clínicas da anemia por deficiência de ferro destacam-se: palidez, cansaço, falta de apetite, apatia, palpitações e taquicardia. Nos estágios mais avançados da doença, ocorrem alterações na pele e nas mucosas (atrofia das papilas da língua e fissuras nos cantos da boca), nas unhas e nos cabelos, que se tornam frágeis e quebradiços.

Em crianças, a anemia ferropriva pode afetar o crescimento, a aprendizagem, e aumentar a predisposição a infecções.

Tratamento

A primeira medida no tratamento da anemia ferropriva é determinar e corrigir a causa da deficiência de ferro. Uma vez constatada a carência, é importante recomendar uma dieta rica nesse nutriente e prescrever sulfato ferroso por via oral. Raros são os casos em que o uso do medicamento por via endovenosa se faz necessário.

A adesão ao tratamento deve ser mantida durante aproximadamente 6 meses depois de o exame de sangue acusar níveis normais de ferro no organismo.

Recomendações

* Dieta equilibrada e rica em ferro é fundamental para prevenir a anemia por deficiência de ferro;

* A adesão ao tratamento é a melhor forma de restabelecer os níveis normais de ferro no sangue;

* Alimentos enriquecidos com ferro (leite, iogurte, pães, cereais matinais, feijão, etc.) ajudam a suprir as necessidades diárias de ferro, que variam de acordo com a idade e o sexo;

* Segundo a Associação Paulista de Medicina, o ferro é melhor absorvido em jejum, seguido por alimentos ricos em vitamina C (laranja, goiaba, morango, limão, agrião, pimentão, vegetais verde escuros), e alimentos amargos (como a alcachofra, jiló e agrião).

Fonte: VARELLA, D. Anemia Ferropriva, 2014. Disponível em: <<http://drauziovarella.com.br/envelhecimento/anemia-ferropriva/>>. Acesso em: 16 de ago. 2016.

É um costume popular colocar um prego no preparo da comida como forma de combater a anemia. Elabore uma hipótese para explicar se esse hábito é correto. Justifique sua resposta utilizando seus conhecimentos.

Pistas (*fornecidas individualmente*)

1. Pense nas diferentes formas em que os elementos químicos são encontrados na natureza e estudados na escola

Explique o raciocínio que você utilizou para propor sua(s) estratégia(s):

Parte 2

Informações para o aluno

1. Formas em que o ferro é encontrado na natureza

O ferro pode ser encontrado de diferentes formas na natureza

- a) Fe^0 (ferro metálico) é um metal (*prego*);
- b) Fe^{+2} e Fe^{+3} (íons ferro), são encontrados dissolvidos ou ligados a outros elementos químicos (*solução*);
- c) Fe_2O_3 e FeO (óxidos de ferro), a conhecida “ferrugem” com coloração marrom-avermelhada (*prego oxidado*);
- d) FeSO_4 (sulfato ferroso), é um mineral essencial para o corpo e tem coloração branca (*comprimido*).

2. Conversões entre as formas de ferro

Os íons ferro podem se converter entre as formas descritas acima de diferentes maneiras. Por exemplo:

a) Misturando com ácido:

b) Misturando com base:

c) Misturando com oxigênio do ar:

d) Misturando com água oxigenada:

3. Problema proposto:

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) é o órgão responsável pelo controle sanitário de produtos e serviços, está realizando testes para avaliar se os medicamentos para anemia realmente contêm ferro em sua composição, e para isso solicitou ajuda do Clube de química.

Como podemos identificar a presença de ferro em um medicamento?

Você tem os seguintes materiais e reagentes disponíveis:

- béqueres de 50 mL;
- béqueres de 100 mL;
- almofariz e pistilo;
- tubos de ensaio;
- bastão de vidro;
- espátula;
- funil;
- papel de filtro;

- Descreva detalhadamente um procedimento experimental para detectar a presença de ferro no comprimido Sulferrol®.

[illegible]

APÊNDICE H - Cronograma encontros do Clube de Química

Cronograma encontros do Clube de Química			
Encontros	Semana	Data	Plano de aplicação
1	1º	04/10	Uma atividade experimental de nível 2
2	2º	11/10	Uma Atividade experimental de nível 2 Uma Atividade experimental de nível 3
3	3º	18/10	Atividade teórico-prática 1
4	4º	25/10	Atividade teórico-prática 2
5	1º	01/11	Atividade teórico-prática 3
6	2º	08/11	Atividade teórico-prática 4
7	3º	15/11	Atividade teórico-prática 5
8	4º	22/11	Atividade teórico-prática 6
9	5º	29/11	Atividade teórico-prática 7

APÊNDICE I - Questionário inicial

Nome: _____ turma: _____ data ____/____/____

Que fenômeno está representado nas imagens abaixo?

Explique com base nos seus conhecimentos. Utilize tudo que você aprendeu na escola e fora dela.

Como você explicaria o fenômeno representado na imagem abaixo?

Assinale duas alternativas:

Eu explicaria...

☐ sobre o crescimento de plantas

☐ sobre conceitos de química

- [] sobre a importância do Sol para as plantas
- [] sobre equação química envolvidas no crescimento das plantas
- [] que esta imagem está errada, porque está saindo fumaça da planta
- [] sobre modelos atômicos, os átomos e moléculas envolvidos.
- [] que a planta precisa de ar para realizar a fotossíntese
- [] que o Sol é o responsável pela respiração das plantas
- [] que existem fenômenos que ocorrem, mas que não conseguimos enxergar

Nanotecnologia na produção de metais

Técnica brasileira permite a extração de metais com custo baixo e menores impactos ambientais.

Metais desempenham um papel essencial na tecnologia: carros, celulares, prédios e materiais cirúrgicos, entre outros produtos, são feitos de metais. Porém, paralelamente a um aumento na demanda por materiais metálicos, observa-se um esgotamento das fontes de minérios ricos em metais, além de uma preocupação crescente com o impacto da produção de metais sobre o meio ambiente. Nesse contexto, surgem a hidrometalurgia e, posteriormente, a nanohidrometalurgia magnética.

Nas duas últimas décadas, a produção mundial de metais como cobre, estanho, ouro e níquel vem passando por modificações importantes em seus processos, sempre buscando gerar menos poluentes. Entre as novas tecnologias de produção de metais destaca-se a hidrometalurgia, um processo no qual o minério contendo o metal desejado é dissolvido em ácido e depois é sequestrado por uma molécula específica e separado da solução por meio da extração com solventes orgânicos e recuperado com a ajuda da aplicação de uma corrente elétrica. Porém, a hidrometalurgia tem suas limitações, principalmente relacionadas aos solventes orgânicos e agentes sequestrantes que causam danos ao meio ambiente. Além disso, o processo de extração é complexo e exige diversas etapas.

Um processo, e que se encontra em processo de aprimoramento e automatização, denominado nanohidrometalurgia magnética (NHM), visa aprimorar a hidrometalurgia e resolver essas duas limitações. Sua chave são nanopartículas de magnetita, minúsculos ímãs cuja superfície pode ser preparada para capturar metais em meio aquoso. Assim, basta colocar uma amostra dessas nanopartículas em uma solução contendo o metal de interesse, agitar e usar um ímã para direcionar as nanopartículas para a superfície de um eletrodo, onde o metal será produzido mediante passagem de corrente elétrica. Após o uso, as mesmas nanopartículas magnéticas podem ser reutilizadas para capturar mais metal em um número indefinido de ciclos, o que torna o processo mais econômico. Além de servir à produção de ligas metálicas, a técnica NHM pode ser empregada na recuperação de prata de radiografia e de cobre de placas velhas de computadores, entre outras utilidades. A técnica ainda não é aplicada em indústrias mineradoras, embora esteja patenteada e aprimorada em laboratório. Para que isso possa acontecer em um futuro próximo, estudos para viabilizar o uso da técnica em maiores escalas estão em curso.

Texto adaptado do site: ciência hoje on-line.

Imagine que os cientistas que desenvolveram esse processo estarão disponíveis para uma entrevista na sua escola e o seu professor pediu para sua turma elaborar algumas perguntas para eles. Você consegue propor alguma questão para entender melhor o que está escrito neste texto ou a própria pesquisa deles? Qual (is)?

O que você faz quando fica curioso com algo novo?

Você acha importante fazer perguntas para aprender a matéria da escola? Explique sua resposta.

APÊNDICE J - Questionário pós-prática

Prática: _____

Em relação a prática realizada no encontro de hoje. **Classifique o grau de concordância com as afirmações abaixo.**

Onde:

1-Não concordo totalmente **2**-Não concordo parcialmente **3**-Não concordo nem descordo **4**-Concordo parcialmente **5**-Concordo totalmente

	1	2	3	4	5
A prática foi interessante					
Gostei de expor minhas ideias					
Me senti entediado enquanto realizava a prática					
Eu fiz mais perguntas hoje do que na prática passada					
Eu procurei saber mais sobre a prática anterior fora do Clube					
Me senti desafiado					
Fiquei com vontade de saber mais sobre o fenômeno					
Errar me desanimou					
Acho interessante poder discutir sobre a prática com os colegas					
Eu me senti à vontade para falar					

Qual pergunta você fez nessa prática que te ajudou mais a entender o fenômeno? _____

Relatório

Título :

Qual foi o objetivo da atividade?

O que você fez?

Você chegou em quais conclusões depois de realizar o experimento

Faça uma explicação macroscópica dos fenômenos

Faça uma explicação submicroscópica dos fenômenos

APÊNDICE K - Roteiro de Observação

1. Comportamental

Comportamental	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Como os alunos se portam no decorrer das atividades (se prestam atenção, se bagunçam).			
Os alunos se interessam pelas atividades?			
Eles aparentam estar motivados?			
Os membros dos grupos colaboram uns com ou outros? De que forma?			
Os alunos se sentiram à vontade para falar ou ficaram inibidos?			
Os alunos expuseram sua opinião mesmo achando que estavam errados?			

2. Questionamentos

Questionamentos	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
No decorrer das atividades observar se os alunos fazem perguntas e quantas.			

As atividades estão permitindo que o aluno tenha liberdade de questionar e discutir?			
Os questionamentos são relevantes?			
Houve discussões em grupo?			
Quantas perguntas os alunos fizeram em cada encontro?			

3. Explicações dos fenômenos ou das hipóteses

Explicações dos fenômenos ou das hipóteses	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Quantos conceitos científicos usaram			
Fizeram referência ao nível submicroscópico			
Qual predominou: o macro ou o submicro?			

Observações:

Síntese dos encontros (individual para cada aluno)

- Houve progressos no desenvolvimento do espírito científico?

- Houve regressões? Pode-se supor quando e por que ocorreram?

- Como era sua participação (questionamentos, discussão e interação) no início do Clube e como é agora?

#	- Houve progressos no desenvolvimento do espírito científico?	Houve regressões? Pode-se supor quando e por que ocorreram?	- Como era sua participação (questionamentos, discussão e interação) no início do Clube e como é agora?
1			
2			

3			
4			
5			

APÊNDICE L - Roteiro: Entrevista semi-estruturada com Professor dos alunos.**Perguntas**

1. Como o aluno é na sua aula? Na sua opinião ele gosta de estudar?
2. O aluno se comporta durante as aulas?
3. Você notou mudanças nas atitudes dele na sala de aula?
4. Houve aumento no interesse dele pela disciplina?
5. Ele está questionando mais?
6. Quando ocorre alguma discussão ele costuma participar?
7. Você acha que ele está estudando mais?
8. Ele demonstra empolgação para novos assuntos?

APÊNDICE M - Analise das respostas de todas as atividades teóricas por aluno

Respostas parte 1: Atividade Investigativa Teórica			
	Respostas	Análise	Indícios
	Atividade 1		
Explicação			
Raciocínio			
	Atividade 4		
Explicação			
Raciocínio			
	Atividade 5		
Explicação			
Raciocínio			
	Atividade 3		
Explicação			
Raciocínio			
	Atividade 6		
Explicação			
Raciocínio			
	Atividade 2		
Explicação			
Raciocínio			
	Atividade 7		
Explicação			
Raciocínio			

APÊNDICE N - Análise das respostas de todas as atividades práticas por aluno.

Respostas parte 2: Atividade Investigativa Prática			
	Respostas	Análise	Indícios
	Atividade 1		
Hipótese			
Procedimento			
Resultados			
Conclusão			
Nova hipótese (caso identifique erro)			
	Atividade 2		
Hipótese			
Procedimento			
Resultados			
Conclusão			
Nova hipótese (caso identifique erro)			
	Atividade 3		
Hipótese			
Procedimento			
Resultados			
Conclusão			
Nova hipótese (caso identifique erro)			
	Atividade 4		
Hipótese			
Procedimento			
Resultados			
Conclusão			
Nova hipótese (caso identifique erro)			
	Atividade 5		
Hipótese			
Procedimento			
Resultados			
Conclusão			
Nova hipótese (caso identifique erro)			
	Atividade 6		
Hipótese			
Procedimento			
Resultados			
Conclusão			
Nova hipótese (caso identifique erro)			
	Atividade 7		
Hipótese			
Procedimento			
Resultados			
Conclusão			
Nova hipótese (caso identifique erro)			