ANNA CAROLINA FERASIN VILARRUBIA

**Aspectos do ensino por investigação em uma sequência didática elaborada
por futuros professores de Biologia**

São Paulo

2017

Anna Carolina Ferasin Vilarrubia

**Aspectos do ensino por investigação em uma sequência didática elaborada
por futuros professores de Biologia**

Versão Corrigida

(Versão original encontra-se na unidade que aloja o Programa de Pós-graduação)

Dissertação apresentada ao Programa Interunidades em
Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Daniela Lopes Scarpa

Assinatura: _____

São Paulo

2017

A U T O R I Z A Ç Ã O

Eu, **Anna Carolina Ferasin Vilarrubia** CPF **36894213810**, autorizo que a Dissertação de Mestrado de minha autoria, intitulada “**Aspectos do ensino por investigação em uma sequência didática elaborada por futuros professores de Biologia**” esteja disponibilizada em formato digital ao público, mediante acesso on-line via Internet, a partir desta data, em especial nos seguintes sites:

- a. Site do Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo;
- b. Site da CAPES;
- c. Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da Universidade de São Paulo.

São Paulo, 23 de Janeiro de 2018.

E-mail não USP para contato após encerramento do curso:

- proanna407@gmail.com

FICHA CATALOGRÁFICA
Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação
do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Vilarrubia, Anna Carolina Ferasin

Aspectos do ensino por investigação em uma sequência didática elaborada por futuros professores de biologia. São Paulo, 2017.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências.

Orientador(a): Profa. Dra. Daniela Lopes Scarpa
Área de Concentração: Ensino de Biologia

Unitermos: 1. Biologia – Estudo e ensino; 2. Formação de professores; 3. Programas de ensino superior; 4. Ensino e aprendizagem; 5. Didática.

USP/IF/SBI-071/2017

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Eliana e Odair, e à minha irmã, Nathalie, pelo apoio incondicional às minhas escolhas, por todo suporte e pelo amor e carinho e paciência dedicados durante esta longa fase acadêmica;

Ao meu marido, Tiago, por não me deixar desaminar nos momentos de crise e estresse, por todo amor, companheirismo e principalmente paciência;

À Prof.^a Daniela Scarpa, pela orientação desta pesquisa, paciência, resiliência e confiança no meu trabalho e por todas as oportunidades de aprendizagem e crescimento proporcionadas;

À Prof.^a Sandra Maria Tonidandel e à Prof.^a Anna Maria de Pessoa Carvalho, pelas valiosas e essenciais contribuições na qualificação;

A todos os integrantes do BioIn, com os quais convivi durante quase quatro anos em reuniões semanais, disciplinas e em eventos acadêmicos. Agradeço em especial à Aline Geraldi, à Jenifer Virgino dos Santos pelo afeto, amizade, parceria e atenção diante das minhas reclamações e frustrações ao longo da pesquisa;

Aos docentes integrantes da CPGI, pelo valioso convívio e experiência formativa;

Aos sujeitos dessa pesquisa, que forneceram seu tempo e energia para a coleta dos dados;

Aos integrantes da secretaria Rosana e Thomas, pela sua disposição perene e paciência;

A todos os colegas deste Programa Interunidades em Ensino de Ciências, companheiros de disciplinas, em especial a João Paulo Rodrigues, pelo companheirismo e troca de aprendizados acadêmicos e pessoais.

RESUMO

É comum encontrar em escolas brasileiras um ensino de ciências que prioriza aulas expositivas com a valorização de conteúdos conceituais com caráter descritivo, memorístico e descontextualizado com o cotidiano e com a realidade dos alunos e/ou da comunidade escolar. O ensino por investigação dentro do contexto da Alfabetização Científica (AC) desvia o foco do ensino de ciências na memorização de conceitos, privilegiando estratégias de como relacionar os conceitos científicos aprendidos de forma a contribuírem para a construção de uma visão consciente e crítica sobre os processos de produção do conhecimento científico. Essa abordagem de ensino, contudo, enfrenta uma série de dificuldades para ser implementada, destacando-se a má formação docente durante a vida acadêmica; os licenciandos saem despreparados com concepções errôneas do ensino por investigação, refletindo em equívocos, por exemplo, na elaboração de sequências didáticas investigativas. A existência de programas de aperfeiçoamento profissional durante a graduação, como o PIBID, por exemplo, podem promover esclarecimentos aos futuros docentes acerca sobre princípios do ensino por investigação, permitindo a construção de sequências didáticas investigativas. Com isso, essa pesquisa teve como objetivo investigar os aspectos do ensino por investigação que poderiam estar presentes em uma sequência didática (sd) elaborada por licenciandos dentro do contexto, PIBID-IB/USP. Para isso, foram analisados os planos de aula e as atividades da sd através da ferramenta DEEnCI, identificando em quais momentos da aplicação da sd houve um maior ou menor direcionamento dos licenciandos. Além disso, foram aplicados questionários e entrevistas com os licenciandos para análise das suas ideias e compreensões sobre o ensino por investigação. Como resultados, notou-se que a sequência didática elaborada pelos licenciandos proporcionou: resgate dos conhecimentos prévios, coleta e análise de dados, engajamento dos alunos mediante perguntas de pesquisa e aplicação dos conceitos aprendidos, de maneira integrada e articulada na última atividade da sd, representando uma situação real, vivenciada pela comunidade escolar. Os dados da ferramenta juntamente com os obtidos pelas entrevistas e questionários demonstram que os licenciandos foram mais atuantes em alguns momentos da aplicação da sd, como na interpretação de conceitos e na análise de dados. Isso, no entanto, não deve ser mal interpretado, pois os licenciandos dessa pesquisa tinham pouca e/ou nenhuma experiência como docente, assim, um maior direcionamento da investigação faz com que os licenciandos se sintam mais seguros mediante a execução da atividade. Dessa maneira, essa pesquisa apresentou análises importantes e pertinentes do PIBID dentro do contexto IB/USP, na perspectiva de apresentar quais foram os avanços e limitações do grupo escola estudado, para incorporar e promover o ensino por investigação na elaboração, planejamento e a aplicação de sequências didáticas investigativas, reforçando assim, a importância de programas de formação docente, nesse caso o PIBID, como um instrumento relevante para a formação docente.

Palavras-chave: Formação de professores. Ensino por Investigação. PIBID. Sequência didática investigativa.

ABSTRACT

It is common to find in Brazilian schools, a science education that prioritizes expository classes with the valuation of conceptual contents with a descriptive, memoristic and decontextualized character with daily life and with the reality of students and / or community. Inquiry Based Science Education (IBSE), within the context of Scientific Literacy (AC) deviates the focus of science teaching on the memorization of concepts, privileging strategies of how to relate the scientific concepts learned in order to contribute to the construction of a conscious and critical vision on the processes of production of scientific knowledge. In addition, the IBSE can develop skills such as observing phenomena, defining problems and formulating a research question, developing hypotheses to be tested, designing experiments, interpreting data, and using data as evidence so that they can therefore be scientifically literate. This approach, however, faces a number of difficulties to be implemented, especially teacher mismanagement during academic life. In this way, the student teachers are left unprepared with misconceptions about research teaching, reflecting in misunderstandings, for example in the elaboration of inquiry sequence learning. The existence of professional development programs during graduation, such as the PIBID, for example, can promote the clarification of future teachers about the principles of IBSE, allowing the construction of didactic sequences of research. Therefore, this research aimed to investigate the aspects of IBSE that could be identified in a didactic sequence elaborated by student teachers within the context, PIBID-IB / USP. For that, the lesson plans and SD activities were analyzed through the DEEnCI tool, identifying in which moments of the SD application there was a greater or lesser direction of the teacher students. In addition, questionnaires and interviews with the teacher students were applied to analyze their ideas and their understandings about research teaching. As a result, it was noticed that the didactic sequence elaborated by the student teacher provided: the retrieval of previous knowledge, data collection and analysis, students' engagement through research questions and application of the concepts learned, in an integrated and articulated way in the last activity of SD, representing a real situation experienced by the school community. The data of the tool together with those obtained by the interviews and questionnaires show that the student teachers were more active in some moments of the application of SD, as in the interpretation of concepts and the analysis of data. However, this should not be misinterpreted because the student teachers of this research had little or no experience as a teacher, so a greater focus of research makes the graduates feel more secure through the execution of the activity. In this way, this research presented important and pertinent analyses of PIBID within the IB / USP context, in order to present the advances and limitations of the studied school group, to incorporate and promote IBSE in the elaboration, planning and application of inquiry sequence learning, thus reinforcing the importance of professional development programs during graduation.

Keywords: Inquiry Based Science Education. Professional Development Programs. Inquiry Sequence Learning.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1 Características do ensino por investigação	10
2.2 Minha concepção sobre ensino por investigação	21
2.4 Considerações sobre o estágio supervisionado e o PIBID: suas características, possibilidades e limitações	27
2.6 Dificuldades dos professores de ciências na prática do ensino por investigação	35
3. OBJETIVOS DE PESQUISA	40
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	41
4.1 Caracterização do PIBID	41
4.2 Caracterização do grupo-escola analisado	42
4.2.1 Descrição das atividades gerais semanais realizadas pelo subgrupo analisado	43
4.3 A SEI elaborada pelo grupo escola	46
4.4 Instrumentos de coleta de dados	55
4.5 Instrumentos de análise de dados	56
4.5.1 A ferramenta Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI)	56
4.5.2 Análises dos questionários e das entrevistas	75
5. RESULTADOS	77
5.1 Análises da sequência didática investigativa	77
5.2 Análises dos questionários e das entrevistas	84
5.3 Análises dos dados da ferramenta de análise da SEI com as categorias dos questionários e das entrevistas	102
6. DISCUSSÃO	107
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	116
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	119
ANEXO A	125
ANEXO B	133
APÊNDICE A	166
APÊNDICE B	173

1. INTRODUÇÃO

Pesquisas sobre ensino de ciências têm reconhecido os potenciais do ensino por investigação para transcender o caráter descritivo e descontextualizado no qual se baseia o ensino das ciências ocorrente na maior parte das escolas brasileiras. Nesse sentido, o ensino por investigação, dentro do contexto da Alfabetização Científica (AC), desvia o foco do ensino de ciências na memorização de conceitos, privilegiando estratégias de como relacionar os conceitos científicos aprendidos de forma a contribuírem para a construção de uma visão consciente e crítica sobre os processos de produção do conhecimento científico. Essa abordagem de ensino permite formar cidadãos mais críticos, autônomos e participativos em fatos relevantes de seu contexto que podem envolver a ciência de alguma forma; sendo importante ainda ressaltar que nem todo aluno do ensino básico seguirá carreiras científicas, mas todos eles serão parte de uma sociedade que discute e utiliza temas científicos (TONIDANDEL, 2013; SCARPA, 2009; CARVALHO, 2014).

Essa abordagem de ensino, contudo, enfrenta uma série de dificuldades para ser implementada, destacando-se: a má formação docente durante a vida acadêmica e o fato de os licenciandos saírem despreparados, com concepções errôneas do ensino por investigação, o que resulta em equívocos, por exemplo, na elaboração de sequências didáticas investigativas. A existência de programas de aperfeiçoamento profissional docente durante a graduação, como o PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência), pode promover esclarecimentos aos futuros docentes acerca de princípios do ensino por investigação, permitindo a elaboração, o planejamento e a aplicação de sequências didáticas investigativas.

Diante disso, esta pesquisa possui a seguinte pergunta: *Quais são os aspectos do ensino por investigação que podem ser encontrados em uma sequência didática elaborada por futuros professores de Biologia em um programa de formação docente?* Para responder essa questão, esta pesquisa pretende investigar os aspectos do ensino por investigação que poderiam estar presentes em uma sequência didática elaborada por licenciandos dentro do contexto do PIBID-IB/USP e identificar como os licenciandos do grupo escola analisado compreendem o ensino por investigação.

Em relação à revisão bibliográfica, no primeiro capítulo são descritas as particularidades do ensino por investigação, tais como: objetivos, princípios, características das atividades e sequências didáticas investigativas. Procurou-se destacar os níveis de abertura de atividades e os ciclos de investigação. Também é nesse momento que a concepção de ensino por investigação que a autora deste trabalho tem é apresentada, mostrando o que se acredita serem os pontos mais relevantes dessa abordagem de ensino.

No segundo capítulo, são descritos aspectos importantes da formação de professores, como modelos de formação docente e movimentos da aprendizagem. Em seguida, no terceiro capítulo, são descritas características do PIBID e do estágio supervisionado com o intuito de compará-los, demonstrando os potenciais e as limitações de cada um deles para a formação de professores.

Por fim, nos quarto e quinto capítulos, são apresentadas algumas considerações sobre a formação de professores de ciências e quais as dificuldades que possuem para implementar o ensino por investigação, destacando-se, finalmente, a formação de docente tem potencial para promover o ensino por investigação durante a formação docente.

Em Procedimentos Metodológicos, são descritas características do funcionamento geral do PIBID dentro das universidades e das escolas públicas. Além disso, são especificadas a estrutura e a organização do grupo escola do PIBID-IB/USP acompanhado durante 2014, apresentando os licenciandos, supervisores e coordenadoras e as atividades gerais elaboradas por esse grupo ao longo do PIBID. Ainda nesse capítulo, são pormenorizados os instrumentos de coleta e de análise de dados, justificando o uso de cada um deles para responder a pergunta e atender os objetivos desta pesquisa.

Por fim, nos últimos capítulos desta dissertação, são expostos os resultados, descritos de maneira sistemática, para posterior exposição da análise, em que se apresentam as relações feitas com os diferentes instrumentos de coleta de dados utilizados. Na Discussão, os dados analisados são discutidos à luz das referências presentes na revisão bibliográfica deste trabalho, a fim de sustentá-los como adequados para responder a pergunta da pesquisa. Nas Considerações Finais, são elencadas as limitações e contribuições desta pesquisa para área de ensino e pesquisa em ensino de ciências, e quais seriam as perspectivas de pesquisas futuras.-.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Características do ensino por investigação

As abordagens de ensino geralmente utilizadas pelas escolas brasileiras são focadas em aulas expositivas com a priorização de conteúdos conceituais de caráter descritivo e descontextualizado, adotados por professores de Ciências. Abordagens didáticas que reduzem o estudo de Ciências a uma prática tecnicista, com aplicação de fórmulas, descrições e leis, memorização e operacionalização de exercícios restringem o desenvolvimento de habilidades cognitivas e intersociais dos estudantes. Para o aluno, é passada a visão de que as disciplinas que contemplam o ensino de Ciências são repletas de nomes e definições, sendo desconexas dos fatos do cotidiano (MUNFORD; LIMA, 2007). Ainda nesse contexto, Motokane (2015, p.117) cita algumas dificuldades sobre o ensino de biologia:

A biologia ensinada nas escolas carregou por muitos anos o estigma de ter uma quantidade excessiva de terminologias e descrições exaustivas de processos e estruturas. Sem dúvida alguma, o componente descritivo da biologia é necessário para a compreensão de vários fenômenos e faz parte da linguagem biológica, porém esses excessos fizeram as aulas de biologia serem conhecidas pela memorização de nomes de filós, ciclos e processos e produziram uma percepção de uma ciência estanque, de verdades prontas e acabadas.

Pesquisas apontam que didáticas como essas focam o processo de ensino e aprendizagem nas ações dos professores e valorizam o desenvolvimento de habilidades básicas (memorização de conceitos, domínio de escrita e cálculos) para melhorar, por exemplo, os índices de qualidade de ensino em escolas com baixo rendimento escolar. O intuito, então, é reforçar essas habilidades básicas, preparando os estudantes para serem bem avaliados em testes de rendimento escolar. Apesar dessa abordagem didática promover melhoras em índices de qualidade de ensino, isso não significa, necessariamente, que a aprendizagem dos alunos melhorou (BLANCHARD et al., 2009).

Projetos com aulas experimentais foram introduzidos na década de 1960 visando melhorar o ensino de Ciências ao estimularem a construção de conhecimentos científicos por meio da observação de fenômenos durante a execução de experimentos, contribuindo para a elaboração de explicações e

hipóteses. Isso aconteceu porque o objetivo do ensino de Ciências passou a estar relacionado com a formação de cientistas. No entanto, a forma como os experimentos eram realizados propiciou a mistificação do método científico que levaria a descobertas de verdades científicas com base em observações neutras e objetivas (LOPES; MACEDO, 2004).

A prática da educação científica deve ter objetivos diferentes do que o de formar cientistas, isto é, pode preocupar-se em formar cidadãos mais críticos, autônomos e participativos em fatos relevantes no contexto deles, sejam eles culturais econômicos ou que envolvam a ciência de alguma forma (SILVA, 2011). Nem todo aluno do ensino básico seguirá carreiras científicas, mas todos eles serão parte de uma sociedade que discute e utiliza temas científicos. Atualmente, essa perspectiva é ainda mais necessária, já que é possível ter acesso fácil e rápido às diversas informações sobre acontecimentos e fenômenos ao redor do mundo que incluem fatos científicos, os quais têm influenciado diversas ações e decisões de diferentes naturezas no mundo. Além disso, de acordo com Trivelato (2017), há muito mais conteúdos a serem considerados, mas principalmente há novos conhecimentos e explicações, diferentes dos anteriores, que são divulgados em diferentes veículos e mídias, evidenciando que a Ciência se transforma e alcança as disciplinas escolares. Dessa maneira, torna-se importante avaliar e tomar decisões de maneira crítica, o que demanda questionamentos, procura de evidências e raciocínio crítico (NRC, 2000).

Dada à importância de formar cidadãos críticos em relação à ciência, é necessária uma prática educativa dentro de uma perspectiva que promova, além da compreensão de conceitos científicos, a capacidade de refletir sobre fatos de cunho científico, avaliando sua veracidade e a possibilidade de outras interpretações em novos contextos. Assim, alguns autores como Carvalho (2014), Tonidandel (2013) e Scarpa (2009) apontam que a compreensão do ensino de ciências como um processo de Alfabetização Científica (AC) desvia o foco do ensino sobre a memorização de conceitos e privilegia as maneiras como esses conceitos podem ser relacionados. Essa mudança de perspectiva contribui com a construção de uma visão consciente e crítica sobre os processos de produção do conhecimento científico e sobre as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, instrumentalizando o indivíduo a entender o mundo e também a compreender as necessidades de transformá-lo.

A alfabetização científica pode promover a aproximação do ensino de Ciências à natureza da Ciência, possibilitando aos estudantes, além do domínio de conceitos, o desenvolvimento de ferramentas cognitivas específicas da Ciência, como raciocínio lógico-dedutivo, argumentação científica, busca de evidências e seleção de dados (SCARPA, 2009). Com isso, os alunos têm, futuramente, a possibilidade de inserção no mercado de trabalho, mesmo que não seja da área técnico-científica, com habilidades cognitivas preparadas para construir argumentação baseada em evidências e para aplicar a metodologia de resolução de problemas utilizando-se de conhecimento científico e tecnológico corrente. Isso os torna capazes de pensar autonomamente e de propor novas soluções para as questões ambientais, sociais e econômicas do mundo que os cerca (TONIDANDEL, 2013).

Mediante as ideias centrais da alfabetização científica como objetivo de aprendizagem do ensino de Ciências, entende-se que os alunos devem aprender não apenas os conceitos, mas também precisam desenvolver as habilidades e competências referentes à natureza da Ciência, adquirindo, assim, uma educação científica mais ampla. A introdução do ensino por investigação nas aulas de Ciências é uma maneira de colocar a alfabetização científica em prática na sala de aula, já que o intuito não é somente ensinar conteúdo científico, mas também auxiliar os alunos a desenvolverem as competências e habilidades relacionadas a natureza da Ciência, como afirma Tonidandel (2013, p.32)

[...] o ensino e aprendizagem por investigação, é uma linha estrutural que pode ser incluída nas escolas e que, segundo a nossa hipótese, deve facilitar que os alunos desenvolvam competências específicas da natureza da ciência, tais como a argumentação, o raciocínio lógico, o uso de dados como evidências e possam ser portanto alfabetizados cientificamente.

De acordo com Zômpero e Laburú (2010), atualmente, o ensino por investigação não mais apresenta o intuito de formar cientistas, como na década de 1960, quando o laboratório toma papel central no ensino de Ciências, mas proporciona oportunidades para que os alunos desenvolvam e aprimorem habilidades investigativas como observar fenômenos, definir problemas e formular pergunta de pesquisa, elaborar hipóteses para serem testadas, desenhar experimentos, interpretar dados e evidências, transformar dados em padrões e apresentar limitações e precauções sobre o fenômeno estudado (TAMIR; LUNETTA, 1981). Além disso, Chang e Mao (1998) afirmam que os professores que

aplicam o ensino por investigação podem promover o *cooperative learning*, no qual os alunos se reúnem em pequenos grupos para a realização de atividades investigativas. Em grupos menores, ocorre maior interação e troca de ideias para coleta, análise dados e conclusões da atividade realizada, também possibilitando o compartilhamento e a discussão com outros alunos e com o professor (CHANG; MAO, 1998).

Dessa maneira, para alguns autores (COLBURN, 2000; BARROW, 2006), os professores podem atuar como facilitadores do processo de aprendizagem, permitindo a compreensão de conceitos científicos por meio do raciocínio investigativo, além de: engajar os estudantes em situações problema, providenciar coleta de evidências que permitam criar explicações para responder o problema colocado e estimular a comunicação e justificativa das explicações, características estas que, de acordo no NRC (2000), são essenciais para a implementação do ensino por investigação. No entanto, existem alunos que podem não ter desenvolvido habilidades necessárias para executar uma atividade investigativa com tais características. Nesses casos, então, Colburn (2000) sugere que as atividades investigativas sejam orientadas para uma pesquisa que parta de situações concretas e contextualizadas e utilize materiais familiares aos alunos.

Com relação às atitudes e aos comportamentos dos professores em atividades investigativas, Colburn (2000, p.20) apresenta resultados de pesquisas sugerindo que o professor: elabore perguntas que instiguem os alunos a explorarem seus conhecimentos prévios (“O que você está fazendo? Conte-me o que você está pensando. O que acha se tal fato acontecesse?”), permitindo que o aluno pense por si mesmo; e solicite respostas aos alunos ao longo da investigação preocupando-se em aguardar alguns segundos para que o aluno responda às perguntas. Essas últimas ações são realmente necessárias, já que, como apontado por pesquisas apresentadas no trabalho de Machado e Sasseron (2012), os professores, durante a aula, fazem em média uma pergunta a cada 72 segundos; cerca de 40% delas não são respondidas pelos alunos e a minoria exigem reflexões para construção de novos conhecimentos.

Apedoe (2008) afirma ainda que é importante considerar que o ensino por investigação não é uma atividade com contexto livre. É importante que professores de Ciências, que possuem habilitação para lecionar Biologia e Física, por exemplo, tenham clareza de que cada disciplina escolar possui sua especificidade em

linguagem, teorias e estratégias para conduzir uma investigação de uma maneira particular. Dessa maneira, as questões que os estudantes pretendem investigar, os dados que contam como evidência, o tipo e a estrutura das explicações formuladas, entre outros fatores, devem ser inseridos em uma disciplina específica.

Outra questão em relação aos professores que merece atenção refere-se à crença de muitos docentes que consideram atividades investigativas como, apenas, práticas experimentais. Isso pode gerar insegurança por parte dos professores, mediante uma série de dificuldades apontadas por Borges (2002) como: falta de materiais e reagentes específicos, laboratórios em manutenção, falta de tempo para preparo de atividades práticas, além do gerenciamento da dinâmica de uma sala de aula durante a execução de atividades investigativas (ZÔMPERO; LABÚRU, 2011). Embora seja relevante se atentar a isso, é possível realizar atividades práticas mais simples sem a necessidade da utilização de equipamentos especiais; atividades didáticas como: leituras de textos, comparações entre fenômenos, estudos de caso, simulações em programas de computador explorando um fenômeno real ou fictício, trabalho com imagens e com dados de experimentos fornecidos pelo professor, que exigem a elaboração da argumentação baseada em evidências. Esse tipo de exercício pode apresentar maiores contribuições ao ensino de Ciências do que as atividades práticas tradicionais, já que não demandam ações repetitivas de manipular vidrarias e equipamentos (BORGES, 2002; SÁ;LIMA, 2011; CARVALHO, 2014) .

Dessa maneira, independente do tipo de atividade investigativa que será aplicada para promover o ensino por investigação, é importante que ela seja pensada e elaborada para: propor uma situação problema que proporcione debates e discussões que estejam relacionados a contextos dos alunos; fornecer evidências e isolamento de parâmetros para levantar e/ou rejeitar hipóteses; estimular a criatividade dos alunos ao elaborar e testar novas hipóteses ao longo das atividades; e propor uma sistematização de todo o processo desenvolvido em direção à formulação de argumentos (SÁ;LIMA, 2011; CARVALHO, 2014). Para que todos os fundamentos das atividades especulativas descritos sejam alcançados, alguns autores sugerem que a pesquisa científica escolar ocorra em ciclos de averiguação para que o discente consiga ter ciência de todas as habilidades investigativas e quais são relativas a cada etapa do estudo. A divisão dos ciclos de investigação não

é unânime. A seguir, serão apresentadas algumas das divisões sugeridas na literatura.

Em um trabalho de revisão bibliográfica, Pedaste et al. (2015) apresentam diversos conceitos que organizam em cinco fases de um ciclo investigativo. Na fase de Orientação, o professor estimula o aluno a se envolver na resolução do problema de pesquisa. Na fase seguinte, intitulada Conceitualização, os alunos geram a pergunta de pesquisa bem como levantam hipóteses. Na fase de Investigação, os métodos experimentais são planejados para testar as hipóteses e, os dados são sintetizados e interpretados. Por fim, na fase de Conclusão e Discussão, são elaboradas conclusões sobre o fenômeno estudado, relacionando os dados obtidos com as hipóteses e a pergunta de pesquisa. Também nessa fase, as conclusões são compartilhadas entre alunos e professores de uma mesma turma, por exemplo, para discussão e reflexão sobre diferentes análises e conclusões que surgiram ao longo da investigação.

Algumas pesquisas relacionadas ao ensino por investigação (BUNTERM et al., 2014; IRELAND et al., 2014) têm adotado o ciclo do cinco “E’s”, criado por BSCS (Biological Sciences Curriculum Study) na década de 1980 (BSCS, 2006) para avaliar os alunos durante a execução de atividades investigativas. Esse ciclo é composto pelas fases de *Engajamento*, *Exploração*, *Explicação*, *Elaboração* e *Avaliação* (em inglês seria “*Evaluate*”) (BSCS, 2006). Cada fase possui uma função e contribui para que os alunos possam desenvolver habilidades, atitudes e conceitos científicos pertinentes à atividade investigativa que será aplicada.

Na primeira fase, é importante que o aluno realize conexões e relações entre conhecimentos prévios com os novos conceitos que serão construídos durante a execução da atividade. O professor, então, pode auxiliar nesse processo ao fornecer ou elaborar, logo no início da atividade, situações problema que promovam a curiosidade nos alunos e que exijam que os conhecimentos prévios sejam resgatados. Na fase de *Exploração*, os alunos entram em contato com os materiais e procedimentos da investigação e compartilham em pequenos grupos suas ideias iniciais, como conhecimentos prévios, hipóteses, previsões dos resultados que serão gerados. Nessa fase, o professor pode auxiliar a identificar erros conceituais e habilidades manuais (BSCS, 2006).

Na fase de *Explicação*, o professor deve orientar os alunos a demonstrarem e explicarem seus entendimentos em relação aos conteúdos conceituais e

procedimentais, além de apresentarem quais foram as atitudes e decisões feitas pelo grupo de alunos ao longo da investigação. É pertinente, nesse momento, que o professor introduza conceitos mais específicos e explique novos procedimentos para que habilidades mais avançadas sejam desenvolvidas. Na fase de *Elaboração*, o professor lança o desafio aos alunos de aplicar os conceitos construídos e as habilidades desenvolvidas em novas situações e experiências nas quais eles aprofundam seus conhecimentos e habilidades (BSCS, 2006). Finalmente, na última fase de *Avaliação*, tanto o professor quanto o aluno podem avaliar o entendimento dos conceitos e das habilidades construídas durante a atividade. Nessa fase, o professor encoraja os alunos a acessarem e apresentarem seus entendimentos e habilidades construídos no passo a passo da execução da atividade para, em seguida, avaliá-los (BSCS, 2006).

As atividades investigativas dentro dos ciclos de investigação descritos podem, ainda, estar inseridas em sequências didáticas. De acordo com Zabala (1998, p.53), as sequências didáticas podem ser consideradas como “[...]um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores quanto pelos alunos”. As sequências didáticas ainda possuem caráter único e complexo, no sentido de unificar um conjunto de atividades que se relacionem e tenham sentido entre si, sendo instrumentos que permitem incluir planejamento, aplicação e avaliação de atividades (ZABALA, 1998).

De acordo Almouloud e Coutinho (2008 apud MOTOKANE; 2015), as sequências didáticas podem ser pensadas como uma ferramenta tanto para pesquisa como para planejamento didático, permitindo assim relações e aproximações entre a pesquisa em ensino de Ciências e a sala de aula (MOTOKANE, 2005).

Os tipos de atividades e como elas estão relacionadas podem seguir diferentes abordagens e propostas pedagógicas, conferindo, portanto, características exclusivas dentro de uma sequência didática (ZABALA, 1998). Nesse sentido, dentro do ensino por investigação, as sequências didáticas são compostas por atividades investigativas, formando SEI's (Sequências por Ensino de Investigação). Nesta dissertação, a sigla SEI será utilizada tanto em referência a sequências por ensino de investigação quanto para sequência didática investigativa. De acordo com Carvalho (2014, p.9), as SEIS se referem a

[...]sequência de atividades (aulas) abrangendo um tópico do programa escolar em que cada atividade é planejada, do ponto de vista do material e das interações didáticas, visando proporcionar aos alunos: condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor, passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores.

Assim, uma SEI deve ter algumas atividades-chave dentro de uma sequência de etapas definidas para aperfeiçoar o raciocínio do aluno em direção às habilidades requeridas (semelhante aos “Ciclos de Investigação” descritos anteriormente), sendo que o professor servirá como guia para que os alunos resolvam o problema, permitindo que avaliem variáveis e testem hipóteses. Carvalho (2014) sugere que as SEI’s aplicadas nos primeiros anos de ensino fundamental devem seguir as seguintes etapas: a primeira refere-se à “*Etapas de distribuição do material experimental e proposição do problema pelo professor*” e baseia-se na divisão da sala em grupos com a exposição da atividade e a explicação do problema contido nela. Nessa fase, o professor oferece um problema experimental, teórico ou contextualizado, introduzindo aos alunos o tópico desejado. Assim, é importante que o aluno esteja apto para pensar e trabalhar com as variáveis relevantes ao problema apresentado.

Em seguida, na “*Etapas de resolução do problema pelos alunos*”, o professor deve estar certo que o material oferecido tenha condições para que os alunos levantem evidências e testem hipóteses; quando as hipóteses, experimentalmente, forem testadas, os alunos terão oportunidade de construir conhecimentos, independente se a hipótese der certo ou não. Nessa etapa, é importante também que os alunos resolvam os problemas em pequenos grupos, pois aqueles com desenvolvimento intelectual e cognitivo semelhante têm mais facilidade de comunicação. Na terceira etapa, “*Etapas da sistematização dos conhecimentos elaborados em grupos*”, os alunos compartilham as experiências que tiveram durante a investigação, buscando justificativas para explicar como e por que resolveram o problema de determinada maneira. O papel do professor nesse momento é muito importante, pois precisa oferecer espaço e tempo para a conclusão conjunta da investigação realizada. Nessa etapa, é interessante notar que o aluno, ao relatar todo o processo investigativo feito por ele, colabora com a construção do conhecimento coletiva, relacionando seus resultados como relato dos outros colegas.

Na última etapa, “*Etapa do escrever e desenhar*”, cada aluno deve organizar todo o raciocínio feito ao longo da investigação científica elaborando um desenho ou um pequeno texto, o que pode garantir a incorporação de conceitos científicos, bem como de vocabulários de termos científicos (hipótese, método etc.). A comunicação e a escrita são atividades complementares nas aulas de Ciências, sendo importantes para desenvolver habilidades como gerar e clarificar dados, construir pessoalmente o conhecimento adquirido, compartilhar e distribuir ideias entre os alunos (CARVALHO, 2014).

As atividades investigativas, além de serem realizadas dentro dos ciclos e incorporadas em sequências didáticas, podem apresentar diferentes níveis de abertura que variam conforme a autonomia do aluno e a mediação do professor no desenrolar da investigação. Uma das primeiras classificações em relação aos níveis de abertura foi elaborada pelos autores Schawb (1962 apud BUCK; BRETZ, 2008) e Herron (1971 apud BUCK; BRETZ, 2008). Esses autores categorizaram os tipos de atividade com três características, problema, procedimentos e respostas, em quatro níveis.

No nível 0, todas as etapas da investigação são conhecidas pelos alunos, sendo oferecidos a eles a pergunta de pesquisa, os procedimentos de coleta e a análise de dados, bem como quais serão os resultados e conclusões previstos da atividade investigativa em questão. No nível 1, os alunos ainda recebem a pergunta de pesquisa e os métodos de coleta de dados, mas são responsáveis pelas análises e interpretações dos resultados e conclusões. No nível 2, apesar da pergunta ser oferecida aos alunos, eles devem determinar o método de coleta e análise de dados para, por fim, elaborar as conclusões da investigação. No nível 3, os alunos são responsáveis em criar uma investigação levando em conta todos os aspectos citados; elaborando uma pergunta de pesquisa a partir da percepção de um problema, propondo método de coleta e análise de dados, para então elaborar conclusões e reflexões sobre o estudo criado.

Em pesquisas mais recentes, Banchi e Bell (2008) apresentam os tipos de investigação em quatro tipos semelhantes aos descritos acima, porém sem conferir número a cada tipo. Na investigação intitulada de verificação ou *investigação de confirmação*, o professor fornece aos alunos o problema de pesquisa e os procedimentos que os alunos devem executar para se chegar a uma conclusão já conhecida. Na *investigação estruturada*, ou segundo nível, o problema e os

procedimentos ainda são fornecidos, mas os alunos não sabem a resposta do problema previamente; portanto, devem gerar e explicar os resultados que obtiverem. No terceiro nível, a *investigação guiada*, o professor fornece apenas o problema de pesquisa e os alunos elaboram métodos para coletar dados, testar hipóteses e explicar resultados. No quarto e último nível, a *investigação aberta*, são os próprios alunos que elaboram uma pergunta de pesquisa que seja passível de teste, pensando ainda em quais testes podem ser feitos para se responder à questão levantada (BANCHI; BELL, 2008; BUCK; BRETZ, 2008; BLANCHARD et al., 2010).

Buck e Bretz (2008) criticam as diversas classificações acerca dos tipos de investigação presentes na literatura, pois acreditam que existem algumas discrepâncias e ambiguidades entre os níveis de abertura, considerando ainda que existem poucas características de atividades investigativas. No trabalho desses pesquisadores, foram analisados 22 manuais de laboratório e cerca de quatrocentas experiências que conduziram à articulação de níveis mais específicos de investigação e com características mais detalhadas de cada atividade. Com isso, foram criados níveis de investigação originados da terminologia utilizada em manuais de laboratório e dos elementos-chave em atividades de laboratório, nos quais os alunos puderam se engajar de forma independente. Buck e Bretz (2008) selecionaram, então, seis características julgadas como importantes em atividades investigativas: situação problema, conhecimentos básicos (*background*), procedimentos, análise de resultados, comunicação dos resultados e conclusões. O nível e tipo de investigação variam conforme o aluno vai se tornando mais independente em relação a essas características ao longo da execução de uma atividade investigativa.

No nível 0 (*investigação de confirmação*), todas as características citadas são fornecidas. No nível $\frac{1}{2}$ (*investigação estruturada*) os problemas, procedimentos e análises de resultados são fornecidos pela atividade investigativa; no nível 1 (*investigação guiada*), são oferecidos apenas o problema e os procedimentos, sendo papel dos alunos realizar as análises de resultados, comunicá-los e elaborar conclusões. No nível 2 (*investigação aberta*), o problema e os conhecimentos básicos são fornecidos, mas as demais características, como procedimentos, análises dos resultados, comunicação e conclusões, devem ser elaboradas pelos alunos. Finalmente, no nível 3 (*investigação autêntica*), todas as seis características

consideradas por Buck e Bretz (2008) pertinentes à atividades investigativas são elaboradas pelos alunos. Diante dos diferentes níveis de abertura, é válido ressaltar que a forma como a investigação ocorre depende amplamente dos objetivos educacionais pretendidos pelo professor. Como esses objetivos são diversos, investigações mais guiadas pelo professor ou mais abertas para os estudantes possuem a mesma importância e o mesmo papel no ensino de Ciências dentro da perspectiva do ensino por investigação (NRC, 2000).

Ainda em relação ao nível de abertura das atividades investigativas, de acordo com Mumba et al. (2007), existem poucas atividades com investigações guiadas e raras são as que estimulam a investigação aberta, existindo, assim, muitas atividades em livros didáticos e em manuais de laboratórios de investigação que se classificam como confirmada e estruturada. Dessa forma, de acordo com esse autor, o ensino de Ciências focado nos níveis de confirmação e estruturação faz com que o conhecimento científico seja compreendido apenas como um fato ou como um fenômeno possível de ser reproduzido através de um método científico.

Por outro lado, de acordo com o NRC (2000), os estudantes raramente possuem as habilidades necessárias para realizar uma investigação aberta. Para isso, eles precisam aprender a gerar e investigar questões de pesquisa, a diferenciar evidências de opiniões pessoais, a desenvolver explicações bem justificadas, entre outras atribuições que podem ser aprimoradas por investigação orientada pela mediação do professor. Dessa maneira, para que os estudantes sejam capazes de serem cada vez mais autônomos em uma tarefa investigativa, é necessário desenvolver habilidades investigativas de vários níveis e promover a autonomia nos estudantes em conduzir uma investigação por si próprios (BANCHI; BELL, 2008; BLANCHARD et al., 2010). Esse processo é necessário, já que:

[...] a organização de atividades investigativas em diferentes níveis de abertura ou controle possibilita a aprendizagem por meio de investigação entre alunos de diferentes faixas etárias e com diferentes perfis, inclusive aqueles com maiores dificuldades na área de ciências da vida e da natureza. (MUNFORD; LIMA, 2007, p.11)

Em livros didáticos, é comum encontrarmos atividades ditas investigativas e o termo resolução de “problemas” oferecendo ao aluno instruções de uma prática experimental de verificação, lembrando um “livro de receitas” no qual o aluno não tem poder de decisão algum, realizando apenas atividades operacionais e repetitivas, procurando resultados esperados e ditos como certos (CRAWFORD,

2000; AZEVEDO, 2004). Assim sendo, é necessário que haja envolvimento acerca do problema em questão e reflexão sobre como chegar a uma solução. Em atividades que exigem resolução de exercícios, por exemplo, ocorre um caminho habitual de ações e caminhos já conhecidos que facilmente culminariam em uma resposta finita e fechada (AZEVEDO, 2004).

2.2 Minha concepção sobre ensino por investigação

Diante das características sobre o ensino por investigação descritas anteriormente, é necessário explicitar qual a concepção da autora deste trabalho sobre essa abordagem de ensino.

Primeiramente, concorda-se com os propósitos e objetivos de ensino da educação científica elencados por Carvalho (2014), Scarpa (2009), Tonidandel (2013), que se referem a transcender o ensino de Ciências a uma prática de formação de cientistas e do domínio e memorização de conteúdos conceituais. Nesse sentido, a educação científica deve promover, além da compreensão de conceitos científicos, a capacidade de refletir sobre fatos de cunho científico, avaliando sua veracidade e a possibilidade de outras interpretações em novos contextos. Acredita-se, portanto, que o ensino por investigação está inserido dentro do contexto do processo da Alfabetização Científica (AC) que desvia o foco do ensino da memorização de conceitos e para privilegiar as maneiras como esses conceitos podem ser relacionados de forma a contribuírem com a construção de uma visão consciente e crítica sobre os processos de produção do conhecimento científico.

As habilidades desenvolvidas em atividades e sequências didáticas que seguem os princípios do ensino por investigação presentes na literatura – como observar fenômenos, definir problemas e formular pergunta de pesquisa, elaborar hipóteses para serem testadas, desenhar experimentos, interpretar dados e evidências, transformar dados em padrões e apresentar limitações e precauções sobre o fenômeno estudado – permitem que o ensino de Ciências tenha ênfase no processo de aprendizagem dos estudantes, inserindo-os na cultura científica e desenvolvendo habilidades que são próximas do “fazer científico”.

Por fim, acredita-se, e talvez isso seja o mais importante, que o ensino por investigação promova a aproximação do ensino de Ciências à natureza da Ciência e desenvolva a incorporação de ferramentas cognitivas específicas da disciplina (raciocínio lógico-dedutivo, argumentação científica, busca de evidências e seleção de dados). Assim os alunos têm, futuramente, a possibilidade de se inserirem no mercado de trabalho, mesmo que não seja da área técnico-científica, com habilidades cognitivas preparadas para construir argumentação baseada em evidências e aplicar a metodologia de resolução de problemas utilizando-se de conhecimento científico e tecnológico corrente. Esses recursos os tornam capazes de pensar autonomamente e propor novas soluções para questões ambientais, sociais e econômicas que envolvam Ciência (TONIDANDEL, 2013; SCARPA, 2009; CARVALHO, 2014).

2.3 Formação de professores: modelos didáticos

Como esta pesquisa coletou dados acerca de um programa de formação de professores, é pertinente descrever algumas características sobre a formação geral docente.

De acordo com Santos (2007), a formação do educador pode ser um dos fatores que se relaciona com a qualidade de ensino, exercendo grande influência no desempenho da prática profissional. Isto ocorre pois, durante a formação profissional, o docente pode adquirir suas bases de conhecimento sobre educação e experiências indispensáveis para o percurso da carreira docente; além disso, os padrões de comportamento dos professores são apreendidos e reproduzidos nos momentos de formação inicial e continuada (PENNA, 2012).

Neira e Pangez (2015) afirmam ainda que o professor é reconhecido como um sujeito que se constitui a partir de suas vivências e dos contextos nos quais participa, sendo que sua concepção de mundo e de sociedade influencia enormemente sua prática docente. Uma vez que incorpora à ação profissional aspectos de suas experiências anteriores e posteriores ao curso de licenciatura, o ambiente de trabalho tornar-se o local adequado para promover ações formativas que articulem teoria e prática. É pertinente, também, apresentar a citação de Tardif (2000, p.23) sobre profissionalização docente:

Desse ponto de vista, em educação, profissionalização pode ser definida, em grande parte, como uma tentativa de reformular e renovar os fundamentos epistemológicos do ofício de professor e de educador, assim como da formação para o magistério. Todos os esforços realizados nos últimos vinte anos para construir um repertório de conhecimentos (*knowledge base*) específico ao ensino vão nessa direção (Gauthier *et al.*, 1998), bem como as numerosas reformas visando a definir e a fixar padrões de competência para a formação dos professores e para a prática do magistério. Se esses esforços e reformas forem bem-sucedidos, o ensino deixará, então, de ser um ofício para tornar-se uma verdadeira profissão, semelhantemente à profissão de médico ou às profissões de engenheiro e de advogado.

Nos cursos de formação docente, existem diferentes paradigmas que modelam a estrutura e as características dos cursos de licenciatura. Santos (2007) e Pereira (2007) apresentam esses paradigmas baseados em dois modelos: o da racionalidade técnica e o da racionalidade prática. O primeiro desenvolve profissionais sistemáticos e técnicos capazes de resolver problemas de natureza fechada, resgatando teorias e técnicas derivadas de conhecimentos acadêmicos (SCHÖN, 2000). Dessa maneira, pesquisadores puramente educacionais se igualariam aos cientistas das ciências naturais, buscando soluções para problemas fechados em contextos livres e neutros de fenômenos complexos, incertezas, instabilidades e conflitos de valores, fatores que são comuns durante a formação docente. As funções e aplicações de pesquisador seriam consideradas, dessa maneira, superiores as atividades de um professor de sala de aula, pois suas habilidades para atuar profissionalmente seriam consideradas de segunda mão quando comparadas com o conhecimento teórico, feito por um pesquisador, que lhe dá base (PEREIRA, 2006). Além disso, outro entrave da racionalidade técnica se refere a poucas informações sobre as causas e consequências em relação aos problemas referentes à profissão docente ao longo da prática do professor.

De acordo com Schön (2000), os profissionais considerados competentes podem resolver um problema, buscando soluções que vão além das teorias e técnicas existentes. O profissional deve possuir, portanto, perspicácia para improvisar e inovar com estratégias a partir de ações dele próprio, criando assim um conhecimento tácito que está implícito no ato de “fazer” de acordo com o tempo de prática que o professor possui em relação a sua atividade profissional.

Para exemplificar as ideias acima, Schön (2000) cita ação de um hidrologista (profissional responsável por assessorar um sistema de fornecimento de água) que considera o sistema hidrológico como único, mostrando que, frequentemente, as

situações decorre de problemas recorrentes. No exemplo, o hidrologista pode descobrir que seu cliente não está querendo ouvir suas tentativas de descrever a particularidade e o caráter incerto da situação, persistindo então, em uma solução técnica e especializada para o problema em questão. Ele então se deparará com um conflito: o orgulho profissional de sua habilidade de dar aconselhamento útil e a firme sensação de obrigação de que deve manter suas afirmações de incerteza de acordo com sua opinião real. A essas incertezas e conflitos inesperados, Schön (2000) chama de zonas indeterminadas da prática, que envolvem particularidades, conflitos de valores, que desviam dos padrões sistemáticos da racionalidade técnica. Ainda de acordo com Schön (2000, p.17),

Quando uma situação problemática é incerta, a solução técnica de problemas depende da construção anterior de um problema bem delineado, o que não é em si uma tarefa única. Quando um profissional reconhece uma situação como única, ele não pode lidar com ela apenas aplicando técnicas derivadas de sua bagagem de conhecimento profissional. E, em situações de conflito de valores, não há fins claros que sejam consistentes em si e que possam guiar a seleção técnica dos meios.

Schön (2000) ainda afirma que os profissionais com mais prestígio e ascensão na carreira são aqueles que conseguem lidar com situações incertas e conflituosas, criando aos poucos mais “perspicácia”, “intuição” e “talento artístico”. Esse último termo é incorporado e aprendido pela *aprendizagem na ação*: os licenciandos, durante seu preparo profissional docente, aprendem por meio do fazer ou da performance com auxílio dos profissionais que os iniciam nas tradições da prática. O *conhecer na ação* se refere ao aprender mediante o contato e os conhecimentos gerados em situações, ações espontâneas e cotidianas, como atividades físicas, andar de bicicleta, dirigir ou realizar uma análise instantânea de uma folha de balanço para um economista, por exemplo. Nesses casos, descrever verbalmente como essas ações são realizadas é algo relativamente difícil, pois elas são aprendidas no ato da ação na qual são feitas.

Conforme se aprende na ação, então, os problemas são resolvidos de maneira fácil e cria-se uma rotina do que fazer para solucioná-los. No entanto, nem sempre é assim, pois uma rotina pode produzir resultados inesperados que podem ser resistentes. Dessa maneira, Schön (2000, p.32) orienta que os profissionais podem agora realizar o movimento chamado *reflexão da ação*:

Podemos refletir sobre a ação, pensando retrospectivamente sobre o que fizemos de modo a descobrir como nosso ato de conhecer na ação pode ter ação, pode ter contribuído para um resultado inesperado. Pode-se

proceder dessa forma após o fato, em um ambiente de tranquilidade, ou podemos fazer uma pausa no meio da ação, para fazer o que Hannah Arendt (1971) chama de “parar e pensar”.

Por fim, conforme o docente realiza sua prática de forma contínua, ele consegue incorporar os movimentos da aprendizagem, descritos *conhecer na ação* e *a reflexão da ação*, de maneira habitual, sendo aprimorados ao longo do tempo. Assim, Schön (2000) cita ainda um terceiro movimento, a *reflexão na ação*, que se relaciona com a habilidade do professor conseguir perceber empecilhos e/ou dificuldades no momento que eles está executando a ação. Com isso, ele é capaz de refletir no meio da ação, sem interrompê-la, redirecionando suas estratégias e seu raciocínio para uma nova situação, enquanto a ação ainda está ocorrendo.

As ideias acima apresentadas baseiam-se no modelo da racionalidade prática, que compreende a complexidade da profissão docente envolvendo o conhecimento teórico e prático, marcada pelas incerteza e brevidade de suas ações. De acordo com esse modelo e com as ideias de Schön (2000), os professores podem ser vistos como profissionais que refletem, questionam e, constantemente, examinam sua prática docente cotidiana. De acordo com Carr e Kemmis (1986 apud PEREIRA, 2007), o conhecimento profissional dentro da racionalidade prática consiste na direção e redireção espontânea e flexível do processo de aprendizagem, guiada pela observação de mudanças discretas e da reação de outros participantes do processo. Além disso, Pereira (2007) cita outros autores, como Schwab e Stenhouse, que valorizam a ação central dos professores na elaboração do currículo com base em seus conhecimentos, práticas e experiências. Santos (2007, p.54) ainda alerta:

[...] quando o profissional reflete na ação, ele se torna um pesquisador no contexto prático. Ele não limita suas questões à deliberação de meios, passando a definir meios e fins de forma interativa, superando a separação entre pensar e fazer. Para que um profissional atue dessa maneira, seria preciso que fossem reestruturados os cursos de formação profissional tomando-se como eixo uma formação voltada para a formação a solução de problemas que farão parte da futura prática. No entanto, essa nova abordagem, centrada em uma diferente epistemologia da prática, é difícil de ser implementada nos cursos de formação profissional porque exige transformações curriculares que modifiquem inteiramente a forma como professores e alunos vão trabalhar.

Outra questão valorizada no modelo da racionalidade prática se refere ao paradigma da separação entre os conceitos de teoria e prática. Ambas são inerentes uma a outra, o que leva a pensar que as experiências em campo, como atividades

teóricas, permitem conhecer e se aproximar da realidade, tomando-as como oportunidade de pesquisa (CARVALHO, PEREZ, 2001; PIMENTA, LIMA, 2006). Por fim, Pereira (2006) cita autores como Candau e Lelis (1983) que também abordam as relações indissociáveis da teoria e da prática e afirmam que ambas as estâncias podem até pertencer e se situar em polos diferentes, mas não são opostos um do outro. Nesse sentido, o que vêm “primeiro” é geralmente a teoria que resgata problemáticas trazidas da prática para então se elaborar novas teorias e novos conceitos.

Apesar do modelo da racionalidade prática apresentar maiores contribuições para o crescimento profissional docente, de acordo com Schön (2000), cursos mais tradicionais em universidades dedicadas à pesquisa estão baseados na racionalidade técnica. Dessa maneira, os currículos desses cursos seguem padrões criados nas primeiras décadas do século XX, enfatizando a ideia de que a competência dos profissionais está relacionada a uma formação acadêmica que proponha a resolução de problemas baseando-se em conhecimentos sistemáticos e principalmente científicos.

Além disso, outra questão problemática nas universidades que pode comprometer o desenvolvimento dos cursos de licenciatura se refere à falta de integração entre as disciplinas científicas e as pedagógicas, recorrente no modelo de graduação conhecido como “3 + 1” (3 anos de bacharelado e 1 de licenciatura), no qual é possível realizar o bacharelado e a licenciatura. Nesse modelo, as disciplinas referentes ao curso de bacharelado não se articulam com as pedagógicas, sendo essa responsabilidade da faculdade de educação (PEREIRA, 2006). Carvalho e Vianna (1988 apud PEREIRA, 2006) ainda mencionam que este é um problema na Licenciatura, na qual os institutos responsáveis por disciplinas específicas e faculdades de educação não assumem parcerias e a corresponsabilidade nas estruturas curriculares.

Pereira (2006) ainda cita diversos autores que criticam as universidades no sentido do descaso na preocupação em formar professores, existindo claramente uma diferença na valorização de atividades de pesquisa e as didático-pedagógicas dentro da universidade. Ocorre inclusive uma distinção em termos de hierarquia entre o ensino e a pesquisa pela qual o poder vai claramente decrescendo à medida que se troca a atividade de pesquisa pela de ensino ou qualquer coisa relacionada com a educação.

É necessário repensar sobre esses preconceitos em relação às atividades de ensino e às de pesquisa nas universidades, e estabelecer as relações benéficas entre ambas. Quando o professor se envolve com a pesquisa, ele conhece o processo da construção do conhecimento acadêmico em áreas específicas, além de aproximar sua atividade docente da atividade de pesquisa, permitindo que ocorra uma articulação entre teoria e prática (PEREIRA, 2006). Além disso, Soares (1993 apud PEREIRA, 2006, p.140) ainda complementa:

[...] A influência da pesquisa na formação do professor estará, assim, não apenas, e talvez, até, nem sobretudo, na presença, nessa formação, da pesquisa com a finalidade de proporcionar acesso aos produtos mais recentes e atualizados da produção do conhecimento da área, mas na possibilidade de, através da convivência com a pesquisa e, mais que isso, da vivência dela, o professor apreender e aprender os processos de produção do conhecimento em sua área específica. Porque é apreendendo e aprendendo os produtos do conhecimento em sua área específica, que o professor estará habilitado a ensinar, atividade que deve visar, fundamentalmente, aos processos de aquisição do conhecimento, não apenas aos produtos.

2.4 Considerações sobre o estágio supervisionado e o PIBID: suas características, possibilidades e limitações.

Durante o processo de formação docente, é importante existirem momentos e espaços de contato dos licenciandos com professores já atuantes, sendo coparticipantes em experiências, como o estágio supervisionado. Segundo Neira e Pangez (2015), pesquisas recentes apontam que são essenciais e necessários a ocorrência de estágios e outros momentos de aproximação entre a escola e a universidade. Durante a execução do estágio, ocorre uma aproximação de futuros professores com professores em exercício que pode proporcionar uma investigação pessoal sobre o processo de ensino e aprendizagem, desenvolvendo o conhecimento profissional, aprofundando conhecimentos didáticos e estimulando o interesse, no caso dos licenciandos, em tornarem-se professores (PIMENTA, LIMA, 2006; NEIRA, PANGEZ, 2015).

Pimenta e Lima (2006) descrevem em seu trabalho uma série de dificuldades em relação à ocorrência do estágio supervisionado. Uma delas se relaciona ao fato de que os licenciandos, durante o processo de se tornarem professores, seguem modelos de “bons professores” que possuem ou possuíam durante a vida

acadêmica. Primeiramente, a concepção de “bom professor” é polissêmica e depende de diversos contextos e fatores, e a observação e tentativa de reprodução de um modelo podem tornar o futuro professor um mero aprendiz que aprende o saber a ser acumulado.

Lima (2012) e Cacete (2015) citam outra dificuldade do estágio que se refere ao professor universitário, formador de professores. É muito comum que um mesmo professor trabalhe em dois ou três cursos e/ou universidades com contextos e comunidades diferentes, agravando problemas apontados por Santomé (2006 apud LIMA, 2012), como a falta de participação nas decisões curriculares, problemas de comunicação entre alunos de contextos diferentes e responsabilização exclusiva dos professores pela qualidade da educação sem questionamento sobre os investimentos e as propostas que os órgãos públicos deixam de realizar na área educacional do país. No caso de docentes das disciplinas de estágio, esse quadro pode se agravar por dificuldades de aproximação com a escola recebedora do estagiário e o grande número de alunos. Essas questões somadas à inexistência de uma política de apoio ao estágio têm aprofundado o distanciamento entre as instituições de ensino superior e a escola básica (LIMA, 2012; CACETE, 2015).

Por fim, Pimenta e Lima (2006) apresentam outra questão preocupante, como a equivocada ideia dos licenciados ao associarem o estágio à prática dissociada na teoria, com aquele antigo jargão “na prática a teoria é outra”. As autoras alegam que dentro dessa afirmação popular está à constatação de que, nos cursos de licenciatura, não há fundamentação teórica que prepare o futuro professor para o momento da prática docente em sala de aula. Para associar que a prática é inerente a teoria, é necessário que os formadores de professores explicitem as diferenças mas também as relações possíveis entre conceitos e objetivos da teoria em relação à prática e vice e versa (PIMENTA, LIMA, 2006; LIMA, 2012; SANTOS, 2015).

Outra forma de promover a aproximação e integração entre a escola e a universidade é o PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência) nos cursos de licenciatura. Esse programa foi criado pelo Ministério da Educação, juntamente à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), nos cursos de licenciatura (PIBID – Decreto n. 7.219 de 24 de junho de 2010) (LIMA, 2012). Esse programa tem como principal objetivo aprimorar e incentivar a formação de professores para a educação básica, promovendo parcerias entre instituições de ensino superior e escolas públicas de educação

básica. Para isso, o PIBID solicita a criação de projetos que promovam o contato dos licenciandos com o contexto escolar de escolas da rede pública de ensino. Os licenciandos podem participar do PIBID desde o início da sua formação acadêmica, elaborando projetos com atividades didático-pedagógicas que atendam as propostas, os objetivos e as demandas tanto das escolas públicas quanto das instituições de ensino superior participantes do programa. Assim, os professores tanto de universidades quanto os da educação básica são responsáveis em mediar e orientar a elaboração desses projetos com os licenciandos. O PIBID ainda oferece bolsas de auxílio para os respectivos participantes do programa, apresentando, de acordo com a CAPES (2008), outros objetivos como:

- elevar a qualidade da formação inicial de professores nos cursos de licenciatura, promovendo a integração entre educação superior e educação básica;
- incentivar escolas públicas de educação básica, mobilizando seus professores como coformadores dos futuros docentes e tornando-as protagonistas nos processos de formação inicial para o magistério; e
- contribuir para a articulação entre teoria e prática necessárias à formação dos docentes, elevando a qualidade das ações acadêmicas nos cursos de licenciatura.

De maneira geral, Santos (2015) afirma que o PIBID, ao promover aproximações e parcerias entre escola e universidade, permite que o licenciando tenha vivências importantes dentro do contexto escolar à medida que ele interage ativamente com um professor experiente. Essa interação permitiria, portanto, “[...] conhecer, investigar, refletir, planejar, experimentar e avaliar conjuntamente vários aspectos da realidade escolar e do ensino nela praticado” (SANTOS, 2015, p.11).

Alguns autores fazem comparações entre estágio e o PIBID. Cacete (2015) e Santos (2015), por exemplo, mencionam a relação entre teoria e prática nos dois casos, sendo que a realização obrigatória das quatrocentas horas de estágio exigidas pelas Diretrizes Nacionais Curriculares pode não contribuir de maneira significativa para articular e associar teoria e prática, reduzindo-se à mera formalidade de distribuição dessas horas entre as disciplinas de conteúdo em determinadas etapas do curso de licenciatura e ao exercício de transposição didática. Diferentemente do estágio, o PIBID pode ser desencadeado a partir do início do curso, indicando que a relação entre teoria e prática se realiza permanentemente independente da etapa do curso.

Além disso, outras diferenças marcantes entre o PIBID e o estágio é que, no primeiro caso, há um número menor de alunos participantes, com parcerias formativas entre os professores do ensino superior e professores da educação básica que atuam como coformadores no processo de iniciação à docência, existindo, ainda, bolsas de auxílio para professores e alunos que participam do PIBID, o que pode representar uma forma de estimular e valorizar a docência (CACETE, 2015). A questão do oferecimento das bolsas de incentivo, porém, privilegia poucos licenciandos, caracterizando uma ação pontual desse projeto e produzindo certo estranhamento entre os alunos de um mesmo curso de licenciatura que podem se dividir em três grupos: os bolsistas de iniciação científica, os bolsistas do PIBID e os demais alunos que realizam ou já realizaram estágio (LIMA, 2012; CACETE, 2015). É por causa dessa situação que Lima (2012) questiona como os formadores de professores conseguem lidar grupos de licenciandos que pertencem a diferentes projetos de formação docente com diferentes acessos à informação e construções do conhecimento.

Outra questão que difere o PIBID do estágio apontada por Piteri (2015) refere-se à autonomia que o PIBID possui para a elaboração dos projetos institucionais e dos projetos disciplinares. Essa autonomia inclui liberdade em relação às políticas de governo que controlam os materiais didáticos padronizados para toda a rede, as avaliações da escola em exames de larga escala, as compras e distribuições por redes públicas de educação de apostilas e serviços de formação docente. No PIBID, uma vez que os projetos institucionais envolvem subprojetos desenvolvidos com a colaboração dos professores das licenciaturas, das escolas básicas e dos licenciandos, essa colaboração não está vinculada estritamente aos currículos da Licenciatura e das redes escolares, constituindo-se um espaço de ação que não precisa responder aos mecanismos de controle governamental sobre o ensino público. Além disso, como já mencionado por Santos (2015), Piteri (2015, p.85) ressalta a ideia de cooperação e parceria entre universidade e escola que está muito mais presente no PIBID do que no estágio:

E talvez essa seja uma característica que distancie o PIBID das formas convencionais de formação de professores na atualidade: trata-se de trabalho conjunto, em parcerias, o que confronta o individualismo que caracteriza o trabalho docente na atualidade e aproxima as IES da escola básica e dos lugares sociais historicamente marginalizados, um que o PIBID prevê a presença em escolas da periferia econômica do país, de alunos de Licenciatura e de docentes das IES. Há assim, a aproximação entre universidade e escola, num espaço que não o universitário, mas o da

própria escola. Essa colaboração permite que a aproximação entre docente universitário e docentes da escola básica se faça não com base em uma relação hierárquica, daquele que forma para aquele que é formado, mas em parceria, com o objetivo de formar os futuros docentes do ensino básico.

Experiências como o estágio supervisionado e o PIBID podem permitir que os licenciandos desenvolvam o “talento artístico” (SCHÖN, 2000), por meio da prática dos movimentos de aprendizagem já citados: *conhecer na ação*, *reflexão da ação* e *reflexão na ação*. Isso porque os licenciandos são envolvidos com diversos fatores que compõe o cotidiano escolar, como gestão da sala de aula, elaboração de atividades e avaliações, cronograma de atividades escolares, problemas com disciplina e comportamento, realizando o “conhecer na ação”, conhecendo as potencialidades e os problemas de cada um desses fatores.

Ao trazer essas experiências para as aulas de estágio e para as reuniões do PIBID, os licenciandos podem refletir sobre suas ações, desenvolvendo habilidades para lidar com imprevistos e conflitos durante as aulas. Ao longo do tempo, conforme os licenciandos realizam a *reflexão das ações*, podem refletir ao ato mesmo tempo que agem, redirecionando suas práticas no momento de suas ações. Nessa perspectiva, deve-se salientar a importância do PIBID em proporcionar o contato dos licenciandos com professores da educação básica, também chamados de professores supervisores, para a prática dos movimentos de aprendizagem de Schön descritos acima, principalmente no que se refere à *reflexão na ação*.

Pesquisas apontam que professores supervisores, chamados de *mentor teachers*, podem influenciar no que e como os licenciandos aprendem, moldando assim seu comportamento conforme as necessidades e demandas de programas de formação docente. Com isso, para evitar possíveis direcionamentos seguindo visões unilaterais e exclusivas, é essencial que os supervisores possuam um versátil e vasto repertório de habilidades para orientar os licenciandos, não apenas no sentido de oferecer instruções, comandos e *feedbacks*, mas sobretudo para incentivar a reflexão das práticas pedagógicas exercidas pelos licenciandos juntamente com seus respectivos supervisores dentro dos programas de formação docente que atuam (CRASBORN et al., 2007; NILSSON; DRIEL, 2010).

Por fim, o PIBID, assim como o estágio, oferece um campo importante de pesquisa em Educação, sobretudo a partir da relação entre os espaços de formação e de trabalho. As experiências desenvolvidas pelo PIBID têm contribuído para o

aprofundamento da discussão sobre a necessidade de revisão do estágio na perspectiva de pensá-lo e praticá-lo desde o início do curso de licenciatura como um projeto articulado com as demandas da escola básica e com as propostas dos cursos de formação de professores. Nesse sentido, a melhoria das condições de formação de professores está intimamente relacionada com a colaboração e o estreitamento de ligações de convivência entre o ensino superior e a escola básica. Tanto o PIBID quanto o estágio concorrem para qualificar a formação docente, entretanto, ambos carecem de aprimoramento, estudos, acompanhamento e perspectiva de equidade (LIMA, 2012; CACETE, 2015).

2.5 Aspectos sobre formação de professores de ciências

Como o contexto desta pesquisa é com futuros professores de Ciências e Biologia, sendo desenvolvida uma sequência didática de ciências por licenciandos participantes de um programa de formação de professores, é pertinente descrever algumas características sobre essa formação. Segundo Carvalho e Pérez (2001, p.22), pesquisas apontam muitas carências de professores de ciências para dominar o conteúdo a ser ensinado. Para esses autores, o professor deve preocupar-se em:

- a) Conhecer os problemas que originaram a construção dos conhecimentos científicos, sem que os referidos conhecimentos surjam como construções arbitrárias.
- b) Conhecer as orientações metodológicas empregadas na construção dos conhecimentos, isto é, a forma como os cientistas abordam os problemas.
- c) Conhecer as interações entre a ciência e a tecnologia atual, associadas à construção do conhecimento.

Dessa maneira, os licenciandos em Ciências sentem-se inseguros em ensinar algumas disciplinas específicas como Física e Química por não terem tido oportunidades, durante a licenciatura, de trabalharem e construir conhecimentos integrados entre as disciplinas de Biologia, Física e Química. Pérez (2001) e Maluceli (2007) afirmam que, numa tentativa de compreenderem conceitos científicos mais específicos, esses professores procuram aprendê-los por meio de livros paradidáticos, cursos de extensão e atualização. Isso, porém, pode ser grave para a aprendizagem desses conceitos pelos próprios professores, interferindo no processo de ensino e aprendizagem, limitando os alunos a aprenderem o mínimo necessário. Paganotti e Dickman (2007) sugerem que esse problema pode estar

relacionado com a pouca oportunidade que é dada aos professores de Ciências vivenciarem o dia a dia de pesquisadores em laboratórios, por exemplo, e experimentarem a aprendizagem das Ciências em ambientes de pesquisa. Rocha e Neto (2009), porém, apresentam resultados de pesquisas que demonstram que apenas a experiência em laboratório não é suficiente para promover ensino efetivo de Ciências. Ainda de acordo com Rocha e Neto (2009, p.5),

A análise das reflexões mostrou que licenciandos possuíam um repertório de métodos e experimentos para ensinar Física, no entanto, não conseguiram administrá-los completamente de forma a promover o entendimento e o aprendizado dos conteúdos de Física em sala de aula.

Outro fator preocupante na formação de professores de ciências é o distanciamento dos licenciandos e dos professores formados em pesquisas sobre ensino. De acordo com Carvalho e Perez (2001), existe claramente uma barreira entre os professores e a pesquisa acadêmica, o que pode impossibilitá-los de olhar seu trabalho de maneira crítica, refletindo sobre sua atividade docente. Isso pode acontecer pois, como revelado pelo trabalho de Melo e Silva (2009), muitos professores possuem a crença de que a atividade de pesquisa seria desvinculada ao ensino e se caracterizaria por projetos em laboratórios equipados, distante do trabalho direto com pessoas e sem relações ou utilidades para a prática docente. Além disso, Gutierrez e Kim (2017) afirmam que existe uma relutância entre licenciandos e professores a participarem de pesquisas acadêmicas, mesmo que isto seja estimulado em programas de formação docente e/ou formação continuada, havendo falta de credibilidade e crença nos benefícios da pesquisa em Educação, considerada irrelevante para as demandas e necessidades dentro do contexto de ensino e aprendizagem.

Alguns autores sugerem mudanças nos cursos de licenciatura que formam professores de ciências. Em relação à aproximação dos licenciandos com a pesquisa acadêmica, Maluceli (2007) destaca que é necessário proporcionar aos professores em formação a oportunidade de um trabalho conjunto de reflexão, debate e aprofundamento, aproximando suas produções com os resultados da comunidade científica e, com isso, orientar o trabalho de formação dos professores como uma pesquisa dirigida.

Em relação ao “conhecer a matéria a ser ensinada”, Rocha e Neto (2009) trazem as contribuições de Nilsson (2008), sendo importante para esses autores o

envolvimento de futuros docentes, durante sua formação, em projetos que permitam conhecer o contexto da sala de aula, compreendendo e refletindo sobre processo de ensino e aprendizagem de Ciências, além de desenvolvimento de habilidades acerca “do quê” e de “como” ensinar a disciplina, de maneira integrada e contextualizada, evitando fragmentações entre alguns conteúdos e conceitos, o que pode dificultar tanto o ensino quanto a aprendizagem. Carvalho e Perez (2001) apontam que, nos cursos de licenciatura, é necessário selecionar quais conteúdos científicos seriam fundamentais para o ensino de Ciências, permitindo que os futuros professores se familiarizem e se apropriem deles e conheçam o processo de raciocínio para construção desses conhecimentos. Isso possibilitaria o reconhecimento, por exemplo, de quais seriam as dificuldades tanto no processo de ensinar e aprender esses conteúdos (CARVALHO; PEREZ, 2001).

Para se alcançar os pontos acima citados, Carvalho e Perez (2001) sugerem reestruturar o formato dos cursos de licenciatura em Ciências. Segundo esses autores, a maioria da estrutura curricular desses cursos está organizada de maneira que é possível cursar as disciplinas referentes a formação docente apenas em uma segunda etapa do curso, geralmente nos últimos anos da graduação e posterior, portanto, a uma primeira etapa, na qual ocorre a realização obrigatória de disciplinas especializadas e referentes a modalidade de bacharelado. Isso faz com que a licenciatura tenha menor status comparável a demais especialidades de graduação, sendo necessário cursar primeiramente a formação científica. Afirmam, ainda, que esse formato não oferece condições para que os futuros docentes realmente se apropriem de conhecimentos científicos de maneira eficaz, para transposições didáticas no contexto do ensino e aprendizagem de Ciências. Carvalho e Pérez (2001, p.76) sugerem:

[...] manter aberta uma via de duplo acesso: um segundo ciclo no próprio curso de graduação dirigido à docência e os estudos de especialização ou pós-graduação. Se, pelo contrário, somente se deixa a alternativa da especialização, a preparação docente transforma-se em algo breve e de pouca exigência ou, ainda, a duração total dos estudos se estende desmesuradamente, o que se torna um autêntico obstáculo. Manter aberta esta via de duplo acesso não supõe, além disso, nenhum custo econômico suplementar para as universidades, visto que os cursos poderiam ser acompanhados ao mesmo tempo por estudantes de segundo ciclo e por aqueles que realizariam a especialização.

2.6 Dificuldades dos professores de ciências na prática do ensino por investigação

Mediante a descrição de formação de professores de ciências; é necessário descrever como ocorre o preparo desses professores para aplicar o ensino por investigação, bem como quais são as dificuldades dos professores já atuantes em aplicá-lo e desenvolvê-lo.

De acordo com Carvalho e Pérez (2001), os professores em formação, expressam rejeição pelo ensino tradicional. No entanto, há evidências de que hoje se continua fazendo nas aulas de ciências praticamente o mesmo que há sessenta anos. Dessa maneira, é necessário mostrar e desenvolver aos futuros professores durante sua formação inicial, criar outras formas de ensino e aprendizagem de Ciência, dentro da perspectiva da alfabetização científica, por exemplo. Como já descrito no primeiro item desta revisão bibliográfica, a alfabetização científica pretende ensinar não apenas os conceitos científicos, mas também desenvolver as habilidades e competências referentes à natureza da Ciência, permitindo, assim, uma educação científica mais ampla. A introdução do ensino por investigação nas aulas de Ciências é uma maneira de colocar a alfabetização científica em prática na sala de aula, não possuindo apenas como objetivo ensinar o conteúdo científico, mas também auxiliar os alunos a desenvolver as habilidades investigativas, possibilitando que os alunos conheçam e se apropriem de competências específicas da natureza da Ciência (TONIDANDEL, 2013).

As características do ensino por investigação citadas acima podem ser facilmente implementadas às aulas dos professores de Ciências, basta que os professores revejam suas concepções sobre o ensino por investigação com o intuito de se qualificarem para tal proposta (BELL; SMETANA; BINNS, 2005). Isso é necessário, já que pesquisas apontam concepções equivocadas dos docentes sobre o ensino por investigação, por exemplo: exercer práticas focadas nas ações dos professores, indo a favor de suas expectativas sobre a dinâmica da aula e direcionando-as de acordo com as respostas esperadas por eles, não permitindo que os alunos tenham autonomia para construir suas próprias ideias; o uso de materiais didáticos que, erroneamente, alegam trabalhar com o ensino por

investigação, mas que apresentam modelos ou receitas por meio dos quais os alunos apenas reproduzem experimentos com resultados já esperados.

Além disso, há professores que utilizam atividades experimentais como única forma de aplicar essa abordagem de ensino e aqueles que acreditam na errônea ideia de que as atividades investigativas podem ser apenas do tipo aberta (COLBURN, 2000; BARROW, 2006; CAPPS; CRAWFORD; CONTAS, 2012; IRELAND et al., 2014; KRÄMER; NESSLER; SCHÜLTER, 2015). Outro fato que também merece atenção por parte dos docentes refere-se à errônea crença de abordar todo o conteúdo por meio do ensino por investigação, de acordo Munford e Lima (2007, p.11):

A posição aqui defendida é de que alguns temas seriam mais apropriados para essa abordagem, enquanto outros teriam de ser trabalhados de outras formas. O ensino de ciências por investigação seria uma estratégia entre outras que o(a) professor(a) poderia selecionar ao procurar diversificar sua prática de forma inovadora.

É compreensível que os professores tenham concepções errôneas e equivocadas já que, de acordo com Crawford (2000), construir estratégias para implementar práticas didáticas baseadas no ensino por investigação é uma tarefa complexa, que demanda diversas habilidades específicas, e muitos professores não têm incorporado essa abordagem de ensino seguindo seus reais princípios e objetivos. Uma das explicações para isso pode ser a falta da aproximação dos docentes com o ensino por investigação durante sua formação acadêmica inicial (CAPPS; CRAWFORD; CONTAS, 2012). De acordo com Mumba et al. (2007), existe pouco treinamento durante a formação dos professores com informações e instruções específicas insuficientes sobre os objetivos e princípios do ensino por investigação. Além disso, cursos de graduação com didáticas tradicionais baseadas em atividades experimentais para confirmação de conceitos, leis ou teorias vistas em aulas ou em livros preocupam pesquisadores do ensino de ciências, que enfatizam a necessidade de mudanças nas estratégias didáticas dos cursos de licenciatura (NRC, 2000). Nesse sentido, a formação docente inadequada pode educar professores com dificuldade em lecionar numa perspectiva construtivista de ensino (como é o caso do ensino por investigação), a qual valoriza o protagonismo e a autonomia do aluno, o papel do docente como agente facilitador e não detentor do conhecimento e a construção de conhecimentos através de trocas de ideias entre professores e alunos (MINNER; LEVY; CENTURY, 2010; ROERING; LUFT, 2014).

Com a falta de treinamento durante a formação acadêmica, os licenciandos, ao se tornarem professores, além de possuírem ideias errôneas sobre o ensino por investigação, podem encontrar diversas dificuldades para aplicar e desenvolver essa abordagem de ensino. Essas dificuldades podem estar relacionadas a problemas referentes ao contexto mais particular de cada escola como: disponibilidade de espaço físico, flexibilidade em horários de aula e materiais adequados para aplicação de atividades práticas (MUNFORD; LIMA, 2007; SÁ et al., 2011). Além disso, existem problemas relacionados ao início da carreira docente, como aqueles relacionados a disciplina e comportamento de alunos e à falta de habilidades do professor com a gestão de sala de aula e com a dinâmica de uma atividade investigativa; além de dificuldades em lidar com alunos com diferentes perfis que ainda podem não possuir habilidades investigativas para realizar atividades sugeridas pelo professor, mostrando-se desmotivados e frustrados (CRAWFORD, 1999; CRAWFORD, 2000; ROERING; LUFT, 2014).

Com isso, os professores iniciantes, para se sentirem mais seguros durante a aplicação de uma atividade investigativa, podem ter maior direcionamento e mediação no preparo e na aplicação de uma atividade investigativa, por exemplo. Pesquisas apontam que os professores iniciantes, ao aplicarem atividades investigativas, podem exigir que os alunos tenham habilidades investigativas aprimoradas, o que cria muitas expectativas não possíveis de ser alcançadas. Isto é um agravante, já que esses professores podem considerar que o ensino por investigação é uma estratégia instrucional ineficaz e preferirem atividades como leituras e resolução de exercícios, situações que consideram mais fáceis de lidar e com bom aceite dos alunos (CRAWFORD, 2000; ROERING; LUFT, 2014; KRÄMER et al., 2015). Esse fato pode ocorrer já que docentes ainda em formação, geralmente, não possuem uma profunda compreensão sobre o significado do ensino por investigação e do conteúdo específico a ser ensinado, o que compromete a implementação de atividades investigativas.

Os graduandos, ao se formarem, precisam entender tanto a estrutura quanto a natureza do conteúdo a ser ensinado, além de serem capazes de selecionar e transpor esses conteúdos em atividades. Se os professores não tiverem um conhecimento do conteúdo adequado, terão dificuldades no momento de tentar ensinar conceitos e procedimentos de acordo com a perspectiva do ensino por investigação (CAPPS; CRAWFORD; CONTAS, 2012; KRÄMER et al., 2015). Diante

dessas dificuldades, a ocorrência de programas de formação de professores que trabalham com o ensino por investigação é necessária para auxiliar docentes iniciantes a lidar com diversas barreiras para implementação desse tipo de ensino. De acordo com Crawford (2000) e Blanchard et al. (2010), a elaboração de materiais para serem trabalhados em atividades investigativas, o trabalho com conteúdos pedagógicos específicos e conteúdos teóricos sobre ensino por investigação devem estar juntamente presentes em programas de formação para que futuros professores de Ciência implementem o ensino por investigação de fato.

Blanchard et al. (2010) e Capps, Crawford e Contas (2012) mostram uma série de estudos que relatam melhorias de aprendizagem dos alunos em Ciências quando os professores recebem extenso desenvolvimento profissional de treinamento para aplicação do ensino por investigação. Como características desses programas pode-se citar: o engajamento dos participantes no ensino e aprendizagem pelo ensino por investigação, a elaboração de estratégias de ensino, a ocorrência de participação coletiva entre escolas e universidades, a integração de atividades na sala de aula e o foco em um determinado conteúdo científico.

Dessa maneira, oferecer conteúdos relacionados ao ensino por investigação ao longo da graduação permite que futuros professores de Ciências construam ideias acerca desse tipo de ensino, tendo, assim, clareza sobre os intuitos e a importância dessa abordagem para os estudantes. Esses programas permitem, ainda, que os estudantes de graduação tenham contato com a dinâmica da sala de aula, trabalhem com grupos colaborativos de estudos, construam atividades investigativas, tenham foco em aspectos referentes à didática e dilemas do trabalho docente e desenvolvam habilidades dentro da perspectiva do ensino por investigação (NRC, 2000; BARROW, 2006; BLANCHARD et al., 2010; ROERING; LUFT, 2014).

Capps, Contas e Crawford (2012) e Crasborn et al. (2007) mencionam a importância da duração dos programas de formação docente, ao afirmarem que não existe uma duração específica para que um programa de formação docente seja eficaz, mas é preciso que haja tempo suficiente para que os licenciados possam incorporar e desenvolver habilidades e esclarecer dúvidas sobre os conceitos científicos e/ou sobre abordagem de ensino estudados, considerando ainda que necessidades e preocupações dos grupos de trabalho de cada programa de formação docente podem mudar ao longo tempo.

Gutierrez e Kim (2007) ainda afirmam que não há um consenso sobre quais são as características que garantem a qualidade de um programa de formação docente. No entanto, é importante que os esses programas valorizem trabalhos de aprendizagem colaborativa entre os profissionais (professores universitários, professores de escola básica, entre outros) e licenciandos envolvidos nos programas, promovendo valores de colaboração e responsabilidade coletiva, gerando, assim, dentro das instituições de ensino superior, impactos positivos nas capacidades de ensino e aprendizagem de futuros professores. Esses autores ainda enfatizam que os programas de formação docente permitem que os futuros licenciandos se familiarizem com possíveis mudanças nos currículos educacionais e ainda possibilitam uma reflexão ativa das práticas docentes.

Diante desse cenário, é importante investigar como programas de formação de professores, que incluem o ensino por investigação, lidam com essas dificuldades visando à indicação de fatores relevantes ao ensino por investigação que podem ser incluídos, ou melhor, trabalhados ao longo desses programas de formação inicial de docentes. Nessa perspectiva, a pergunta de pesquisa deste trabalho é: *quais são os aspectos do ensino por investigação que podem ser encontrados em uma sequência didática elaborada por futuros professores de Biologia em um programa de formação docente?*

3. OBJETIVOS DE PESQUISA

Para responder à pergunta de pesquisa, pretende-se alcançar os seguintes objetivos:

- Identificar quais aspectos do ensino por investigação podem ocorrer em uma sequência didática elaborada por futuros professores de Biologia e Ciências no contexto PIBID-IB/USP.
- Identificar os conceitos sobre o ensino por investigação, compreendidos pelos licenciandos do grupo escola analisado do PIBID-IB/USP.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 Caracterização do PIBID

Como já descrito na revisão bibliográfica, o PIBID tem como objetivo principal aprimorar a formação de professores para a educação básica, promovendo a aproximação entre educação superior e educação básica. Segundo Santos (2015), o PIBID pode promover uma cooperação entre escola e universidade por meio da inserção do licenciando no universo escolar, mediada pela interação sistemática e prolongada desse futuro professor com um professor experiente para conhecer, investigar, refletir, planejar, experimentar e avaliar conjuntamente vários aspectos da realidade escolar e do ensino nela praticado.

Para ingressar no PIBID, as Instituições de Ensino Superior (IES), públicas ou privadas, devem apresentar à Capes projetos de iniciação à docência, conforme os editais de seleção publicados. Essas instituições, então, selecionam as escolas públicas cadastradas no programa com a participação de um professor de educação básica. Por fim, os graduandos regularmente matriculados devem passar por um processo seletivo nas IES conveniadas, sendo disponibilizadas bolsas-auxílio. Dessa maneira, o PIBID de uma IES é composto por um coordenador institucional, por coordenadores de gestão, por coordenadores de área e por supervisores. Os dois primeiros citados são responsáveis por gerenciar todos os subprojetos das licenciaturas que compõem o programa na IES; os coordenadores de área são professores das IES conveniadas de cada licenciatura e são responsáveis por coordenar os projetos de todos os grupos-escola; e, por fim, os supervisores se referem aos docentes das escolas públicas responsáveis por orientar reuniões e acompanhar os licenciandos, semanalmente, na escola, com orientação do planejamento das atividades didáticas e dos licenciandos.

No Instituto de Biociências da USP, tal programa teve início em 2012, sendo coordenado pela professora Dra. Maria Elice Brzezinski Prestes (departamento de Genética e Educação). Entre 2012 e 2013, contou com a participação de cerca de dez a quinze estudantes de graduação do curso de Licenciatura, que atuaram sob a supervisão de dois professores do Ensino Básico, sendo que todos os licenciandos são bolsistas com oito horas de

dedicação semanal ao programa. As principais temáticas enfocadas foram biologia celular e evolução, por meio da reprodução de experimentos históricos.

No início de 2014, o projeto foi renovado e ampliado, contando com duas novas coordenadoras, a professora Dra. Suzana Ursi (departamento de Botânica) e a professora Dra. Daniela Scarpa (departamento de Ecologia), sendo que o ensino por investigação passou a ser a tônica para o desenvolvimento das sequências didáticas nas escolas, abordando especialmente biodiversidade vegetal, ecologia e questões ambientais. Quatro escolas públicas fizeram parte do projeto, juntamente com seus respectivos professores do Ensino Básico, fazendo parte ainda 28 licenciandos; assim, cada grupo-escola é formado por um supervisor (professor de uma escola diferente) e sete licenciandos.

4.2 Caracterização do grupo-escola analisado

O subprojeto Biologia do PIBID/USP, referente ao ano de 2014, tinha como objetivo realizar intervenções nas escolas com base na Temática Ambiental e sob os preceitos do ensino de ciências por investigação, através da criação e aplicação de sequências didáticas, estudos de meio e pesquisa com a participação de quatro grupos-escola: EMEF Prof^a Ileusa Caetano da Silva, E.E. José Liberatti, EMEF Pedro Nava e EMEF Deputado César Arruda Castanho. Para esta pesquisa, contudo, serão analisados somente os dados do grupo escola EMEF Prof^a. Ileusa Caetano da Silva.

A EMEF Profa. Ileusa Caetano da Silva fica situada na rua D, número 10, do bairro Educandário, próxima à rodovia Raposo Tavares e a uma nascente do rio Pinheiros, região oeste do município de São Paulo e pertencente à subprefeitura do Butantã. Em relação ao espaço físico, a EMEF Prof^a Ileusa Caetano da Silva possui salas individuais para direção, coordenação pedagógica e secretaria. Conta com seis salas de aula, um laboratório de informática, uma de sala de leitura, recuperação paralela, materiais para Educação Física, uma quadra, uma horta, um parque e um pátio para os alunos.

O supervisor que acompanhou e orientou o subgrupo é licenciado em Ciências Biológicas e mestre em Ensino de Ciências (defesa em 2011) com foco na área de argumentação e ensino de ciências. Os licenciandos deste grupo-

escola serão mencionados ao longo desta dissertação por meio de nomes fictícios para preservar a identidade dos sujeitos participantes da pesquisa. Entre os sete licenciandos, Jonathan, Leonardo e Heitor eram recém-ingressos no curso de graduação de Ciências Biológicas; Rogério e Samantha estavam no penúltimo ano; e Elena e Nathan¹ estavam no último ano na graduação. É pertinente mencionar ainda que Elena e Nathan já tinham algum contato com uma dinâmica de rotina escolar, pois tiveram experiências em escolas particulares como plantonistas e auxiliares de laboratório de ciências. Os dois, portanto, já conheciam alguns princípios do ensino por investigação ao cursarem a disciplina *Indagações Ecológicas*, oferecida durante o curso de graduação em Ciências Biológicas da USP.

4.2.1 *Descrição das atividades gerais semanais realizadas pelo subgrupo analisado*

Dentro do PIBID, os licenciandos deviam cumprir oito horas semanais, dessas, quatro eram dedicadas ao acompanhamento de aulas e intervenção na escola, duas eram de atividade individual e as duas restantes de reuniões com o supervisor. Os licenciandos do subgrupo analisado foram divididos em três equipes e dividiam tarefas para serem realizadas na escola em dias alternados ao longo da semana e para as reuniões semanais. Nestas, as tarefas de cada equipe eram discutidas e compartilhadas com o restante do grupo, e outras eram planejadas para a semana seguinte.

Em relação às tarefas, no primeiro semestre de 2014, o grupo se dedicou ao levantamento do contexto escolar e socioeconômico da região, ao diagnóstico da percepção ambiental dos alunos, bem como às leituras e discussões de artigos acadêmicos sobre ensino por investigação e argumentação, bem como documentos ambientais da Secretaria do Verde e do Meio Ambiente sobre parques lineares.

Em uma das primeiras reuniões do ano, houve a apresentação do projeto “Conhecendo para cuidar” pela professora Claudia (docente da escola Ileusa Caetano da Silva). Esse projeto tinha o objetivo de desenvolver o respeito pelo meio ambiente, ao fazer com que a comunidade escolar reconhecesse e valorizasse uma área próxima à escola que corresponde a uma nascente do

¹ Nomes fictícios

Ribeirão do Jaguaré, afluente do rio Pinheiros. Para atingir esse intuito, o projeto teve diversas ações de observação do local por meio de passeios com alunos, professores e outros integrantes da comunidade escolar pela nascente para diagnosticar potenciais danos ambientais, detectando descarte de esgoto clandestino e reconhecendo o péssimo estado em que estava a região. A docente relatou ainda que houve a criação de ranários para demonstração do processo gradual da metamorfose dos girinos, que não eram “peixinhos”, como os alunos pensavam. Como produto final, alunos e professores criaram uma carta solicitando a despoluição da nascente (no ano 2008), além de reivindicarem junto à Prefeitura a criação de um parque linear na região, com apoio da Secretaria do Verde e do Meio Ambiente. Em 2008, foi criado pela Secretaria do Meio Ambiente o projeto “Parque Linear Ribeirão do Jaguaré”, com pareceria da Sabesp, com o intuito de solucionar o problema do descarte de esgoto clandestino. Nos anos seguintes, o projeto foi levado à subprefeitura, para a revisão (que constava no Plano Diretor) e priorização de sua construção, além da participação de comunidade local em fóruns, discussões e trabalhos de conscientização para preservação da nascente e implantação do parque linear. Essa apresentação foi relevante, pois pode contextualizar a problemática da nascente poluída e da necessidade da implantação do parque linear.

Após a apresentação, como já citado, foram lidos e discutidos documentos da Secretaria do Verde e do Meio Ambiente sobre parque linear para direcionar o foco para a elaboração da avaliação diagnóstica sobre o contexto da comunidade escolar. Nessa avaliação diagnóstica, foi elaborado um “Roteiro de observação de contexto da escola” com o intuito de diagnosticar os maiores problemas enfrentados pela escola por meio de entrevistas com a comunidade escolar. A diretora revelou fatos como o uso de drogas pelos alunos, falta de lixeiras públicas e a existência de comércio irregular. Outros integrantes da comunidade escolar (alunos, pais, funcionários da escola) foram questionados sobre os principais problemas da região e também comentaram sobre o número insuficiente de lixeiras que levaria ao acúmulo de lixo e ao consequente alagamento nas ruas do bairro na época das chuvas. Problemas com a rede elétrica em dias chuvosos, falta de iluminação pública, falta de segurança e dificuldades tanto no transporte público quanto na sinalização de trânsito foram outras questões problemáticas levantadas pelos entrevistados.

Além desses relatos, os licenciandos Heitor e Rogério realizaram um panorama sobre a infraestrutura da região, constatando dificuldade de locomoção em trechos perto da nascente, falta de estabelecimento de serviços como mercados, farmácias e bancos. Concomitante a isso, foram apresentados pelo licenciando Nathan¹ panoramas sobre o perfil socioeconômico da comunidade local, identificando a maioria dos moradores como de baixa renda e com alto índice de abandono escolar. Após sugestões dos licenciandos, ficou decidido que o foco das observações para a criação da sequência didática e estratégias de aula seria a ligação que os alunos e a escola como um todo têm com o entorno, além da conscientização ambiental.

No segundo semestre de 2014, os licenciandos, juntamente com o supervisor, durante as reuniões semanais, dedicaram-se ao planejamento para aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI). É pertinente descrever também a ocorrência, no início do ano, de uma reunião geral entre todos os grupos do PIBID e as coordenadoras. Nessa reunião, os grupos que compunham o PIBID compartilharam informações sobre a composição do grupo, o contexto da escola em que estavam e as tarefas feitas e que estavam previstas para os próximos meses. Em seguida, uma das coordenadoras explanou por meio de slides características que compõem o ensino por investigação, apresentando questões presentes em avaliações internacionais de ciências. Essas questões exigiam leitura de gráficos, interpretação de dados de experimentos e relações entre essas informações – habilidades que fazem parte do ensino por investigação. A coordenadora também destacou a base construtivista em torno dessa abordagem de ensino, a qual valoriza o resgate de concepções prévias, o protagonismo do aluno, o compartilhamento de idéias e as interações em grupo, a importância da aprendizagem social e tomada de decisão em contextos sociais que envolvam ciência. Foi destacado também que nem todo conteúdo ou atividades são possíveis de serem trabalhadas dentro do ensino por investigação e que as habilidades para realizar as atividades investigativas deveriam ser desenvolvidas nos alunos das escolas, aos poucos, pelos licenciandos. Por fim, a coordenadora explicou sobre os níveis de abertura de uma sequência didática investigativa e sugestões de etapas para elaborá-la, como: apresentar uma situação problema relacionada aos seus contextos sociais, propor atividades para coleta de dados, realizar a análise e a discussão dos dados entre pares para

posterior compartilhamento com os demais colegas e, por fim, reflexão de todo o processo investigativo.

Para o planejamento e aplicação da SEI, os licenciandos foram divididos em pequenos grupos para elaboração das atividades. Durante as reuniões, foram selecionados conteúdos e estratégias didáticas de aula e de avaliação. Foram também elencados os objetivos de aprendizagem e foi elaborado um cronograma de execução, sendo que, quando cada atividade era planejada, era exposta a todo grupo para discussão de suas comandas e tarefas. Quando o grupo entrava em um consenso, a sequência passava pelos ajustes para poder ser aplicada aos alunos. No segundo semestre, também ocorreram duas saídas a campo, uma no projeto da Prefeitura Pomar Urbano e outra na nascente próxima à escola. Essas saídas eram pertinentes com as atividades da sequência didática, que foi encerrada com a ocorrência de uma audiência pública simulada.

4.3 A SEI elaborada pelo grupo escola

Mediante levantamento sobre o contexto escolar, o supervisor do grupo escola sugeriu que o foco da SEI deveria ser dado à questão ambiental com destaque para dimensão social e científica. O tema baseou-se, mais especificamente, na importância da conservação e preservação das nascentes, já que a comunidade vivenciava o emperramento da implantação de um parque linear na região, o que poderia contribuir para amenizar os problemas de enchentes e alagamento nas ruas durante a época das chuvas.

A estrutura da SEI foi inspirada no trabalho de Puig, Torija e Jimenéz Alexandre (2012), que faz parte do projeto RODA (*Reasoning, Debate, Argumentation*), produzido pela Universidade de Santiago na Espanha. De acordo com esses autores, muitos professores de ciências promovem, de alguma forma, a argumentação e o uso de evidências durante as aulas. Pensando nisso, desenvolveram duas sequências didáticas, uma sobre ecologia e outra sobre genética, com o intuito de oferecer recursos e estratégias para professores interessados em criar ambientes de aprendizagem em aulas de ciências para investigação e argumentação de uma forma mais sistemática e com uma abordagem estruturada.

No projeto RODA, as tarefas ao longo da sequência foram elaboradas para engajar os estudantes a usarem evidências, construir argumentos sobre expressão gênica e fluxo de energia em ecossistemas com a seguinte estrutura lógica: parte-se de conceitos simples construídos a partir de certas estratégias didáticas como elaborar hipóteses e desenhos experimentais, coletar e analisar dados, sendo que, ao final de cada atividade, os alunos devem produzir explicações para responder um problema pontual. Esse processo, então, vai ficando complexo e novos conceitos vão sendo incorporados a cada aula para responder a uma questão sociocientífica para tomada de decisão. Em relação ao padrão da sequência didática, ela está baseada em uma investigação do tipo estruturada, que se caracteriza por oferecer o problema de pesquisa e os procedimentos metodológicos ao aluno, mas estimulando que ele seja o responsável pela análise que levará à resolução do problema de pesquisa norteador da atividade (MUMBA; CHABALENGULA, 2000; BANCHI; BELL, 2008; BUCK et al., 2008; TONINDANDEL, 2000). É importante salientar, no entanto, que esse projeto foi apresentado a todos os grupos do PIBID durante a reunião geral, já descrita anteriormente, inspirando os licenciandos a realizarem a SEI nesse formato.

Dessa maneira, com o projeto RODA, cada atividade da SEI elaborada pelo grupo-escola analisado foca em conceitos e habilidades que serão utilizados na última atividade para tomada de decisão sobre um assunto sociocientífico. Como já citado anteriormente, o tema da SEI baseou-se na importância da conservação e preservação das nascentes, trabalhando conceitos como qualidade da água, fotossíntese, cadeia alimentar e fluxo de energia, preservação e conservação, sendo que na última atividade foi realizada uma audiência pública para tomada de decisão sobre a implementação do parque linear na região.

Já em relação às estratégias didáticas realizadas durante a SEI, os licenciandos, primeiramente, levantaram concepções prévias sobre os conceitos que seriam trabalhados em cada atividade apresentando situações hipotéticas, contextualizando, assim, o tema da atividade; em seguida, solicitavam a execução de um experimento pertinente aos conceitos trabalhados em cada atividade. Ao final de cada atividade, as explicações dos dados dos experimentos, deveriam ser feitas em forma de hipótese no padrão de argumento de Toulmin (TAP), sendo

que esse padrão foi estudado e discutido ao longo das reuniões semanais com os licenciandos.

O formato das atividades foi sugerido pelo supervisor do grupo-escola analisado, e o TAP foi considerado relevante para o exercício da tomada de decisões e como fechamento de uma atividade didática. O Quadro 1 abaixo, elaborado a partir dos planos de aula da SEI, sintetiza as perguntas de pesquisa, objetivos e conceitos trabalhados em cada atividade da SEI.

Quadro 1. Síntese da sequência didática investigativa analisada

Atividade	Pergunta de pesquisa	Objetivos Principais	Conceitos trabalhados
1	Por que o O ₂ dissolvido e a turbidez são indicadores da qualidade da água?	→Prever fenômenos de turbidez e de taxa de oxigênio a partir das concepções prévias. →Levantamento de hipóteses sobre a concentração de O ₂ e de turbidez em uma amostra de água contaminada e a outra amostra da nascente próxima à escola. →Teste experimental sobre a concentração de O ₂ dissolvido e de turbidez nas duas amostras de água.	Oxigênio dissolvido, turbidez, partículas
2	Como a fotossíntese se relaciona com o O ₂ , a incidência de luz e a produção de energia?	→Acessar os conhecimentos prévios relacionados a fotossíntese; →Relacionar fotossíntese com a produção de fonte de energia (alimento) →Realização de experimentos com elódeas para testar a variável luz no processo da fotossíntese. →Ao final da atividade retomar conceitos aprendidos na atividade 1 com os conceitos da atividade 2	Amido, fonte de energia, fotossíntese
3	Como se dá o fluxo de energia na natureza?	→Levantar os conceitos das aulas anteriores →Formular explicação através dos conhecimentos prévios à respeito do fluxo de energia →Compreender a dinâmica de uma teia alimentar e do fluxo de energia na natureza	Cadeia alimentar Teia trófica Fluxo de energia

4	----- ²	→Discutir os conceitos de “Conservação”, “Preservação” e “Impacto Humano” de maneira contextualizada e problematizada. → Realizar um estudo do meio para o rio Pinheiros, para coleta de amostras de água e aferição das taxa de oxigênio e turbidez dissolvidos. →Comparar os dados obtidos no rio Pinheiros com os encontrados na atividade 1.	Conservação, Preservação Impacto humano
5	A implantação do Parque Linear na região poderia ser uma solução?	→Aplicar os conceitos desenvolvidos ao longo da Sequência Didática (oxigênio dissolvido, turbidez, partículas, fotossíntese, teia alimentar, cadeia alimentar, nascente, conservação, preservação, impacto humano) em uma situação real e contextualizada; →Oportunizar/possibilitar a tomada de decisão cientificamente fundamentada sobre o processo de implantação do parque linear na região.	Todos os conceitos anteriores das atividades 1 a 4.

Fonte: Autora, 2017.

A primeira atividade tinha o objetivo de apresentar os parâmetros de qualidade de água (oxigênio dissolvido e turbidez), assim como desenvolver habilidades técnicas para realizar os testes que avaliam esses dois parâmetros. Primeiramente, foi fornecida uma situação hipotética com dois frascos de vidro (um com água turva e o outro com água translúcida), na qual os alunos deveriam prever fenômenos de turbidez a partir de suas concepções prévias. Logo após, eles analisaram a turbidez de amostras de água turva com lodo coletadas pelo supervisor na nascente do Ribeirão do Jaguaré, localizada próximo à escola. Para encerrar esse processo, solicitou-se a criação de uma hipótese sobre o valor da turbidez que seria identificada na amostra de água do rio Pinheiros, coletada em uma saída a campo no Projeto Pomar Urbano (descrita a seguir).

Na segunda parte da atividade 1, foi fornecida aos alunos mais uma situação hipotética com três frascos de vidro (um com água turva, outro com água translúcida e o último com água translúcida misturada à turva), na qual os alunos deveriam prever as taxas de oxigênio dissolvido a partir de suas concepções prévias. Posteriormente, os alunos realizaram testes de oxigênio dissolvido com as amostras de água da nascente do Ribeirão do Jaguaré (coletadas pelo

² A pergunta de pesquisa desta atividade não estava explícita no plano de aula.

supervisor) e também elaboraram uma hipótese sobre qual seria o valor do oxigênio dissolvido encontrado em amostras de água do rio Pinheiros.

Entre as atividades 1 e 2, os alunos fizeram uma visita de campo ao projeto Pomar Urbano da Secretaria do Verde e do Meio Ambiente do governo estadual de São Paulo, cujo objetivo é promover atividades de pesquisa, educação e preservação do rio Pinheiros. Esse projeto oferece atividades de traslado com bicicletas entre os trechos de algumas estações da CPTM (Companhia de Transporte Metroviário) que beiram a margem do rio Pinheiros. Ao longo do percurso, existem pontos de parada para execução de atividades recreativas e educativas como palestras e oficinas de compostagem, produção de adubo, visitas às instalações de uma estação de tratamento de água, a um minhocário e ainda a um orquidário. Dois licenciandos, juntamente com os alunos e com o supervisor, realizaram o percurso, e entre os pontos de parada foram coletadas amostras do rio Pinheiros usadas na atividade 4 da SEI.

A segunda atividade da SEI tinha como objetivo apresentar o conceito de fotossíntese, relacionando-o com os conteúdos trabalhados na atividade anterior e estabelecendo uma conexão entre a fotossíntese e a produção de alimentos (fonte de energia). Logo, os conceitos trabalhados foram fotossíntese, fontes e formas de armazenamento de energia. Primeiramente, foi oferecida uma situação hipotética, na qual dois frascos de vidro, um vazio e outro com uma planta, continham indicações dos valores de vapor d'água, oxigênio e gás carbônico após certo tempo de exposição. Apenas o frasco contendo a planta sofreu alterações nos valores de vapor d'água, oxigênio e gás carbônico. Com isso, a atividade apresentou questões sobre quais foram as substâncias consumidas e produzidas com o intuito de resgatar conhecimentos prévios sobre a fotossíntese.

Em seguida, sugeriu-se a montagem de um experimento com um béquer contendo um ramo de *Elodea* dentro de um funil desemborcado em um tubo de ensaio. Esse experimento, então, foi submetido à presença e à ausência de luz. Após certo tempo, apenas o experimento montado na presença de luz teria uma menor quantidade de água no funil, oferecendo assim indícios da ocorrência da fotossíntese. Para finalizar essa atividade, os alunos deveriam elaborar uma explicação sobre a relação entre fotossíntese, oxigênio, incidência de luz e produção de energia.

A atividade 3 trabalhou com os conceitos de cadeia alimentar, fluxo de energia e teia trófica, relacionando-os com os conceitos anteriores, sendo que os objetivos eram estimular a capacidade motora e cognitiva dos alunos por meio de uma dinâmica, bem como analisar dados oriundos dela e confrontar hipóteses. Primeiramente, a atividade apresentou uma pequena história relacionando o conceito de cadeia e teia trófica com a realidade dos alunos, seguida de questões com o intuito de resgatar conhecimentos prévios a respeito do fluxo de energia. Logo após, expôs-se a dinâmica presa e predador, com procedimentos e normas apresentadas por Sasseron (2008), com o objetivo dos alunos identificarem um padrão de variação no número dos seres, vivos indicando um equilíbrio ecológico entre o número de produtores (algas), consumidores primários (peixes herbívoros), consumidores secundários (peixes secundários) e consumidores terciários (garça) em ecossistema marítimo.

Solicitou-se que a dinâmica fosse repetida, mas com mudança nas regras, já que houve a poluição do ecossistema marítimo e algas começaram a morrer, o que caracterizaria um desequilíbrio ambiental e uma mudança no padrão de variação do número de indivíduos. Antes da ocorrência dessa nova situação, porém, perguntou-se aos alunos o que iria acontecer com o número de indivíduos do ecossistema marítimo mediante a esse novo contexto. Finalizada a dinâmica, orientou-se os estudantes a organizarem os dados em gráficos, compartilhando as informações com a sala, e a responderem se a hipótese feita, antes da elaboração dessas, dinâmica estava certa ou não. Por fim, os alunos deveriam responder à pergunta “como se dá o fluxo de energia na natureza” no formato de explicação, de acordo com o padrão de Toulmin.

A atividade 4 teve o objetivo de introduzir os conceitos de conservação, preservação e impacto humano de maneira contextualizada e problematizada, por meio de um estudo do meio feito na nascente próxima à escola; considerando também como objetivo atitudinal o trabalho em grupo, e procedimentais, a elaboração de tabelas e gráficos e o domínio da técnica de teste de turbidez e oxigênio da água. Inicialmente, a atividade questionou sobre o aspecto do ambiente da nascente observado pelos alunos. Em seguida, solicitou-se que os alunos se dividissem em grupos para prática dos mesmos testes de turbidez e de taxa de oxigênio dissolvido da atividade 1. Essa coleta de dados envolveu a comparação dos dados obtidos de amostras de águas diferentes, sendo uma já

previamente coletada do rio Pinheiros durante a saída de campo com o projeto Pomar Urbano, e outra amostra da nascente do Ribeirão do Jaguaré durante uma pequena saída a campo (que ocorreu durante a aplicação atividade 4 da SEI).

Os alunos registraram os dados em uma tabela, comparando os valores dos dois indicadores de qualidade de água das duas amostras diferentes, e compartilharam os dados para verificar se houve alguma diferença e o porquê disso. Para finalizar, a atividade apresentou perguntas para retomar conceitos discutidos nas atividades anteriores, como fotossíntese, fluxo de energia e questões para reflexão sobre as causas, consequências e soluções para os impactos ambientais observados na nascente. Nessa última parte, o intuito foi apresentar e discutir os conceitos de preservação e conservação.

Na última atividade, o objetivo foi reunir todos os conceitos aprendidos nas seções anteriores para que, durante um debate em forma de audiência pública simulado na própria escola, os alunos construíssem um argumento que fosse contrário ou favorável à implementação de um parque linear. A atividade visou consolidar todos os conceitos apresentados ao longo das quatro atividades e, para tanto, solicitou-se, anteriormente ao debate, que os alunos em grupo respondessem a duas perguntas: “Utilizar a área do riacho abastecido pela nascente para construção de quadras poliesportivas poderia ser uma solução para o problema da nascente poluída?” e “Utilizar a área do riacho abastecido pela nascente para construção de um supermercado poderia ser uma solução para o problema da nascente poluída?”.

Segundo relatos dos licenciandos em uma das reuniões³, o intuito era que os alunos, na verdade, elaborassem um contra-argumento, alegando que nem a construção de quadras poliesportivas ou a de um supermercado poderiam resolver o problema da nascente poluída. A melhor solução seria despoluir a nascente, já que ela faz parte do ambiente no qual toda a comunidade vivia e possui importância biológica. Nesse momento, era esperado que os alunos retomassem todos os conceitos aprendidos ao longo da sequência didática (taxa de oxigênio dissolvido, turbidez, fotossíntese, cadeia alimentar, impacto humano) para justificar a importância da limpeza e manutenção da nascente. Assim, os licenciandos orientaram os alunos a elaborem um argumento com base nos

³Informação oferecida pelos licenciandos em uma das reuniões finais do PIBID.

conhecimentos construídos (no padrão de argumento de Toulmin) em prol da conservação da nascente, antes da ocorrência da audiência.

Essa audiência pública simulada teve os seguintes participantes: o supervisor do grupo-escola, que foi o coordenador da audiência, apresentando os convidados participantes e as normas da atividade; a arquiteta Zélia (nome fictício), convidada pelo supervisor para defender a conservação da nascente; e os licenciandos Leonardo e Heitor, que representaram empresários que pretendiam canalizar e cobrir a nascente, sendo o primeiro citado o responsável pelo ramo de supermercados e o segundo, pelo ramo de lazer esportivo. É pertinente citar que os licenciandos representaram esses setores pois Zélia, com a ajuda do professor supervisor, realizou uma pesquisa com os moradores da região sobre quais eram as maiores necessidades da comunidade local, sendo diagnosticada a necessidade de mercados e áreas de lazer.

Após a apresentação dos convidados da audiência pelo supervisor, cada convidado deveria apresentar seus argumentos em cinco minutos por meio de apresentações no formato power point. O primeiro convidado a se apresentar foi Leonardo, defendendo a elaboração de obras para construção de mercados, melhorando a infraestrutura da região com pavimentação das ruas e reforma das calçadas. Em seguida, o licenciando Heitor defendeu a construção de quadras poliesportivas como uma opção de lazer que poderia entreter os moradores na região, evitando gastos e deslocamentos para outras regiões em busca desse tipo de atividades. Por último, a arquiteta Zélia defendeu a manutenção da nascente, mas com ideias de revitalização do riacho, oferecendo como medida para evitar enchentes e conservar a limpeza do local, a implantação do parque linear e, ainda, alternativas urbanísticas para conciliar moradia e preservação do corpo d'água. Por fim, no momento “palavra livre”, os alunos fizeram perguntas aos convidados com base nos conhecimentos construídos ao longo de toda sequência didática e no argumento elaborado previamente, gerando, assim, confronto de ideias e debate. No final da audiência pública simulada, os alunos votariam em qual proposta seria a mais coerente para região. Como produto final desta atividade, cada grupo deveria elaborar um relatório final contendo o argumento pré e pós-audiência simulada, descrevendo quais foram os pontos discutidos para a elaboração do argumento pós-audiência.

Como já citado, ao final de cada atividade (com exceção da atividade 4) e para a elaboração dos argumentos na audiência descrita acima, as explicações dos dados dos experimentos deveriam ser feitas em forma de hipótese no padrão de argumento de Toulmin (TAP), conforme mostra a Figura 1 abaixo. Apesar do TAP não ser objeto de análise de nossa pesquisa, faz-se necessário exemplificar seu uso para melhor entendimento de como as atividades da SEI foram encerradas.

Figura 1. Diagrama de Toulmin

Fonte: Toulmin (2006).

A forma como o TYAP foi utilizado na atividade 1 pode ser visualizada na Figura 2. Como já descrito, essa atividade tinha o objetivo de apresentar os parâmetros de qualidade de água (oxigênio dissolvido e turbidez) em diferentes amostras, uma retirada da nascente do Ribeirão do Jaguaré e a outra de água contaminada com lodo. Em seguida, os alunos deveriam elaborar uma previsão (apresentada como hipótese) sobre qual seria a concentração de oxigênio dissolvido encontrada na amostra de água do rio Pinheiros. Os licenciandos adaptaram o diagrama do TAP utilizando o termo “Justificativo” no local de “Garantia” e “Conhecimento Básico” no local de “Apoio”; o item “Refutação” foi retirado.

Figura 2. Adaptação do modelo TAP para a SEI analisada.

Fonte: Plano de ensino do grupo-escola Ileusa Caetano do subprojeto de biologia do PIBID/IB-USP

4.4 Instrumentos de coleta de dados

Como instrumentos de coleta de dados dessa pesquisa têm-se a sequência didática investigativa já descrita no item acima, bem como os planos de aula das cinco atividades que dela fazem parte. O intuito é verificar se os aspectos do ensino por investigação serão encontrados nas atividades da SEI e nos planos de aula. Como não foi objetivo desta pesquisa acompanhar a aplicação da SEI, alguns aspectos do ensino por investigação podem ter ocorrido por meio de discursos orais entre os licenciandos e os alunos, mas não foram registrados, embora pudessem oferecer mais elementos para responder à pergunta de pesquisa.

Para atingir o segundo objetivo da pesquisa, foi aplicado um questionário aos licenciandos no início de 2014 sobre conceitos e características relevantes ao ensino por investigação. O instrumento era composto por perguntas sobre o que os licenciandos entendiam a respeito de ensino por investigação e quais seriam os papéis de alunos e professores em atividades investigativas. Além disso, em uma última pergunta, foram fornecidas duas atividades experimentais de ciências sobre as quais questionou-se se eram investigativas –caso não fossem, perguntava-se o que poderia ser feito para torná-las investigativas. Ao final do ano de 2014, foi realizada uma entrevista semiestruturada com o intuito de verificar o possível amadurecimento das concepções sobre o ensino por investigação dos licenciandos. As perguntas das entrevistas foram baseadas nas respostas do

questionário e fizeram referência à atividade da sequência didática que o licenciando havia feito – por exemplo, se respondeu no questionário que o ensino por investigação envolve elaboração de hipóteses –; também questionava-se onde esse aspecto do ensino por investigação estava presente na atividade didática que o licenciando realizou (o exemplo dos roteiros de duas entrevistas estão presente no item Apêndice desta dissertação). Essa coleta de dados foi inspirada no trabalho de Krämer e colaboradores (2015), que analisaram vídeos da aplicação de uma sequência didática investigativa elaborada por futuros professores de Ciências. Além disso, eles analisaram entrevistas semiestruturadas com esses professores, bem como as opiniões e impressões deles ao verem suas próprias aulas; o intuito foi encontrar elementos sobre o ensino por investigação que poderiam estar ausentes na aplicação da SEI.

4.5 Instrumentos de análise de dados

4.5.1 A ferramenta Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI)

Para a análise da sequência didática, utilizou-se a ferramenta *Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI)*, elaborada por Cardoso e Scarpa (2017), no grupo de pesquisa ao qual a autora deste trabalho pertence. A ferramenta foi inspirada nos trabalhos de Banchi e Bell (2008), Pedaste et al. (2015) e Carulla (2008) e possui o objetivo de ajudar na identificação de elementos do ensino por investigação, com foco no planejamento e nas ações em sala de aula realizadas pelo professor. A ferramenta, contudo, possui caráter versátil e pode ser utilizada na análise de diferentes instrumentos de coleta de dados como transcrições de áudios e vídeos de aulas, planejamentos de ensino, relatórios descritivos e descrições de sequências didáticas.

Neste trabalho, a ferramenta foi utilizada para analisar os planos de ensino e a sequência didática investigativa elaborada pelo grupo-escola acompanhado. Assim, o intuito é verificar se, nesses documentos, é possível identificar os elementos do ensino por investigação que serão descritos a seguir. A ferramenta

possui 26 elementos do ensino por investigação, categorizados de acordo com cinco temas (identificados por letras), como demonstra o Quadro 2.

Quadro 2. Temas do ensino por investigação da ferramenta DEEnCI

Temas relacionados ao ensino por investigação		
Introdução à investigação	(A)	
Apoio à investigação	(B)	(B2) hipótese/previsão
		(B3) planejamento
		(B4) coleta de dados
Guia a análises e conclusões	(C)	
Incentivo à comunicação e ao trabalho em grupo	(D)	
Estágios Futuros á investigação	(E)	

Fonte: Adaptação de Cardoso e Scarpa (2017).

Quanto a estrutura, a *DEEnCI* apresenta três colunas principais. A primeira coluna possui os elementos do ensino por investigação a serem avaliados. Na segunda coluna, há um espaço para colocar os exemplos relacionados para evidenciar cada um dos elementos. Os exemplos, então, funcionam como indicadores que, ao serem encontrados no material analisado, explicitam se aquele elemento ao qual eles se referem esteve presente no plano de ensino ou na aula. Eles não descrevem exaustivamente ou encerram todas as possíveis manifestações do elemento, mas ajudam a entender como o elemento pode ser reconhecido.

Na terceira coluna da *DEEnCI*, o avaliador pode indicar se o elemento está presente, ausente ou não é aplicável. Além disso, ele também pode fazer comentários que exemplifiquem, justifiquem ou qualifiquem a sua avaliação. Os comentários não são necessários quando o elemento for assinalado como presente, pois é fundamental expor que características do material analisado indicam a presença de um elemento, e NA, pois é importante informar porque um elemento não é aplicável. Podem haver muitas razões para assinalar NA, alguns casos são: ausência do elemento com maior hierarquia de um subtema; porque pode não ser viável avaliar os elementos subordinados a ele, como a ausência na definição de procedimentos (B3) pode levar a uma impossibilidade de analisar se o professor envolveu os alunos na sua definição (B3.1); o item não ser detectável no tipo de documento explorado, como no caso a ocorrência de coleta de dados

problema (B4) em alguma atividade dentro da sequência didática que se refere a dinâmicas e/ou debates.

A ferramenta *DEEnCI* é apresentada no Quadro 3. Optou-se por ampliar a segunda coluna do quadro, para melhor apresentação das características de cada elemento do ensino por investigação considerada nesse instrumento de coleta de dados.

Quadro 3. Ferramenta DEEnCI

Itens		Explicações ou exemplos	Avaliação e comentários		
Tema	Categoria				
A. Introdução à investigação	A1 O professor estimula o interesse dos alunos sobre um tópico de investigação	Os alunos são introduzidos a um tópico de investigação, têm o interesse despertados e/ou são engajados em um desafio. O tópico pode ser introduzido pelo professor ou alunos. Para isso, o professor pode, por exemplo, estimular a exploração ou observação de fenômenos científicos, incentivar a leitura de teorias ou sondar as ideias ou experiências prévias dos alunos sobre o que será investigado.	Presente	Ausente	Não aplicável

B. Apoio à investigação dos alunos.	Sub-tema	B1 Há a definição de problema e/ou questão investigativo(a)	Formalização de um problema amplo e/ou de questão específica sobre o tópico que será investigado. Os problemas ou questões devem focar em objetos, organismos e eventos do mundo natural e devem permitir que os estudantes colem e analisem dados que possibilitem o desenvolvimento de explicações sobre fenômenos científicos.	Presente	Ausente	Não aplicável
	Problema/questão					

		B1.1 O professor envolve os alunos na definição do problema e/ou questão de investigação	O professor incentiva os alunos a delimitarem problema e/ou elaborarem questão de investigação. O envolvimento dos alunos pode ser feito com perguntas como: “o que você gostaria de saber sobre...?” ou pela disponibilização de um espaço (quadro, caixa) em que os alunos podem colocar questões, que são lidas e levadas em consideração durante a discussão. Também pode ser feito discutindo-se que tipos de questões são investigativas e a necessidade de clarificar o significado de alguns termos, como “melhor” na questão “qual é o melhor formato para um avião de papel? ”.	Presente	Ausente	Não aplicável

	Hipótese/previsão	B2 Há a definição de hipótese e/ou previsão para a investigação	Os termos hipótese e previsão se referem à formalização de ideias que serão colocadas à prova durante a investigação. As hipóteses se relacionam ao estabelecimento de possíveis respostas ao problema ou questão de investigação. As previsões se referem aos resultados esperados com a realização de um teste.	Presente	Ausente	Não aplicável
		B2.1 O professor envolve os alunos na definição de hipótese e/ou previsão	O professor incentiva os alunos a explicitarem as suas hipóteses e/ou previsões, pedindo que eles revelem ideias que respondam o problema ou questão de investigação e/ou ideias sobre o que acham que vai acontecer na investigação. O professor pode fazer isso perguntando, por exemplo, “o que você acha que é...?”, “o que você sabe sobre..? ou “o que você acha que vai acontecer se/quando...?”.	Presente	Ausente	Não aplicável

		B2.2 O professor envolve os alunos na justificação da hipótese e/ou previsão definidos	O professor incentiva os alunos a explicitarem justificativas, baseadas em conhecimentos científicos, observações preliminares e/ou concepções prévias, para suas hipóteses e/ou previsões, perguntando, por exemplo, “por que você acha que...?” ou “por que você acha que isso irá acontecer?”.	Presente	Ausente	Não aplicável
	Planejamento	B3 Há a definição de procedimentos de investigação	Procedimentos e materiais para a investigação são definidos e planejados. Em procedimentos experimentais, o professor define e/ou incentiva os alunos a pensarem e a garantirem que alguns fatores serão mantidos constantes, para que apenas as variáveis sob investigação mudem (controle de variáveis). Em procedimentos não experimentais, o professor define e/ou incentiva os alunos a pensarem em processos de geração de dados que podem envolver observação, descrição e/ou identificação de fenômenos ou organismos, amostragem, medidas, coleta de informações em livros, pôsteres ou sites e outros procedimentos não relacionados ao controle de variáveis.	Presente	Ausente	Não aplicável

		B3.1 O professor envolve os alunos na definição dos procedimentos de investigação	O professor incentiva os alunos a participarem do planejamento da investigação, abrindo espaço para a tomada de decisões sobre o que eles vão fazer. Não se espera que os alunos planejem sem ajuda, mas os procedimentos e materiais não são decididos inteiramente pelo professor.	Presente	Ausente	Não aplicável
		B3.2 Os procedimentos de investigação definidos são apropriados ao problema e/ou questão	Os procedimentos definidos permitem que os alunos investiguem o problema ou respondam à pergunta de investigação.	Presente	Ausente	Não aplicável
	Coleta de dados	B4 Há a coleta de dados durante a investigação	Para responder à pergunta e ou/problema e testar a hipótese e/ou previsão, há a coleta de dados.	Presente	Ausente	Não aplicável

		B4.1 O professor envolve os alunos na coleta dados	Os alunos são ativos na coleta e uso de dados.	Presente	Ausente	Não aplicável
		B4.2 O professor ajuda os alunos a manterem notas e registros durante a coleta de dados	O professor pode oferecer ou incentivar a produção de quadros, listas e/ou tabelas aos alunos.	Presente	Ausente	Não aplicável
		B4.3 O professor encoraja os alunos a	O professor incentiva os alunos a checarem os dados, repetindo observações ou medições sempre que possível e assegurando a precisão, por exemplo, na leitura escalas de medição com cuidado	Presente	Ausente	Não aplicável

		checarem os dados				
		B4.4 Os dados coletados permitem o teste da hipótese e/ou previsão	A natureza dos dados permite que os alunos testem a hipótese e/ou previsão.	Presente	Ausente	Não aplicável
C. Guia a análises e conclusões	C1 O professor encoraja os alunos a analisarem os dados coletados	Dar sentido aos dados coletados, através de análises pertinentes ou complexas que gerem resultados. O professor pode pedir que os alunos, por exemplo, encontrem padrões, integrem diferentes tipos de dados, modelem e outros.		Presente	Ausente	Não aplicável
	C2 O professor encoraja os alunos a elaborem conclusões	O professor incentiva os alunos formularem conclusões a partir dos resultados.		Presente	Ausente	Não aplicável

	C3 O professor encoraja os alunos a justificarem as suas conclusões com base em conhecimentos científicos	O professor incentiva os alunos a explicarem os seus resultados e conclusões à luz de ideias científicas relacionadas à investigação. A conclusão explicita essas informações e/ou há a discussão de conceitos, teorias ou leis que justificam a sua formulação.	Presente	Ausente	Não aplicável
	C4 O professor encoraja os alunos a verificarem se as suas conclusões estão consistentes com os resultados	O professor incentiva os alunos a checarem se todas as suas observações e resultados são consistentes com a conclusão.	Presente	Ausente	Não aplicável
	C5 O professor encoraja os alunos a compararem as suas conclusões com a hipótese e/ou previsão	O professor incentiva os alunos a relembrarem sua hipótese e/ou previsão e a comparem com as conclusões.	Presente	Ausente	Não aplicável

	C6 O professor encoraja os alunos a considerarem as suas conclusões em relação ao problema e/ou questão de investigação	O professor incentiva os alunos a discutirem se ou como as conclusões da investigação ajudam a resolver o problema e/ou responder à questão de investigação.	Presente	Ausente	Não aplicável
	C7 O professor encoraja os alunos a refletirem sobre a investigação como um todo	Algumas perguntas que o professor pode fazer para propiciar a reflexão são: “você acha que essa foi a melhor forma de investigar...?”, “o que você mudaria se fizesse a investigação de novo?”, “os mesmos resultados seriam obtidos se a investigação fosse feita de novo”?	Presente	Ausente	Não aplicável

D. Incentivo à comunicação e ao trabalho em grupo	D1 O professor encoraja os alunos a trabalharem de forma colaborativa em grupo	O professor incentiva o trabalho coletivo, propondo que todos os alunos dos grupos participem das atividades, dividam materiais, se organizem na realização das tarefas e discutam sobre o que estão fazendo e como explicar os achados.	Presente	Ausente	Não aplicável
	D2 O professor encoraja os alunos a relatarem o seu trabalho	O professor incentiva os alunos a relatarem ou apresentem seus achados e conclusões a outros grupos, à classe, à comunidade escolar.	Presente	Ausente	Não aplicável
	D3 O professor encoraja os alunos a se posicionarem frente aos relatos dos colegas sobre a investigação	O professor incentiva os alunos a responderem, se perguntados, ao que foi relatado pelos colegas, a fazerem questões para entender melhor os relatos de achados e conclusões dos colegas e concordarem ou discordarem do que foi relatado.	Presente	Ausente	Não aplicável

E. Estágios futuros à investigação	E1 O professor encoraja os alunos a aplicarem o conhecimento adquirido em novas situações	Há momentos em que os alunos aplicam ou expandam o conhecimento obtido na investigação, trabalhando com ele em novas situações ou na resolução de problemas práticos.	Presente	Ausente	Não aplicável
	E2 O professor encoraja os alunos a identificarem ou elaborarem mais problemas e/ou questões a partir da investigação?	Isso pode ser feito perguntando aos alunos o que mais eles gostariam de saber o tópico de investigação e discutindo outras questões que surgirem durante a investigação.	Presente	Ausente	Não aplicável

Fonte: Cardoso, Scarpa (em 2017).

Por fim, é importante salientar que a ferramenta possui caráter versátil e pode ser utilizada na análise de diferentes instrumentos de coleta de dados como transcrições de áudios e vídeos de aulas, planejamentos de ensino, relatórios descritivos e descrições de sequências didáticas. Neste trabalho, a ferramenta foi utilizada para analisar os planos de ensino e a sequência didática investigativa elaborada pelo grupo-escola acompanhado. Assim, ao longo da aplicação da ferramenta nos instrumentos de coleta deste trabalho, o termo “professor” presente ao longo dos elementos que caracterizam o ensino por investigação foi substituído por “atividade”; como por exemplo, para diagnosticar a presença, ausência ou não aplicabilidade do elemento A1 (*O professor estimula o interesse dos alunos sobre um tópico de investigação*), o diagnóstico na verdade avaliaria o elemento A1 como *A atividade estimula o interesse dos alunos sobre um tópico de investigação*.

Neste sentido, é necessário exemplificar como alguns elementos da ferramenta, transpondo o termo “professor” para “atividade”, foram identificados como presentes, ausentes ou não aplicáveis ao longo das 5 atividades da SEI. No quadro 4 são apresentados alguns exemplos que guiaram o diagnósticos dos elementos A1 (resgate de conhecimentos prévios), B1 (definição de problema de pesquisa) e B1.1 (envolvimento dos alunos na definição da pergunta) no plano e na atividade 1 da SEI.

Quadro 4. Exemplos de como os elementos A1, B1 e B1. 1 da ferramenta DEEnCI foram identificados no plano e na atividade 1 da SEI

Categoria	Explicações e/ou exemplos	Avaliação e comentários		
		Presente X	Ausente	Não Aplicável
A1 O professor estimula o interesse dos alunos sobre um tópico de investigação? A atividade estimula o interesse dos alunos sobre um tópico de investigação?	Os alunos são introduzidos a um tópico de investigação, têm o interesse despertados e/ou são engajados em um desafio. O tópico pode ser introduzido pelo professor ou alunos. Para isso, o professor pode, por exemplo, estimular a exploração ou observação	Na atividade há um pequeno texto introdutório que pode estimular o interesse dos alunos sobre o tópico de investigação. “O oxigênio é um gás presente em abundância na atmosfera do nosso planeta. Ele apresenta a segunda maior concentração, perdendo apenas para o gás		

		<p>de fenômenos científicos, incentivar a leitura de teorias ou sondar as ideias ou experiências prévias dos alunos sobre o que será investigado.</p> <p>A atividade introduz um tópico de investigação que engaja e/ou estimula o alunos a um desafio. Isso pode ocorrer, por exemplo, quando a atividade oferece questões que estimulem a exploração ou observação de fenômenos científicos, quando incentiva a leitura de teorias e sonda ideias ou experiências prévias dos alunos sobre o que será investigado</p>	<p>nitrogênio. Entre os demais gases que compõem a mistura de ar atmosférico, no entanto, ele reina. Tem a maior concentração. Em contato com a água, esse gás pode se dissolver, encontrando-se em diferentes concentrações dependendo das condições do ambiente.</p> <p>A turbidez é a capacidade de uma suspensão de desviar a luz. Que coisa estranha essa, não? Vamos explicar de outra forma. A turbidez está relacionada à profundidade que a luz chega em determinado corpo de água. Se a luz chega mais perto do fundo, dizemos que essa água tem baixa turbidez. Se, ao contrário, a luz não consegue chegar mais perto do fundo, dizemos que a água tem elevada turbidez.</p> <p>Agora, de que forma o O_2 dissolvido e a turbidez são indicadores de qualidade de água?"</p>		
Sub-tema	B1 Há a	Formalização de um problema amplo e/ou de questão específica sobre o tópico que será investigado.	Presente	Ausente	Não
Problema/questão	definição de problema e/ou questão de investigação? A atividade defini uma	A atividade apresenta/oferece/sugere um problema um problema amplo e/ou de	X		Aplicável
			<p>Ocorre a seguinte pergunta na atividade:</p> <p>"Por que o O_2 dissolvido e a turbidez são indicadores da qualidade da água?"</p>		

	problema e/ou questão de investigação?	questão específica sobre o tópico que será investigado			
	B1.1 O professor envolve os alunos na definição do problema e/ou questão de investigação?	O professor incentiva os alunos a delimitarem problema e/ou elaborarem questão de investigação. O envolvimento dos alunos pode ser feito com perguntas como: “o que você gostaria de saber sobre...?” ou pela disponibilização de um espaço (quadro, caixa) em que os alunos podem colocar questões, que são lidas e levadas em consideração durante a discussão. Também pode ser feito discutindo-se que tipos de questões são investigativas e a necessidade de clarificar o significado de alguns termos, como “melhor” na questão “qual é o melhor formato para um avião de papel?”. A atividade envolve os alunos na definição do problema e/ou questão de investigação?	Presente	Ausente X	Não Aplicável
			Não há indícios dessa categoria nem no plano, nem na atividade.		

Fonte : Autora, 2017, grifo da autora.

No Quadro 5 abaixo são apresentados alguns exemplos que guiaram o diagnósticos dos elementos C2 (elaboração de conclusões), B1(alunos na elaboração de conclusões) e C4 (retomada das conclusões mediante aos dados) no plano de aula e na atividade 4 da SEI.

Quadro 5. Exemplos de como os elementos C2, C3 e C4 da ferramenta *DEEnCI* foram identificados no plano e na atividade 1 da SEI

Categoria	Explicações e/ou exemplos	Avaliação e comentários		
C2 O professor encoraja os alunos a elaborem conclusões? A atividade estimula os alunos a elaborarem conclusões?	O professor incentiva os alunos formularem conclusões a partir dos resultados.	Presente	Ausente X	Não Aplicável
	A atividade incentiva os alunos formularem conclusões a partir dos resultados	Não há indícios dessa categoria nem no plano de aula, nem na atividade.		
C3 O professor encoraja os alunos a justificarem as suas conclusões com base em conhecimentos científicos? A atividade solicita que os alunos a justifiquem as suas conclusões com base em conhecimentos científicos?	O professor incentiva os alunos a explicarem os seus resultados e conclusões à luz de ideias científicas relacionadas à investigação.	Presente	Ausente X	Não Aplicável
	A conclusão explicita essas informações e/ou há a discussão de conceitos, teorias ou leis que justificam a sua formulação. A atividade incentiva os alunos a explicarem os seus resultados e conclusões à luz de ideias científicas relacionadas à investigação. A conclusão explicita essas informações e/ou há a discussão de conceitos, teorias ou leis que justificam a sua formulação	Não há indícios dessa categoria nem no plano de aula, nem na atividade.		
C4 O professor encoraja os alunos a verificarem se as suas conclusões estão consistentes com os resultados? A atividade estimula aos	O professor incentiva os alunos a checarem se todas as suas observações e resultados são consistentes com a conclusão.	Presente	Ausente	Não Aplicável X
	A atividade incentiva os	Se não ocorrem conclusões essa categoria não é aplicável.		

alunos verificarem se suas conclusões estão consistentes com os resultados?	alunos a checarem se todas as suas observações e resultados são consistentes com a conclusão.	
--	---	--

Fonte : Autora, 2017, grifo da autora.

4.5.2 *Análises dos questionários e das entrevistas*

A partir das respostas dos questionários e das entrevistas foram criadas categorias através de análise de conteúdo. De acordo com Bardin (1979, p.42), análise de conteúdo se baseia em:

Um conjunto de técnicas de análise de conteúdo de comunicação visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção destas mensagens.

Para se realizar uma análise de conteúdo, deve-se primeiramente partir da leitura e interpretação explícita do conteúdo presente no material a ser analisado seja este, respostas de questionários, trechos de entrevistas, depoimentos, falas; para posteriormente, criar outras interpretações e inferências que transcendem os sentidos e significados explícitos do material. Para isso, no entanto, Franco (2008) orienta que é necessário realizar comparações entre os dados obtidos, sendo relacionados ainda com fundamentação teórica pertinente. Em relação a Bardin (1979, p.42) ainda acrescenta:

Esta abordagem tem por finalidade efetuar deduções lógicas e justificadas referentes à origem das mensagens tomadas em consideração (o emissor e seu contexto, ou eventualmente, os efeitos dessas mensagens). O analista possui à sua disposição ou cria todo um jogo de operações analíticas, mais ou menos adaptadas à natureza do material e à questão que procura resolver. Pode utilizar uma ou várias operações em complementaridade, de modo a enriquecer os resultados, ou aumentar a sua validade, aspirando assim uma interpretação final fundamentada.

Para criar as categorias, foram seguidas as orientações de Franco (2008) e Bardin (1979), sendo que primeiramente é necessário realizar uma pré-análise. Nesse procedimento, é necessário, escolher os documentos de trabalho, estabelecer objetivos e hipóteses e por fim criar indicadores e categorias. Todavia, Franco (2008, p.43) afirma que:

Esses três fatores não se sucedem obrigatoriamente segundo uma ordem cronológica, embora se mantenham estreitamente ligados uns aos outros. A escolha dos documentos depende dos objetivos da investigação, o alcance dos objetivos só será possível a partir da disponibilidade dos documentos, os indicadores serão construídos em função das hipóteses ou, pode até ser que as hipóteses venham a ser construídas em função da identificação de certos indicadores.

Em relação à escolha dos documentos, selecionou-se as respostas dos questionários e das entrevistas dos sete licenciandos do grupo escola trabalhado, se caracterizando por ser uma análise temática, com os trechos das respostas, ou até sentenças inteiras sendo as unidades de registro (BARDIN, 1979; FRANCO, 2008). Para dar sentido e significados às unidades de registro, é necessário considerar também, a unidade de contexto no qual elas estão inseridas. No caso deste trabalho, essa unidade se refere ao grupo escola analisado (licenciandos em Biologia em diferentes etapas do curso, supervisor mestre em Ensino de Ciências com foco em argumentação) bem como ao contexto PIBID-IBUSP, já descrito anteriormente.

Já em relação à formulação das hipóteses e objetivos, optou-se por procedimentos exploratórios que, de acordo com Franco (2008), a partir da leitura do material escolhido, são compreendidas as ligações entre as diferentes variáveis, construindo hipóteses e objetivos através de um método indutivo. Com isso, a hipótese seria a de encontrar unidades de registros que se referem a aspectos do ensino por investigação e o objetivo, de identificar, nas unidades de registro, trechos de respostas que se explicitem aspectos do ensino por investigação.

Finalmente, as primeiras categorias criadas foram a partir de indicadores que se referem a termos específicos ou trechos presentes comuns no material analisado. Os indicadores se referem a manifestações nos textos, a menção explícita de um tema numa mensagem, por exemplo. Dessa maneira, para esta dissertação as categorias com seus respectivos indicadores, foram feitos a posteriori, eles serão apresentados no item resultados, ainda de acordo com Franco (2008, p.50) as categorias

[...] emergem da “fala” do discurso, do conteúdo das respostas e implicam constante ida e volta do material de análise a teoria. Serão tanto mais ricas quanto maior for a clareza conceitual do pesquisador e seu respectivo domínio acerca de diferentes abordagens teóricas. As categorias vão sendo criadas à medida que surgem nas respostas para depois serem interpretadas a luz das teorias explicativas.

5. RESULTADOS

5.1 Análises da sequência didática investigativa

As figuras 3 a 7 se referem aos gráficos obtidos a partir da aplicação da ferramenta *Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI)*, elaborada por Cardoso e Scarpa (2017) ao longo das cinco atividades da SEI analisada.

Figura 3. Relação da ocorrência da categoria A1 na SEI

Fonte: Autora, 2017.

Figura 4. Relação da ocorrência das categorias B1 até B4.4 ao longo das 5 atividades da SEI

Fonte: Autora, 2017.

Pelo gráfico presente na Figura 3, nota-se que todas as atividades da SEI resgataram conhecimentos prévios dos alunos (A1). A Figura 4 mostra que em três atividades ocorreu a definição de problemas (B1), sendo que em uma atividade essa categoria não ocorreu e em outra não foi aplicável. A atividade na qual este elemento não foi aplicável se refere à audiência pública, na qual o problema proposto desencadearia um debate; assim, essa situação-problema não envolveu coleta de dados, mas sim resgate dos conceitos aprendidos nas sessões anteriores para a tomada de decisão de cunho sociocientífico. Dessa maneira, muitas categorias foram não aplicáveis nesta atividade, ocorrendo apenas às categorias A1 (*Estímulo a conhecimentos prévios*) e E1 (*Aplicação dos conhecimentos adquiridos em novas situações*).

Em três atividades não houve o envolvimento dos alunos na definição do problema (B1.1), e essa categoria ainda se apresentou como não aplicável em outras duas atividades. Uma das atividades na qual o elemento não foi aplicável se refere à atividade da audiência pública (já descrita acima); na outra, não houve a definição de problemas (B1), logo, pela lógica da hierarquia da ferramenta, a categoria B1.1 seria, nesse caso, não aplicável.

Já a categoria referente à definição de hipóteses e previsões (B2) ocorreu em três atividades, sendo ausente em uma e não aplicável na atividade da

audiência pública. Assim a participação dos alunos na definição de hipóteses e previsões (B2.1) não foi aplicável em duas atividades (caso da atividade de audiência pública e outra devido a lógica da hierarquia da ferramenta), não ocorrendo ainda em outras três atividades. Ainda em relação a categoria B2, não ocorreu em duas atividades; a categoria B2.2 (*Envolvimento dos alunos na justificção de hipóteses e previsões*) não foi aplicável em duas atividades; não ocorrendo ainda em outras três atividades.

A definição de procedimentos (B3) ocorreu em quatro das cinco atividades e não foi aplicável em apenas uma (caso da atividade referente à audiência pública). Os alunos, porém, não participaram da definição de procedimentos (B3.1) em quatro atividades, e em uma atividade essa categoria não foi aplicável (mesma atividade em que o item B3 não ocorreu). A pertinência dos procedimentos (B3.2) foi presente em três atividades, não ocorrendo em uma atividade e, em outra, não foi aplicável (caso da atividade referente à audiência pública). Em quatro atividades, houve coleta de dados (B4), com essa categoria não sendo aplicável em apenas uma atividade (caso da atividade referente à audiência pública). Já a participação dos alunos na coleta de dados (B4.1) ocorre em três atividades, não ocorrendo em uma e não foi aplicável em outra atividade (caso da atividade referente à audiência pública).

Os alunos realizaram registros ao longo da coleta de dados (B4.2) em duas atividades apenas, não ocorrendo essa categoria em duas atividades e em uma não foi aplicável (já que nessa mesma atividade não ocorreu a categoria coleta de dados, B4). A verificação dos dados (B4.3) não ocorreu em quatro atividades e não foi aplicável na atividade referente à audiência pública. Por fim, o teste de hipótese e/ou previsão (B4.4) ocorreu apenas em uma atividade, não sendo presente em duas atividades e não aplicável em outras duas (caso da atividade referente à audiência pública) e em outra atividade. Nesta última, não houve a definição de hipóteses (B2), logo a categoria teste de hipótese/previsão (B4.4) seria não aplicável.

Em síntese, todas as atividades da SEI resgataram conhecimentos prévios dos alunos (A1) e, na maioria delas, pôde-se encontrar definição de problemas (B1), hipóteses e previsões (B2.1), definição de procedimentos (B3) e coleta de dados (B4). Em contrapartida, nota-se que a SEI não envolveu os alunos na definição do problema (B1.1), na justificativa das hipóteses e previsão (B2.2) na

definição dos procedimentos (B3.1) e na verificação dos dados (B4.3). Esses dados nos indicam que elementos importantes do ensino por investigação, presentes em dois grandes temas da ferramenta, A (*Introdução à investigação*) e B (*Apoio à investigação*) ocorreram na sequência didática analisada. Entretanto, os elementos do ensino por investigação que foram ausentes e não aplicáveis mostram que os licenciandos possuíram maior mediação nos momentos de definir problemas e procedimentos, justificar hipóteses e previsões e verificar os dados. Isso indica que a sequência didática possui o padrão de investigação estruturada, na qual o problema e os procedimentos ainda são fornecidos pelo professor – no caso aqui estudado, pela atividade –, mas os alunos não sabem sua resposta previamente. Assim, eles devem gerar e explicar os resultados que obtiverem (BANCHI; BELL, 2008).

Figura 5. Relação da ocorrência das categorias C1 até C7 ao longo das 5 atividades da SEI

Fonte: Autora, 2017.

Pelo gráfico acima (Figura 5), nota-se que quatro das cinco atividades promoveram análise dos dados (C1), não sendo aplicável em apenas uma atividade (caso da atividade referente à audiência pública). Já a categoria C2 (elaborar conclusões) não ocorreu em quatro atividades, sendo não aplicável a uma (caso da atividade sobre audiência pública), evidenciando assim o fato das

categorias C3 (justificar conclusões), C4 (verificar conclusão em relação aos resultados), C5 (elaborar conclusões com hipóteses e previsões) e C6 (considerar conclusões em relação ao problema de investigação) não terem sido consideradas aplicáveis, pela lógica de hierarquia da ferramenta, em nenhuma das atividades dessa SEI. Por fim, a reflexão sobre a investigação (C7) não ocorreu em quatro das cinco atividades, e, em apenas uma, essa categoria não foi aplicável (caso da atividade referente à audiência pública).

Pelos dados apresentados acima, podemos considerar que, apesar da análise dos dados (C1) ter ocorrido na maioria das atividades, elementos referentes a conclusões, resgate de hipóteses e previsões para elaborar conclusões e reflexão do processo de investigação não foram aplicáveis em nenhuma das atividades da SEI. Isso pode ter ocorrido posto que, por orientação do supervisor, o fechamento de cada atividade se baseou na elaboração de explicações dos dados dos experimentos em forma de hipótese no padrão de argumento do Toulmin (TAP), em vez da solicitação, por exemplo, de elaboração de conclusões e reflexões sobre a investigação.

Com isso, o TAP, nesse contexto, não pareceu ser suficiente para que os alunos elaborassem conclusões e reflexões a respeito dos experimentos feitos. Esse fato ainda pode ser evidenciado por relatos da licencianda Samantha⁴ (detalhados em Apêndice) afirmando que aquele tipo de sistematização, no formato de explicação dentro do modelo TAP, era de difícil compreensão para os alunos dentro do contexto escolar em que se situavam. Assim, os alunos demonstram em alguns momentos falta de motivação para dar seguimento as atividades da SEI.

⁴ Informação oferecida pela licencianda Samantha durante entrevista no final do PIBID

Figura 6. Relação da ocorrência das categorias D1 até D3 ao longo das 5 atividades da SEI

Fonte: Autora, 2017.

Pela Figura 6, nota-se que todas as atividades promoveram o trabalho colaborativo entre os alunos (D1); no entanto, em quatro atividades não houve o relato da investigação (D2) e o posicionamento frente aos relatos de colegas (D3), sendo que estas últimas categorias foram não aplicáveis em uma atividade (caso da atividade referente à audiência pública). Isso pode demonstrar que, apesar da proposta da grande categoria D (Incentivo à comunicação e ao trabalho em grupo) ter ocorrido em alguns momentos da investigação (fato este evidenciado pela ocorrência da categoria D1), a comunicação e a interação entre os alunos, ou até mesmo entre alunos e professor, provavelmente não ocorreu no momento de se relatar a investigação e do aluno se posicionar frente aos colegas.

Figura 7. Relação da ocorrência das categorias E1 e E2 ao longo das 5 atividades da SEI

Fonte: Autora, 2017.

No último gráfico (Figura 7), apenas uma atividade promoveu a aplicação do conhecimento em novas situações (E1), não ocorrendo nas atividades restantes. A categoria E2 (*Identificar ou elaborar mais questões*) não ocorreu em quatro atividades, sendo não aplicável em uma atividade (caso da atividade referente à audiência pública). Como já citado anteriormente, o elemento E1 (*Aplicação do conhecimento em novas situações*) e o elemento A1 (*Resgate conhecimentos prévios dos alunos*) foram os únicos elementos que ocorreram na atividade da audiência pública da SEI. No entanto, essa atividade foi extremamente importante, pois garantiu unidade à sequência didática, promovendo um debate, o qual demandou a articulação de todos os conceitos científicos trabalhados ao longo da SEI, aplicando-os em uma situação real de tomada de decisão.

Por fim, pode-se afirmar que, apesar de análise da SEI ter sido por cada uma das atividades, nota-se que pelo menos um dos elementos dos grandes temas da ferramenta (*A. Introdução à investigação, B. Apoio à investigação, C. Guia de análises e conclusões, D. Incentivo à comunicação e ao trabalho em grupo, E. Estágios futuros à investigação*) foi presente ao longo da sequência didática, apresentando ainda em alguns desses temas maior mediação dos alunos, enquanto que, em outros, houve maior mediação dos licenciandos.

Em síntese, nota-se que a sequência didática promoveu resgate de conhecimentos prévios dos alunos, fornecendo a eles uma situação-problema e procedimentos para coleta de dados. Por meio dela, os alunos coletam e analisam os dados (essa última etapa com maior mediação dos licenciandos), realizando essas ações em grupos. Pela ferramenta usada nos documentos analisados, porém, não há indícios da ocorrência da conclusão e/ou discussão dos dados e reflexão da investigação; elementos que podem ter ocorrido de maneira verbal durante a aplicação da SEI, com maior mediação dos licenciandos.

5.2 Análises dos questionários e das entrevistas

Como já descrito em processos metodológicos, os questionários e entrevistas foram analisados por análise de conteúdo, seguindo os referenciais de Bardin (1979) e Franco (2008) sendo criadas categorias e subcategorias apresentadas nas tabelas abaixo. Na Tabela 1, estão dispostas as categorias e subcategorias dos questionários e o número de ocorrência de cada categoria entre os licenciados. No Quadro 4 são exemplificados trechos das respostas que originaram as categorias.

Tabela 1. Categorias e Subcategorias criadas a partir da 1ª e 3ª perguntas do questionário

Categorias Questionário	Subcategorias	Nº de ocorrência de cada categoria entre os 7 licenciandos
Definição do conceito “ensino por investigação” 1	(1.1) Linguagem Científica	2
	(1.2) Etapas do Ciclo Investigativo	1
	(1.3) Método Científico	2
	(1.4) Etapas do Ciclo Investigativo e Metodologia Científica	2
	(1.5) Situação Problema	2
	(1.6) Olhar Crítico	2

Fonte: Autora, 2017.

As subcategorias acima estão relacionadas com as respostas da primeira e da terceira pergunta do questionário que pretendiam levantar as ideias dos licenciados acerca do que define o ensino por investigação; isso então originou a categoria Definição do conceito ensino por investigação (categoria 1). Em seguida, a partir dos trechos de discursos dos licenciandos, foram criadas seis subcategorias (1.1 a 1.6), sendo que estas estão explicitados no Quadro 6 abaixo.

Quadro 6. Trechos das respostas da 1ª e 3ª perguntas que originaram as categorias 1.1 a 1.6

Subcategorias Questionário	Trechos dos questionários
1.1 – Linguagem Científica	“Acredito que um dos objetivos é buscar aproximar o aluno da linguagem científica e de como é produzido o conhecimento”
	“Ensino de Ciências por investigação é uma metodologia de ensino que utiliza, de maneira adaptada, a linguagem acadêmico-científica no processo de aprendizagem. ”
1.2 – Etapas do Ciclo Investigativo	“Um exemplo ensino por investigação é o ciclo de indagações no qual o aluno passa por três etapas. A primeira é a observação, na qual espera-se encontrar uma inquietação que vai proporcionar a formulação de uma pergunta. A partir da pergunta surge a segunda etapa que é a ação, na qual o aluno vai coletar seus dados e, posteriormente, analisa-los de forma que esta será a terceira etapa, a reflexão, que promoverá a formulação de novas inquietudes e assim o ciclo se refaz. ”
1.3 – Método Científico	“Dentre seus objetivos (<i>do ensino por investigação</i>), estão o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao fazer científico, como a observação, o questionamento e a argumentação ”.
	“Ensino de Ciências por Investigação consiste em um modo de ensinar ciências que aproxime o ensino formal das escolas do modo de produção científica ”
1.4 – Etapas do Ciclo Investigativo e Metodologia Científica	“...é esperado a realização de atividades com aspectos da metodologia científica , a formulação de hipóteses, coleta de evidências, interpretação de dados. Um exemplo ensino por investigação é o ciclo de indagações, no qual o aluno passa por três etapas. A primeira é a observação, na qual espera-se encontrar uma inquietação que vai proporcionar a formulação de uma pergunta. A partir da pergunta surge a segunda etapa que é a ação, na qual o aluno vai coletar seus dados e, posteriormente, analisa-los de forma que esta será a terceira etapa, a reflexão, que promoverá a formulação de novas inquietudes e assim o ciclo se refaz.

	<p>“Ensino de Ciências por Investigação segue o modelo do Método Científico, tendo como principal objetivo ensinar o aluno o “fazer ciência”, instigando um olhar mais crítico daquilo que o cerca. Ou seja, ele estimula primeiro à observação, seguido do “fazer perguntas” (que são as hipóteses), bem como o desenvolvimento de uma metodologia para se testar essa hipótese, a análise dos resultados e a uma reflexão.”.</p>
1.5 – Situação Problema	<p>“As atividades citadas deveriam ter surgido a partir de um questionamento para que se pudesse formular um experimento e não o contrário. ”</p>
	<p>“...as perguntas formuladas são extremamente diretas e pouco estimulam o raciocínio do aluno sobre o processo (elas apenas “conferem” o que foi mostrado no experimento) ”</p>
1.6 – Olhar Crítico	<p>“Acredito que tal método tenha sua importância no desenvolvimento de um olhar mais crítico por parte do aluno, e auxiliaria na aquisição de um olhar mais crítico e em uma melhor capacidade de articular as ideias e argumentar. ”</p>
	<p>“As atividades investigativas devem ser elaboradas de forma a estimular o pensamento crítico do aluno. ”</p>

Fonte: Autora, 2017, grifo da autora.

A subcategoria Linguagem científica (1.1) ocorreu entre dois dos sete licenciados, e notou-se que eles se preocuparam com que os alunos se familiarizassem com aspectos da linguagem científica no sentido de padronizarem seus discursos ao longo da execução da investigação. Houve ainda três trechos entre as respostas dos licenciados para a subcategoria Etapas do ciclo investigativo (1.2), dois trechos para a subcategoria Método Científico (1.3). Todavia, ocorreram dois trechos nos quais os licenciandos exploraram mais o conceito sobre metodologia científica, descrevendo suas etapas, relacionando metodologia científica com etapas do ensino por investigação; com isso se fez necessário agrupar esses trechos em uma mesma categoria chamada Etapas do ciclo investigativo e metodologia científica (1.4).

Essa categoria ainda foi inspirada no trabalho de Chinn e Malhotra (2001), que apresentam as relações entre as características de uma investigação autêntica com as atividades investigativas. Os autores ainda alertam para a importância de atividades escolares de investigação possuírem aspectos do raciocínio científico autêntico, garantindo que, com isso, os estudantes desenvolvam, ao longo do tempo, habilidades para trabalharem com características de uma investigação autêntica como controlar e relacionar variáveis, analisar dados inesperados, criar procedimentos práticos, entre outras. Esses autores serão retomados na discussão dos dados.

A última subcategoria Situação problema (1.5) ocorreu entre dois licenciados e se relaciona à aparição de trechos dos questionários que revelaram a preocupação dos licenciandos na formulação e apresentação de questionamentos que envolvam os alunos ao longo da investigação. Por fim, a categoria Olhar crítico (1.6), ocorreu entre dois licenciandos e se relaciona com o desenvolvimento dos alunos em criticar como o conhecimento científico é construído.

A Tabela 2 se refere a categorias e subcategorias formadas a partir da segunda questão, a qual perguntou sobre quais eram as funções de alunos e professores no ensino por investigação; originando-se assim, a categoria Função do aluno e do professor (2). A partir dessa categoria, foram criadas mais subcategorias que ainda sofreram divisões para que elas pudessem ficar mais específicas; por exemplo, nos trechos analisados, quando os licenciandos mencionam o papel do aluno, ocorreu também menção do papel do professor. Todavia, também se notou, menção sobre a autonomia do aluno e do professor (subcategorias 2.1 e 2.2) e em quais momentos essa autonomia ocorre (subcategorias 2.3.1 e 2.3.2). Em seguida, o Quadro 7 apresenta os trechos de discursos dos licenciandos dos quais foram criadas as subcategorias já descritas na Tabela 2.

Tabela 2. Categorias e Subcategorias criadas a partir da 2ª pergunta do questionário

Função do professor e do aluno (2)	Quando ocorre (2.3)	Nº de ocorrência entre os licenciandos
Maior ação do aluno e pouco direcionamento do professor (2.1)	Execução das etapas do ciclo investigativo (2.3.1)	5
Menor ação do aluno e muito direcionamento do professor (2.2)	Preparo da atividade investigativa e disponibilização dos materiais (2.3.2)	2

Fonte: Autora, 2017.

Pelos trechos dos questionários presentes no Quadro 5, nota-se que na categoria 2.1 (Maior autonomia dos alunos com menor direcionamento do professor) há ênfase na autonomia dos alunos com menor mediação do professor no momento da execução das etapas do ciclo investigativo (subcategoria 2.3), ocorrendo entre cinco dos sete licenciandos. No caso da subcategoria 2.2 (Menor autonomia dos alunos com maior direcionamento do professor), nota-se uma maior mediação do professor nos momentos do preparo das atividades da SEI, ocorrendo em dois licenciandos. Esses dados podem nos indicar que os licenciandos valorizaram a autonomia dos alunos durante a execução da atividade investigativa e que atuam no momento do preparo da atividade e na “disposição das ferramentas” para o aluno realizar a atividade proposta. Podemos verificar, portanto, como já mostrado pela ferramenta DEEnCI, que a natureza da investigação na qual a SEI se estruturou foi do tipo estruturada.

Quadro 7. Trechos das respostas dos questionários que originaram as categorias e subcategorias presentes na Tabela 2

Função do aluno e do professor (2)	
Maior ação do aluno e pouco direcionamento do professor (2.1)	Menor ação do aluno e muito direcionamento do professor (2.2)
Quando ocorre (2.3)	
Execução das etapas do ciclo investigativo (2.3.1)	Preparo da atividade investigativa e preparo de materiais (2.3.2)
“aluno é a personagem central no processo de aprendizagem.”	“... cabe ao professor pensar a atividade, desenvolve-la de modo com que os alunos tenham a capacidade de resolve-la, e seguir seu protocolo ”
“o aluno construa seu próprio conhecimento , ao invés de fornecer o conhecimento de modo enciclopédico. Existem diferentes níveis de mediação do professor, mas ao final, é sempre o aluno que deve chegar a uma conclusão sobre o que está sendo estudado. O aluno, então, tem o papel principal nesse processo de construção do conhecimento. ”	

<p>“O professor serve como mediador desse processo, o aluno é responsável por solucionar problemas propostos pelo professor, sendo ele o responsável pelo caminho a ser trilhado para atingir o objetivo final e assimilar o conteúdo em questão.”</p>	<p>“O professor coordena e disponibiliza ferramentas para o aluno poder pesquisar e estudar a fim de concluir a proposta da atividade.”</p>
<p>“...professor deve acompanhar todas as etapas junto aos alunos, porém deve tentar intervir o mínimo possível em todas elas”</p>	
<p>“Os alunos têm papel ativo na construção de seus conhecimentos, e o professor, deve guiar e orientar os alunos nas atividades.”</p>	

Fonte: Autora, 2017, grifo da autora.

As entrevistas, como já descrito em processos metodológicos, foram feitas no final do ano de 2014, sendo que as perguntas foram baseadas nas respostas de cada licenciando nos questionários, relacionando-as com a SEI elaborada. Por exemplo: se o licenciando respondeu no questionário que o ensino por investigação envolve elaboração de hipóteses, questionou-se onde esse aspecto do ensino por investigação estava presente na atividade didática realizada por seu grupo. Na Tabela 3, estão presentes duas subcategorias, relacionadas a características do ensino por investigação, a partir dos trechos das respostas dos licenciandos, sendo que os trechos estão explicitados no Quadro 8 para elucidar a sua respectiva categoria. Alguns trechos das entrevistas possuem apenas as falas dos licenciandos, em outros foi necessário colocar alguns questionamentos da autora desta pesquisa. Nesses casos, optou-se por explicitar, antes das falas, a inicial do nome fictício de cada licenciando e a inicial “A” para autora, seguidos dos turnos de cada fala.

Tabela 3. Categorias e Subcategorias criadas a partir das respostas das entrevistas

Categorias Entrevista	Subcategorias	Nº de ocorrência das categorias
Características do ensino por investigação (3)	Olhar Crítico (3.1)	2
	Etapas do Ciclo Investigativo e Metodologia Científica (3.2)	4
	Articulação da sequência didática investigativa (3.3)	3

Fonte: Autora, 2017.

Quadro 8. Trechos das respostas dos questionários que originaram as categorias 3.1 a 3.3 presentes na Tabela 3

Subcategoria	Trecho da entrevista
Etapas do Ciclo Investigativo e Metodologia Científica (3.1)	<p>“134: A: A observação? Seria ...é. nessa daqui né? Coleta de evidências no jogo e interpretação no gráfico...e reflexão? Onde ficaria a reflexão?</p> <p>135: N: No gráfico, a interpretação e reflexão. Eles iriam interpretar os gráficos e a partir disso refletiria, resgatando as hipóteses dele.”</p>
	<p>“Por isso que eu coloquei isso, para eles observarem, eles que vão falar para gente o que tá errado. E a partir de coleta de dados também. A gente vai coleta de dados e eles vão analisar, discutir.”</p>
	<p>“Isso seria só através da gincana né, eles iam fazer a dinâmica e também a gente ia fazer uma intervenção e aí eles teriam que dizer o que ia acontecer no jogo, se tivesse essa condição que a gente criou aí. Aí a gente lembrava como era o método científico para eles e a gente ia mostra pra eles... Mas a gente queria que eles aprendessem um pouquinho leitura de gráfico, de interpretação de dados. Então a gente ia fazer isso com eles e a gente colocou isso, descreva o que você observou do gráfico da dinâmica de predador e presa. ”</p>

Olhar Crítico (3.2)	<p>“É esse olhar crítico, a gente queria né nessa dinâmica, a gente queria mostra uma situação que era (questão 2), a gente sempre colocava...aconteceu um distúrbio, por exemplo aqui, as pessoas mataram todas as cobras. Aqui o rio tava poluído e as plantas não tinham condição de nascer mais. Então um olhar crítico a gente que queria estimular deixa ó...Tah acontecendo isso o homem tá agindo nisso.”</p>
	<p>“Essa parte final, que tem o lado social que a gente tentava...É parte mais crítica talvez esteja aqui. Nós observamos uma série de impactos na nascente e ele vai listar o que mais chamaram a atenção”</p>
Articulação da sequência didática investigativa (3.3)	<p>“A: 145: Aqui o que vocês queriam garantir, com essa questão”?</p> <p>N: 146: Com a primeira? “Resgatar as sessões anteriores.”</p>
	<p>“Então um olhar crítico a gente que queria estimular deixa ó. Tá acontecendo isso o homem tá agindo nisso. Então a gente ao meu ver, a gente tratou disso, mas não era nosso enfoque, era da próxima sessão.”</p>
	<p>“71: A: Essa questão do compartilhamento de ideias e aqui só foi sistematização né, essa na parte 3, né? Retomando os estudos?</p> <p>72: S: “A gente tirou duvidas também tentou fazer um link com todas as sessões para não ficar jogado”</p>

Fonte: Autora, 2017, grifo da autora.

Assim como nos questionários, nas entrevistas também ocorrem categorias que caracterizaram o ensino por investigação. Na subcategoria Etapas do ciclo investigativo e metodologia científica (3.1) há menção da importância de se seguir as etapas do ciclo investigativo (observação, criação de problemas e hipóteses, coleta e análise de dados) relacionando-se essas etapas com a metodologia científica. Nas entrevistas, porém, diferente dos questionários, notou-se que a explicitação do termo “método científico” e “metodologia científica” foram menos frequentes, sendo assim

mais relacionados com as etapas do ciclo investigativo. Já a subcategoria Olhar crítico (3.2) ocorreu nas entrevistas com a temática impactos ambientais, que rodeou algumas atividades da SEI. É pertinente citar, que essa última categoria apresentou significado diferente do descrito nos questionários.

Enquanto nos questionários o termo olhar crítico apareceu de maneira mais vaga, sendo relacionado com a crítica à construção do conhecimento científico, nas entrevistas, os licenciandos enfatizaram o olhar crítico com as problemáticas ambientais, com a intervenção humana em ambientes naturais e/ou com a falta de políticas públicas para cuidar da infraestrutura da nascente localizada próxima a escola.

A subcategoria Articulação da sequência didática investigativa (3.3), foi criada por trechos das entrevistas de três licenciandos que elaboraram a atividade 3 da SEI. No final dessa atividade, são fornecidas perguntas que pretendem resgatar o que foi trabalhado nas sessões anteriores, o que justifica a presença da resposta “Resgatar as sessões anteriores” presente no primeiro trecho dessa subcategoria. Já o segundo trecho revela que os licenciandos se preocuparam em antecipar temáticas (olhar crítico na perspectiva ambiental) que seriam trabalhadas na atividade 4 da SEI e na audiência pública. Assim, nota-se que os licenciandos se preocuparam no momento de planejar e aplicar a SEI em resgatar os conceitos vistos ao longo das atividades para garantir a integração e articulação dos conceitos científicos estudados para prepará-los para atividade final da SEI, que no caso se referiu à audiência pública.

Os quadros abaixo apresentam categorias e subcategorias, a partir de trechos das entrevistas que representam as funções do aluno e do professor no ensino por investigação. Assim como nos questionários, nas entrevistas notou-se menção sobre a autonomia do aluno e do professor, porém os momentos da investigação em que cada um deles possui maior autonomia foram especificados, como demonstra da Tabela 4. No Quadro 9, estão explicitados os trechos para elucidar as respectivas subcategorias criadas.

Tabela 4. Categoria e subcategorias criadas, a partir das respostas das entrevistas, relacionadas a função do aluno e do professor

Função do aluno e do professor (4)		
Subcategorias / Nº de ocorrência entre os licenciandos	Maior ação do aluno e menor direcionamento do professor (4.1)	Menor ação do aluno e maior direcionamento do professor (4.2)
Quando ocorre? (4.3)		
Conceitualização (4.3.1)	0	2
Coleta de dados (4.3.2)	1	0
Análise de dados (4.3.3)	0	4
Aplicação do conhecimento em novas situações (4.3.4)	2	-----

Fonte: Autora, 2017.

Quadro 9. Trechos das respostas dos questionários que originaram as subcategorias presentes na Tabela 8, referentes as funções dos alunos e professores

Função do aluno e do professor (4)		
Subcategorias / Trechos de cada categoria	Maior ação do aluno e menor direcionamento do professor (4.1)	Menor ação do aluno e muito direcionamento do professor (4.2)
Quando ocorre? (4.3)		
Conceitualização (4.3.1)	-----	<p>“Daí ele vai fala da parte, se ele acha mais importante preserva ou conserva a nascente. Qual é a...Se eles entenderam os conceitos, né? .Aqui a gente discuti os conceitos e a gente mediou bastante. A gente discutiu os conceito, explicou”</p> <p>“56: A: Tá e outras coisas que você comentou no questionário”? Como experimentação, elaboração de hipóteses?</p> <p>57: H: Não sei.. a gente sempre tentou</p>

		<p>isso .A gente pediu para eles observarem primeiro Aí depois a gente ajudava eles a fazer o experimento e explica o que a gente tava fazendo. Eles não sabiam o que era no começo depois eles sabiam explicar mais ou menos o que era; A taxa de oxigênio também, a gente fez o teste lá na hora com os marcadores, eles anotaram os dados todos. ”</p>
<p>Coleta de dados (4.3.2)</p>	<p>“69: A: questão da Observação a questão da coleta de dados foram mediadas por você, né? 70: S: Ah mas nessa parte de medir turbidez e oxigênio eles estavam craques”</p>	<p>-----</p>
<p>Análise de dados (4.3.3)</p>	<p>-----</p>	<p>“56: A: Tá e outras coisas que você comentou no questionário”? Como experimentação, elaboração de hipóteses? 57: R: Não sei... a gente sempre tentou isso A gente pediu para eles observarem primeiro Aí depois a gente ajudava eles a fazer o experimento e explica o que a gente tava fazendo. Eles não sabiam o que era no começo depois eles sabiam explicar mais ou menos o que era; A taxa de oxigênio também, a gente fez o teste lá na hora com os marcadores, eles anotaram os dados todos. Depois a gente discutiu e eles comparavam. Inclusive a gente incitava eles a criarem hipóteses. Eles tinham ideias diferentes também... “ah</p>

		<p>eu acho que os resultados foram diferentes por que a agua tava mais suja..” Então a gente juntava os grupos e eles se reuniam para elaborar as hipóteses</p> <p>58: A: Tá. Você lembrar mais ou menos em que momento aconteceu isso?</p> <p>59: R: Eu lembro de alguns momentos que a gente deixava eles juntos nos grupos, daí eles discutiam com um monte de informação dos experimentos e elaboravam as hipóteses e apareciam as hipóteses.”</p> <p>“Deixa eu pensar...Eles tiveram um pouco de dificuldade pra sistematiza os dados.... É na verdade eles tiveram muita dificuldade para preencher essa parte mas eu tentava usa sempre os exemplos da nascente assim, de onde eles estavam para sistematizar os dados”</p> <p>“Então a gente fez o jogo, mas eles não fizeram a leitura dos dados, então os meninos só...a parte dos gráficos não fizeram e depois disso também não. Então eu não sei o quanto teria sido.. A gente imagina , pelos alunos né, que teria que intervir bastante, por causa disso, que eles nunca tinham tido contato com isso, a gente até achou que tava muito complexo para eles .A gente queria que eles entendessem bem, mas que gente ia intervi bastante. Que eu falei que tem intervir o mínimo possível . Nesse caso não eu acho que a gente teve que ter intervido</p>
--	--	--

		bastante. Devido aos alunos mesmo”
		“Do aluno, a partir das observações dele. E aí a coleta de resultados, é algo dinâmico que acontece, pelo menos nessa sessão, usando ela como exemplo. E aí na hora da análise dos resultados acho que deveria ter uma orientação maior. ”
Aplicação do conhecimento em novas situações (4.3.5)	“Mas eu lembro muito bem no 7ºB a aula foi bem produtiva, os moleques bem capetas assim sabe estavam todos empolgados que eles tinham que elabora uma experiência ”.	-----
	“84: J: Eu acho que o ponto ápice de protagonismo é essa questão 5 mesmo, que elabora um meio de testa sua hipótese elabora um experimento em si . Eu acho que isso é legal, porque normalmente “Ah a gente vai fazer um experimento..”, pelo menos é a lembrança que eu tenho de escola, quando fazia o experimento tipo “ Ah tem isso ó para ver a fotossíntese” . Com isso você dá um arcabouço para eles concluírem alguma coisa. Para eles elaborarem uma hipótese mesmo que indiretamente,	

	<p>já que tava exatamente sistematizado....Por exemplo aqui dê o seu palpite sabe. Isso pode ser visto como “ qual é a sua hipótese”</p> <p>85: A: Certo ...e você vê isso como dar a voz ao aluno?</p> <p>86: J: É... e eles tiveram que deles pensarem nas coisas, ao invés de ser dado. Em vez do conteúdo ser dado, eles irem construindo. Pelo menos foi isso que a gente buscou bastante. ”</p>	
--	---	--

Fonte: Autora, 2017, grifo da autora.

Nota-se que os alunos apresentaram autonomia no momento da coleta de dados (evidenciado pelo termo *craques*), para medirem taxa de turbidez e oxigênio, ocorrendo, portanto, menor direcionamento dos licenciandos, sendo que isso foi apresentado por apenas um licenciando. Além disso, dois licenciandos disseram que os alunos foram autônomos (evidenciado, pelo termo “alunos empolgados” e pelo trecho “eles tiveram que deles pensarem nas coisas, ao invés de ser dado” no momento de criarem uma experiência com o intuito de aplicarem o conhecimento construído em novas situações (categoria 4.3.4). É importante esclarecer que essa subcategoria surgiu mediante trechos de respostas de dois licenciandos que elaboraram a atividade 2 da SEI. Nesta, havia uma pergunta que solicitava aos alunos a elaboração de um novo experimento, baseado no experimento feito por eles na mesma atividade, considerando, porém, outras variáveis; dessa maneira, os alunos deveriam aplicar os conhecimentos construídos ao longo da atividade para aplicarem em uma nova situação.

Além disso, no quadro acima, podemos notar que os licenciandos precisaram direcionar a investigação no momento de esclarecer, diferenciar e compreender alguns conceitos importantes, como preservação e conservação, sendo isto

evidenciado pela presença dos termos “a gente discute os conceitos e a gente mediou bastante”. A categoria Conceitualização surgiu devido a ocorrência desses termos presentes nos trechos das falas de uma licencianda que elaborou a atividade 4 da SEI. Nessa atividade, era muito importante que os alunos dominassem os conceitos sobre preservação e conservação e os relacionassem com os anteriores para serem aplicados na audiência pública simulada.

Ainda em relação à atividade 4, ocorreu a coleta de dados semelhante da atividade 1 (aferição da taxa de oxigênio e turbidez da água), que pretendia comparar as taxas de oxigênio e turbidez entre as amostras de água diferentes (da nascente do Ribeirão do Jaguaré, próxima à escola e da água do rio Pinheiros). Com isso, o primeiro trecho da entrevista referente subcategoria Análise de dados (subcategoria 4.3.3) se refere a um licenciando (também responsável pela elaboração e execução atividade 4), o que revela a dificuldade dos alunos, logo na atividade 1 da SEI em lidar com os dados obtidos a partir dos experimentos, ao passo que, na atividade 4, na qual este experimento foi repetido, os alunos já estavam mais familiarizados com os conceitos de turbidez e oxigênio, mas ainda foi necessário maior mediação dos licenciandos para que os alunos conseguissem de fato analisar os dados entre eles, comparando valores e elaborando hipóteses para diferentes os dados que os grupos obtiveram. O segundo trecho do Quadro 7, também se relaciona com a atividade 4 da SEI e revela que os alunos tiveram dificuldades no momento de registro de comparação dos dados obtidos por amostras de águas diferentes, evidenciado pela sentença “É na verdade eles tiveram muita dificuldade para preencher essa parte mas eu tentava usar sempre os exemplos da nascente assim, de onde eles estavam para sistematizar os dados”

Além disso, os dois últimos trechos da categoria Análise de dados (4.3.3) se referem aos dois licenciandos responsáveis pela elaboração da atividade 3 da SEI. Nessa atividade, ocorreu a coleta de dados por meio da dinâmica presa e predador, sendo que a análise seria a construção do gráfico com os dados obtidos. Segundo os dois licenciandos que aplicaram essa atividade, não houve tempo suficiente para a construção do gráfico; mesmo assim, eles acreditam que iriam mediar bastante a análise e interpretação do gráfico, evidenciado pelo trecho “A gente imagina, pelos alunos né, que teria que intervir bastante, por causa disso, que eles nunca tinham tido contato com isso, a gente até achou que tava muito complexo para eles”. Um fato interessante desse trecho é que eles acreditavam que os alunos não saberiam

fazê-lo devido à falta de experiência deles com isso, logo não teriam habilidades suficientes para construir o gráfico e analisar a variação dos dados em curvas, por exemplo.

Por fim, é pertinente mencionar que as subcategorias Conceitualização e análise de dados se relacionam com as ideias de Trivelato e Tonidandel (2015), que valorizam o trabalho com dados no contexto de uma atividade investigativa escolar. Segundo essas autoras, durante uma investigação, os alunos necessitam selecionar, registrar e analisar os dados além de precisarem de algum conhecimento conceitual para compreendê-los e para elaborar análises e conclusões.

As tabelas 5 e 6 apresentam a comparação entre a ocorrência das categorias do questionário e da entrevista para ilustrar quais foram aquelas mantidas e quais surgiram. Como algumas categorias e subcategorias dos questionários e das entrevistas possuem o mesmo nome, elas foram postas na tabela abaixo sem seus respectivos números, para facilitar a visualização das novas subcategorias que surgiram.

Tabela 5. Comparação entre a ocorrência das categorias, relacionadas a Características do ensino por investigação, do questionário e da entrevista

Categorias e Subcategorias – Características do Ensino por Investigação					
Questionário (Início do PIBID)		Nº de ocorrência	Entrevista (Final do PIBID)		Nº de ocorrência
Definição e Características do Ensino por Investigação	Linguagem Científica	2	Características do Ensino por Investigação	Olhar Crítico	2
	Situação Problema	2			
	Etapas do Ciclo Investigativo	1			
	Método Científico	2		Etapas do Ciclo Investigativo e Metodologia Científica	4
	Etapas do Ciclo Investigativo e Metodologia Científica	2			
	Olhar Crítico	2			

				Articulação da sequência didática investigativa	3
--	--	--	--	---	---

Fonte: Autora, 2017, grifo da autora

Tabela 6. Comparação entre as categorias e subcategorias ocorrentes no questionário e na entrevista em relação a função do professor e aluno

Questionário (Início do PIBID)			Entrevista (Final do PIBID)		
Função do professor e do aluno (2)	Quando ocorre (2.3)	Nº de ocorrência	Função do professor e do aluno (4)	Quando ocorre (2.3)	Nº de ocorrência
Maior ação do aluno e pouco direcionamento do professor	Execução das etapas do ciclo investigativo	5	Maior ação do aluno e menor direcionamento do professor (2.1)	Coleta de dados	1
				Aplicação do conhecimento em novas situações	2
Menor ação do aluno e muito direcionamento do professor	Preparo da atividade investigativa e disponibilização dos materiais	2	Menor ação do aluno maior direcionamento do professor (2.2)	Conceitualização	2
				Análise dos dados	4

Fonte: Autora, 2017.

Pela Tabela 5, nota-se que a subcategoria Etapas do ciclo investigativo e metodologia científica ocorreu tanto no questionário quanto na entrevista. Ou seja, pode-se afirmar que esse aspecto do ensino por investigação provavelmente foi relevante aos licenciandos desde início até o final do PIBID. No entanto, como já descrito, os trechos que explicitam essa subcategoria nas entrevistas apresentaram com menor frequência os termos “método científico” e “metodologia científica”, demonstrando, assim, uma relação mais indireta desses conceitos com as etapas do ciclo investigativo. Assim, essa subcategoria ocorre entre quatro licenciandos ao final do PIBID (nas entrevistas), e no início do PIBID (nos questionários), ocorreu apenas entre dois licenciandos. Isso pode indicar que, durante o PIBID, houve um maior amadurecimento dos licenciandos sobre os conceitos de método científico ou metodologia científica dentro do ensino por investigação, já que o intuito dessa abordagem de ensino não é formar futuros cientistas, mas sim desenvolver o raciocínio científico, existindo, portanto, diferenças significativas entre uma investigação autêntica e uma investigação dentro da perspectiva do ensino por investigação.

Outra subcategoria que ocorreu tanto nos questionários quanto nas entrevistas foi Olhar crítico. Como já descrito anteriormente, essa categoria foi expressa pelos licenciandos por duas perspectivas diferentes, sendo de criticidade na construção do conhecimento científico (nos questionários) e de crítica na busca das causas e consequências dos problemas ambientais ocorrentes na região da escola (nas entrevistas). Pode-se dizer que ao longo do PIBID, os licenciandos enfatizaram essa segunda visão do olhar crítico, ocorrendo em duas atividades da SEI e, principalmente, na audiência pública. Isso não quer dizer, contudo, que o olhar crítico no sentido de entender como a ciência é construída não tenha sido algo trabalhado pelos licenciandos. Isso pode ter ocorrido de maneira mais implícita e verbal durante as discussões promovidas pelas atividades da SEI.

As subcategorias Linguagem científica e Situação-problema ocorreram entre dois licenciandos e apenas nos questionários. Isso não quer dizer, no entanto, que trabalhar a linguagem científica e apresentar questionamentos ao longo da investigação não tenham sido relevantes para os licenciandos, mas que talvez, eles, durante a entrevista, não tenham dado foco a esses aspectos no momento de responder as perguntas da autora deste trabalho.

Na Tabela 6, a categoria Função do aluno e função do professor, bem como, as respectivas categorias sobre autonomia do professor/aluno com que ocorreram, mantiveram-se desde os questionários até as entrevistas. Nos questionários (início do PIBID), porém, não houve especificação de em quais momentos da investigação haveria maior ou menor autonomia dos alunos, com consequente maior ou menor direcionamento do professor. Isto é compreensível, já que, apenas quando os licenciandos aplicaram a SEI, puderam perceber em quais etapas do ensino por investigação tiveram que direcionar mais a investigação, revelando assim, nas entrevistas (final do PIBID), em quais momentos da SEI os alunos foram mais ou menos autônomos.

Nos questionários, cinco licenciandos apontaram que os alunos são autônomos para executar a investigação e dois licenciandos indicaram que os professores possuem maior autonomia no momento de preparar a atividade investigativa. Já nas entrevistas, os licenciandos apontaram que os alunos, durante a aplicação da SEI, foram autônomos na coleta de dados (um licenciando) e na aplicação do conhecimento em novas situações (dois licenciandos). Já os professores (que no caso seriam os próprios licenciandos) tiveram maior atuação e autonomia no momento de construir conceitos (dois licenciandos) e analisar os dados (quatro licenciandos).

5.3 Análises dos dados da ferramenta de análise da SEI com as categorias dos questionários e das entrevistas

Finalmente, analisou-se a relação dos dados da ferramenta Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI) com as categorias e subcategorias criadas a partir das respostas ao questionário dos licenciandos (início do PIBID) e das entrevistas (final do PIBID). Isso foi feito inspirado no trabalho de Kramer et al. (2015), que além de aplicarem uma ferramenta de diagnóstico de elementos do ensino por investigação de Carulla (2008) (um dos referenciais que inspiraram a criação da ferramenta DEEnCI) durante a aplicação de uma sequência didática investigativa, analisaram entrevistas semiestruturadas com esses professores e suas opiniões e impressões ao verem as próprias aulas, com o intuito de encontrar mais elementos sobre o ensino por investigação que poderiam ter sido

ausentes na aplicação da sequência. No final do trabalho, Kramer et al.(2015) relacionaram os dados da ferramenta com os dados obtidos com essas outras fontes de coleta de dados.

Neste trabalho, os questionários e as entrevistas têm a função de obter dados sobre o que os licenciandos pensam a respeito do ensino por investigação e dos elementos que ocorreram durante a aplicação da SEI. Com isso, é possível conseguir mais dados e informações sobre os elementos do ensino por investigação identificados pela DEEnCI e estavam presentes, ausentes ou não aplicáveis no planejamento da SEI.

Retomando os dados obtidos pela ferramenta DEENCI, pode-se dizer que a SEI apresenta elementos importantes do ensino por investigação referentes ao tema B (Apoio à investigação), como B1 (Definição de problema), B2 (Definição de hipótese), B3 (Definição de procedimentos). No entanto, outros elementos como B1.1 (Alunos na definição de um problema), B2.1 (Alunos na definição de hipótese), B3.1 (Alunos na definição de procedimentos) não ocorreram na maioria das atividades da SEI, indicando que os licenciandos tiveram uma maior atuação na execução desses elementos durante aplicação da SEI.

Pode-se relacionar a ausência dos elementos B1.1, B2.1 e B3.1 com a categoria Menor autonomia do aluno e maior direcionamento do professor no preparo da atividade investigativa (2.3.2), que apareceu no questionário. Essa relação indica que os licenciandos, ao prepararem a atividade investigativa, tiveram maior direcionamento no momento de definir uma situação problema, as hipóteses e os procedimentos para coleta de dados. Assim, a relação entre essas categorias pode revelar que as ideias compreendidas pelos licenciandos sobre esses elementos do ensino por investigação (obtidas pelo questionário) foram coerentes com o planejamento da SEI elaborada, no sentido de que, ao elaborarem a SEI, os licenciandos previamente já haviam imaginado que teriam maior mediação em alguns momentos de sua aplicação.

Outra relação possível ainda no grande tema B da ferramenta DEEnCI se refere à ocorrência do elemento B4.1 (Alunos na coleta de dados), com a subcategoria Maior autonomia dos alunos e menor direcionamento do professor na coleta de dados (4.3.2) aparecendo nas entrevistas. Isso demonstra que os licenciandos, apesar de terem definido os procedimentos de coleta de dados da

investigação, conseguiram desenvolver nos alunos autonomia e habilidades para coletar os dados ao longo das atividades.

Em relação os elementos referentes ao tema C (Guia de análises e conclusões) nota-se que, apesar do elemento C1 (Alunos na análise dos dados) ter sido identificado pela análise da SEI, pode-se averiguar, pelas falas de dois licenciandos que neste momento (o qual, na realidade não ocorreu por falta de tempo ao longo da execução da atividade), haveria grande mediação por parte dos licenciandos, relacionando assim esse elemento com a categoria Menor autonomia do aluno e maior direcionamento do professor, na análise dos dados (2.3.2), ocorrente nas entrevistas. Como já descrito no item Resultados, esses licenciandos perceberam no momento da aplicação da atividade que a análise dos dados, talvez, estivesse muito complexa para os alunos, devido à falta de contato prévia com esse tipo de atividade. Nesse mesmo sentido, outro licenciando também aponta algumas dificuldades dos alunos para analisar os dados de maneira autônoma, sendo assim estimulados e incentivados pelos licenciados a compararem em grupos os dados obtidos dos experimentos. Dessa maneira, pode-se dizer que os licenciandos perceberam ao longo da aplicação da SEI que os alunos demandaram maior direcionamento no momento da análise de dados.

Além disso, como já citado, o outro elemento do mesmo tema, o C2 (Elaborar conclusões), não ocorreu, evidenciando o fato das categorias C3 (Justificar conclusões), C4 (Verificar conclusão em relação aos resultados), C5 (Elaborar conclusões com hipóteses e previsões) e C6 (Considerar conclusões em relação ao problema de investigação) não terem sido consideradas aplicáveis, pela lógica de hierarquia da ferramenta, em nenhuma das atividades dessa SEI.

A decisão do grupo-escola investigado, por orientação do supervisor, em encerrar cada atividade em formato de explicações ou hipóteses no padrão de argumento do Toulmin (TAP) pode ter sido responsável pela ausência desses elementos na SEI. Nas entrevistas e nos questionários, não apareceram trechos que poderiam indicar momentos de conclusões da atividade, feitos pelos licenciados de maneira verbal durante a aplicação da SEI. Além disso, como já citado anteriormente, a licencianda Samantha⁴, durante a entrevista, relatou as dificuldades que os alunos tinham em relacionar os conceitos trabalhados no formato de hipótese/previsão no modelo TAP.

A tarefa era muito complexa para os alunos, que, além de se preocuparem em elaborar uma explicação em forma de hipótese, deveriam compreender qual conceito científico aprendido durante a atividade deveria ser posto nos campos correspondentes ao TAP – por exemplo dado, justificativa, conhecimento básico e conclusão. As relações entre os conceitos poderiam, portanto, não ter ficado claras e objetivas. Isso pode demonstrar ainda que os licenciandos não previram que esse tipo de fechamento de cada atividade fosse suficiente para que os alunos elaborassem conclusões a respeito da investigação realizada.

Em relação aos elementos presentes do grande tema D (Incentivo a comunicação e trabalho em grupo), foi presente na SEI apenas o elemento D1 (O professor encoraja os alunos a trabalharem de forma colaborativa em grupo), evidenciado por comandos das atividades e do planejamento da SEI que solicitavam a coleta e análises de dados em grupos, por exemplo: “Compartilhe as repostas das perguntas com o restante da classe. Vocês responderam coisas parecidas?” e “Compare seus resultados com os dados obtidos no Estudo de Meio do Rio Pinheiros. Houve alguma diferença? Explique”. Esse elemento ainda pode se relacionar, mas de maneira mais indireta, com a categoria Menor autonomia dos alunos e maior direcionamento dos professores na análise de dados, já que, como já apontado anteriormente, há relatos nas entrevistas explicitando um maior direcionamento dos licenciandos para análise de dados, ao mesmo tempo que isso era incentivado para ocorrer entre os grupos, comparando os dados obtidos entre eles e criando hipóteses para possíveis diferenças.

Entre os elementos do grande tema E (Estágios Futuros a investigação), o elemento, E1 (Aplicação do conhecimento em novas situações) se relaciona com a presença da categoria Maior autonomia dos alunos e menor direcionamento do professor na aplicação do conhecimento em novas situações, demonstrando que os licenciandos conseguiram que os alunos construíssem conhecimentos científicos para aplicá-los em outras situações. Como já descrito acima, esse caso se refere a uma pergunta da segunda atividade que solicitava aos alunos a elaboração de um novo experimento, baseado naquele que haviam feito há pouco na mesma atividade, considerando, porém, outras variáveis. Esperava-se que os pudessem aplicar os conhecimentos construídos ao longo da atividade em uma nova situação.

Além disso, a ocorrência da audiência pública simulada como fechamento da SEI teve o intuito de reunir de maneira integrada e articulada todos os conceitos

construídos ao longo das atividades. Tinha-se em mente que isso ajudasse os alunos a aplicá-los em uma nova situação –no caso, a propostas de intervenção na área da nascente para construção de quadras poliesportivas e mercados. Dessa maneira, o elemento E1 (Aplicação do conhecimento em novas situações) teve extrema importância e relevância durante a audiência pública, auxiliando a tomada de decisão dos alunos sobre qual seria a melhor proposta para a nascente.

Na verdade, os licenciandos, ao pensarem nessa última atividade, tinham o intuito de que os alunos elaborassem um contra-argumento, oposto às propostas de urbanização da nascente. Isso implicava que fossem capazes de recorrer a implantação do parque linear. No entanto, para que isso ocorresse, foi necessário que os licenciandos retomassem conhecimentos prévios dos alunos, conceitos construídos ao longo da SEI. Essas implicações explicam a ocorrência do elemento A1 (O professor estimula o interesse dos alunos sobre um tópico de investigação) em todas as atividades da SEI, inclusive na audiência simulada; esse elemento tornou possível a construção de um contra-argumento sobre a implantação do parque linear que fosse coerente com os conhecimentos construídos ao longo da SEI.

Por fim, pode-se relacionar a subcategoria Preparo da atividade investigativa e disponibilização dos materiais (presente nos questionários) com a subcategoria Articulação da sequência didática investigativa (presente nas entrevistas). O aparecimento dessas subcategorias em momentos diferentes do PIBID pode demonstrar que, primeiramente, os licenciando se preocupavam em planejar as atividades da SEI no sentido de mediar as ações dos alunos durante as etapas da investigação; e, num segundo momento, eles se revelaram atentos a retomar os conceitos científicos trabalhados ao longo das atividades da SEI, preparando os alunos para a atividade da audiência pública simulada. Isto ainda pode ser evidenciado pela presença da categoria Menor autonomia dos alunos e maior mediação do professor na conceitualização (presente nas entrevistas), no sentido que a mediação, retomada e estabilização de conceitos foram necessárias para interpretação e análise de dados dos experimentos realizados. Essa presença também demonstra que os licenciandos já estavam imaginando como os alunos iriam integrar todos os conhecimentos aprendidos ao longo da SEI para serem aplicados durante a audiência pública simulada.

6. DISCUSSÃO

Os dados acima analisados podem, enfim, ser discutidos com as referências presentes na revisão bibliográfica deste trabalho, a fim de sustentá-los e de responder à pergunta desta dissertação: Quais são os aspectos do ensino por investigação que podem ser encontrados em uma sequência didática elaborada por futuros professores de Biologia em um programa de formação docente?

A presença das subcategorias Olhar crítico – expressa pelos licenciandos como sendo o entender de como ocorre o processo da construção do conhecimento científico (ocorrente nos questionários) ou como sendo a crítica na busca das causas e consequências dos problemas ambientais ocorrentes na região da escola (ocorrente nas entrevistas) – e Maior autonomia do aluno e menor direcionamento do professor na aplicação do conhecimento em novas situações (ocorrente na entrevista) indicam que os licenciandos incorporaram aspectos importantes do ensino por investigação, do início ou final do PIBID, dentro da perspectiva da Alfabetização Científica.

Nesse sentido, os licenciandos podem ter desenvolvido nos alunos do grupo-escola analisado, além da compreensão de conceitos científicos, as habilidades para relacionar conceitos científicos diferentes, para aplicá-los, depois da construção e desenvolvimento do raciocínio científico, em novas situações no sentido de se posicionar propondo novas soluções para as questões que envolvam ciência (TONIDANDEL, 2013; SCARPA, 2009; CARVALHO, 2014).

Motokane (2015, p.15) destaca a escassez da aplicação e integração de conceitos científicos relacionados à Ecologia e/ou outras temáticas ambientais durante debates e discussões em aulas de ciências. :

É comum que os alunos decorem os nomes das interações ecológicas, os ciclos biogeoquímicos, as classificações de níveis tróficos ou mesmo que tenham contato com as discussões sobre problemas ambientais locais ou globais. No último caso, os alunos participam de uma série de discussões sobre temas ambientais, porém dificilmente conseguem relacionar as suas opiniões com os conceitos científicos aprendidos em sala de aula.

Nesse sentido, a aplicação da sequência didática aqui analisada, ao estimularem os alunos a aplicar os conceitos aprendidos a uma situação real sobre a qual precisam se posicionar, é bastante pertinente.

A subcategoria Etapas do Ciclo Investigativo e Metodologia Científica também ocorreu tanto no questionário como nas entrevistas, o que pode indicar outro aspecto do ensino por investigação relevante aos licenciandos desde início até o final do PIBID. Contudo, é pertinente citar novamente que os trechos que explicitam essa subcategoria nas entrevistas apresentaram com menor frequência os termos “método científico” e “metodologia científica”, demonstrando uma relação mais indireta desses conceitos com as etapas do ciclo investigativo. Isso pode indicar que, durante o PIBID, os licenciandos amadureceram suas compreensões acerca dos conceitos método científico ou metodologia científica dentro do ensino por investigação, indo de encontro com as ideais Pedaste et al. (2015) e Motokane (2015). De acordo com esses autores, o ensino por investigação pretende envolver os alunos num processo de descoberta científica autêntica. No entanto, do ponto de vista pedagógico, o processo científico é dividido em unidades menores, logicamente conectadas, que orientam os alunos e chamam a atenção para características importantes do raciocínio científico (PEDASTE et al., 2015). Dessa maneira, isso pode promover o acesso dos alunos à forma como o conhecimento científico é produzido; o acesso a essa cultura promove a inserção dos alunos na lógica e na prática científicas e lhe proporciona a chance de entender o mundo sob o ponto de vista da ciência (MOTOKANE, 2015).

Chin e Malhotra (2000) ainda afirmam que as atividades investigativas em sala de aula podem envolver os alunos na atividade científica de forma semelhante à forma como os cientistas conduzem seu trabalho, bem como de forma apropriada e significativa para o contexto escolar, uma vez que os processos cognitivos e epistemológicos de cada tipo de investigação são diferentes. Em contraste com atividades investigativas de ciências, as investigações científicas autênticas são realizadas durante dias ou semanas, em vez de minutos ou horas, necessitando ainda de equipamentos e reagentes caros e tecnológicos para executar os experimentos.

Esses autores acreditam que é importante incorporar, nas atividades investigativas em aulas de ciências, aspectos do raciocínio científico autêntico. Para isso, então, os professores precisam sequenciar com cuidado as atividades,

garantindo que os estudantes desenvolvam ao longo do tempo habilidades para trabalharem com características de uma investigação autêntica, como controlar e relacionar variáveis, analisar dados inesperados, criar procedimentos práticos, entre outras.

Em relação aos elementos do grande tema B (Apoio a Investigação), Pedaste et al. (2015) descrevem etapas do ciclo de investigação que possuem semelhanças com os elementos B1 (Definição de um problema) e B2 (Definição de hipótese). Na fase nomeada por Pedaste et al. (2015) “Conceptualization”, ocorrem ainda duas subfases, “Questioning” e “Hypothesis Generation”, sendo que na primeira há formulação de questões baseadas no problema proposto, e na segunda são criadas hipóteses acerca do problema e das questões elaboradas. Dessa maneira, pode-se afirmar que os licenciandos se preocuparam em incorporar esses elementos do ensino por investigação, mesmo que no momento da aplicação da SEI tenha sido necessário um maior direcionamento por parte deles para definição dos problemas e/ou das hipóteses.

Chin e Malhotra (2000) trazem colaborações a respeito desses dados ao afirmar que os professores precisam pensar na participação efetivas dos alunos em tarefas investigativas, de forma que eles se sintam motivados a resolver o problema proposto; mas também, é preciso estar atento à dificuldade da atividade, pois os alunos também podem se desencorajar com tarefas muito complexas (CHIN; MALHOTRA, 2000).

Em relação os elementos referentes ao tema C (Guia de análises e conclusões), apenas o item C1 (Análise de dados) ocorreu na SEI, sendo que este item ainda apresentou relação com a categoria Menor autonomia do aluno e maior direcionamento do professor na análise dos dados, ocorrente nas entrevistas. Outros elementos relacionados à conclusão da investigação – C3 (Justificar conclusões), C4 (Verificar conclusão em relação aos resultados), C5 (Elaborar conclusões com hipóteses e previsões) e C6 (Considerar conclusões em relação ao problema de investigação) – não foram aplicáveis na SEI devido à ausência do elemento C2 (Elaborar conclusões), seguindo a lógica de hierarquia da ferramenta.

Os elementos do ensino por investigação citados, provavelmente, não ocorreram e/ou não foram aplicáveis, talvez, porque tenha sido solicitada a elaboração de explicações ou hipóteses no padrão de argumento do Toulmin (TAP) ao final de cada atividade, reunindo e integrando os conceitos trabalhados nela.

Segundo o relato da licencianda Samatha⁴, os alunos revelaram dificuldades em relacionar os conceitos trabalhados no formato de hipótese/explicação no modelo TAP, o que pode ter prejudicado a síntese e a reflexão da investigação, fato evidenciado pela ausência dos elementos do grande tema Guia de análises e conclusões).

Isto ainda pode indicar que os licenciandos, juntamente com supervisor, não previram que esse tipo de fechamento em cada atividade fosse suficiente para que os alunos elaborassem conclusões a respeito da investigação realizada. É pertinente ressaltar, no entanto, que, como já descrito na metodologia, o supervisor que orientou o subgrupo é mestre em Ensino de Ciências com foco na área de argumentação e ensino de ciências, o que pode ter influenciado na decisão do grupo escolar pesquisado pelo uso do argumento de Toulmin para o encerramento de cada atividade da SEI. Esse fato, contudo, não deve ser mal interpretado, já que pesquisas apontam que professores supervisores em programas de formação de professor possuem considerável influência no conteúdo e na forma do que os licenciandos aprendem (CRASBORN et al., 2008).

Carroll (2005) ainda afirma que professores supervisores podem modelar as estratégias didáticas dos grupos de trabalho em que atuam, auxiliando os licenciandos a compreender certos aspectos pedagógicos importantes como planejar atividades de aprendizagem adequadas e considerar o conhecimento prévio dos alunos sobre o tema das aulas. Assim, é importante que os professores supervisores desenvolvam, ao longo da ocorrência de programas de formação docente, como o PIBID, um repertório versátil de habilidades de supervisão a fim de se adequarem a necessidades e mudanças do grupo de trabalho em que licenciando e supervisor atuam juntos (CRASBORN et al., 2008; NILSSON; DRIEL, 2010).

Além disso, é possível, que os próprios licenciandos possam ter encontrado dificuldades nessa etapa da condução do ensino por investigação com os alunos. Motokane (2015) afirma que os professores têm dificuldades no momento do fechamento e das conclusões de sequências didáticas investigativas, portanto, deve-se evitar que as conclusões e reflexões elaboradas pelos alunos durante uma sequência didática investigativa se tornem uma mera reprodução de textos ou falas do professor. Dessa maneira, de acordo com Carvalho (2014) e Pedaste et al. (2015), na etapa de síntese e conclusão de uma atividade investigativa é necessário que cada aluno, de maneira individual, organize o raciocínio feito ao longo da

investigação científica, elaborando um desenho ou um pequeno texto, o que pode garantir a incorporação de conceitos científicos; em seguida, essas ideias são compartilhadas em grupos menores, para elaboração de conclusões sobre o fenômeno estudado, relacionando os dados obtidos com as hipóteses e a pergunta de pesquisa; por fim, os dados trabalhados são apresentados para o restante da turma e para o professor, abrindo a possibilidade de discussão e reflexão sobre as diferentes análises e conclusões que surgiram ao longo da investigação.

Kramer et al. (2015) obtiveram alguns resultados em sua pesquisa semelhantes aos desta dissertação; os autores utilizaram a ferramenta de Carula (2008) para identificar elementos do ensino por investigação que ocorreram ao longo da aplicação de uma atividade investigativa por futuros professores de ciências. Esses autores também aplicaram questionários aos futuros professores da respectiva pesquisa sobre quais foram as principais dificuldades encontradas ao longo da aplicação da atividade. Eles também assistiram as próprias aulas. Em síntese, os resultados apontam que os alunos não demonstraram autonomia para definir procedimentos de coleta e de análise de dados, bem como parar elaborar hipóteses, conclusões e reflexões da investigação. Além disso, esses futuros professores de ciências, além de indicarem a falta de habilidades dos alunos para executar as etapas de atividades investigativas, reconheceram a falta de habilidade deles próprios para lecionar dentro do ensino por investigação, sentindo-se incapazes de atender aos diferentes níveis de aprendizagem entre os alunos e não se considerando organizados, estruturados e flexíveis suficientes para lidar com problemas corriqueiros de sala de aula, como agitação, conversas paralelas e excesso de “barulho” durante as discussões dos resultados dos experimentos entre os alunos (KRAMER et al., 2015).

No caso dos dados desta dissertação, a falta de autonomia dos alunos em alguns elementos do ensino por investigação, como análise e conclusão dos dados sobre a investigação, não deve ser interpretada com algo negativo e/ou alarmante. Munford e Lima (2007) e Blanchard et al. (2010) alegam que o direcionamento e a coordenação de uma atividade investigativa por parte do professor variam conforme as condições do contexto de ensino-aprendizagem, por exemplo: disponibilidade de tempo, conceitos a serem trabalhados, materiais disponíveis, características dos estudantes, relações dentro da turma e experiência do docente. Além disso, para que os estudantes sejam capazes de serem cada vez mais autônomos em uma

tarefa investigativa, é necessário desenvolver habilidades investigativas dos vários níveis de abertura, de maneira gradativa, e compreender como podem conduzir uma investigação sozinhos (BANCHI; BELL, 2008; BLANCHAR et al., 2010).

Kischener, Sweller e Clarik (2006) criticam atividades nas quais os professores têm mínima intervenção, justificando que os alunos necessitam, inicialmente, de maior suporte por parte dos professores para criarem uma memória de longo prazo acerca das ações que podem ser feitas em cada etapa de uma atividade. Harris e Rooks (2010), por sua vez, apresentam um dilema acerca das intervenções dos professores durante a execução de uma atividade investigativa. Muita independência dos alunos, durante as aulas investigativas sem fornecer um feedback apropriado pode causar confusão e frustração nos alunos, resultando em menor aprendizado. Investigações mais guiadas podem ser excessivamente explícitas de uma maneira em que há pouca margem para a tomada de decisão dos alunos, diminuindo o desenvolvimento do raciocínio científico (HARRIS; ROOKS, 2010).

Outro fator importante que justifica a SEI ter tido momentos de maior direcionamento dos licenciandos se refere à falta de experiência deles como docente. Com isso, um maior direcionamento da investigação faz com que os licenciandos se sintam mais seguros mediante a execução da atividade; isto é essencial, já que estudos apontam que professores iniciantes, na prática do ensino por investigação, podem se desestimular ao se depararem com a falta de habilidades investigativas dos alunos e com respostas negativas e frustrantes deles durante alguma atividade, apresentando ainda outras dificuldades em relação à gestão da sala de aula, como controle do tempo para cada momento da aula, disciplina e comportamento (CRAWFORD, 1999; CRAWFORD, 2000; HARRIS; ROOKS, 2010; ROERING; LUFT, 2014). Dessa maneira, é necessário que os licenciandos e professores iniciantes passem por diversas experiências com o ensino por investigação durante sua formação acadêmica e no início dela para desenvolver os níveis de investigação de maneira gradativa, com atividades de diferentes níveis de abertura, possibilitando a aprendizagem por meio de investigação entre alunos com diferentes perfis. Pesquisas apontam que, além da escassez na procura dos cursos de licenciatura, os licenciando possuem pouco tempo de formação para atuarem com professores independentes (CRASBORN et al., 2007).

Os dados referentes a elementos do ensino por investigação que os licenciandos consideraram complexos para os alunos devido à falta de habilidades (no momento da análise e interpretação dos dados dos experimentos) se relacionam com os movimentos de Schön (2000), uma vez que os licenciandos apenas perceberam a complexidade de alguns elementos do ensino por investigação quando estes foram aplicados na SEI, aprendendo na ação em que medida seria possível solicitar maior autonomia dos alunos na execução das atividades. Além disso, os licenciandos, nas reuniões de grupo e durante as entrevistas, conseguiram refletir sobre quais habilidades foram alcançadas ou não e o porquê disso, a falta de habilidades e experiências dos alunos com atividades investigativas, performando, assim, o que podemos chamar de reflexão da ação. Esses movimentos são importantes para que os licenciandos, ao longo da sua carreira, sejam aptos para realizar a reflexão da ação, redirecionando tanto o seu próprio raciocínio quanto o raciocínio dos alunos no meio da ação, sem interrompê-la, dando uma nova forma ao que está sendo feito ao longo de uma atividade.

É preciso também ressaltar a importância das reuniões entre os licenciando e o supervisor ao longo do PIBID; elas foram essenciais para promover a reflexão na ação, proporcionando reflexões e tomadas de decisão sobre mudanças nas estratégias de ensino e/ou nas atividades seguintes da SEI, por exemplo, mediante os relatos sobre como cada atividade da SEI havia ocorrido. Esses momentos de reflexão são significativos em programas de formação de docente.

Capps, Contas e Crawford (2012) mostram resultados de pesquisas que valorizam não apenas a experiência e a prática de licenciandos em sala de aulas, mas também a reflexão deles sobre seus conhecimentos e práticas para promover mudanças em sua didática e nas estratégias de ensino. Nesse sentido, os autores ainda reforçam que, se programas de formação de professores não incluem momentos de reflexão, é improvável que os licenciandos incorporem mudanças e conhecimentos pedagógicos e/ou científicos pertinentes à futura prática docente.

É possível ainda relacionar a ocorrência e percepção dos movimentos de Schön (2000) com o saber da experiência, já que este, de acordo com Novoa (1992) e Penna (2012), é construído no cotidiano do docente de maneira isolada ou compartilhada, sendo marcado por reflexões críticas sobre as práticas docentes e reconstruindo constantemente uma identidade pessoal docente. Nilsson e Driel (2009) destacam que os professores em formação vão construindo sua identidade

como professores a partir de um conjunto de crenças, valores e concepções sobre suas próprias práticas de ensino. Com isso, os licenciandos, dentro desse contexto conseguem refletir sobre as experiências que tiveram como alunos durante sua vida acadêmica, superando o status de aluno para professor (PIMENTA, 1997).

Diante de todos os dados analisados e discutidos, pode-se enfim realizar uma síntese sobre eles, para responder a pergunta Quais são os aspectos do ensino por investigação que podem ser encontrados em uma sequência didática elaborada por futuros professores de Biologia em um programa de formação docente?

Ao observar apenas os dados obtidos pela ferramenta DEEnCI, nota-se que pelo menos um dos elementos dos grandes temas da ferramenta (A- Introdução à investigação, B- Apoio à investigação, C- Guia a análises e conclusões, D - Incentivo à comunicação e ao trabalho em grupo, E- Estágios Futuros à investigação) esteve presente ao longo da sequência didática. Também se nota uma maior mediação do aluno em alguns desses temas.

Com as categorias e subcategorias oriundas dos questionários e entrevistas, pôde-se analisar com maior profundidade quais elementos do ensino por investigação presentes nessa ferramenta necessitaram de maior ou menor mediação dos licenciandos e quais foram as razões para que isso ocorresse. Percebe-se que os licenciandos resgataram conhecimentos prévios dos alunos a cada atividade da SEI, bem como forneceram situações problemas e procedimentos para coleta de dados. Os alunos demonstraram maior autonomia para coleta de dados, porém apresentaram dificuldades nos momentos de interpretá-los e analisá-los (por falta de habilidades e contato com atividades investigativas), necessitando de um maior direcionamento do licenciandos para isso, e inclusive para retomada de todos os conceitos trabalhados durante a SEI para que análise de alguns dados, por exemplo, fizesse mais sentido e coerência.

Os licenciandos também foram atuantes no resgate e na construção de conceitos vistos ao longo de cada SEI, o que garantiu a integração e a articulação dos conceitos científicos estudados no momento da atividade final da SEI, a audiência pública simulada. Nessa perspectiva, pode-se afirmar que essa última atividade é a que confere significado e unidade a toda sequência didática investigativa, uma vez que os licenciandos foram incorporando aspectos do ensino por investigação relevantes, entre eles: elaboração de hipóteses e previsões, coleta e análise de dados, compreensão da construção do raciocínio científico. A partir disso, os alunos

foram capazes de aplicar o que aprenderam em uma nova situação, a audiência pública, que envolveu questões científicas somadas à temática ambiental e de políticas públicas na discussão dos problemas relacionados à nascente do Ribeirão do Jaguaré.

Por fim, é relevante mencionar que a maneira como o grupo-escola decidiu articular cada atividade, pensando no fechamento em forma de audiência pública simulada, vai ao encontro da concepção da autora desta dissertação. Considera-se, aqui, de suma importância a preocupação de uma educação científica que transcenda a exclusiva memorização de conceitos científicos sem contextualização e/ou aplicação em situações reais. O grupo-escola estudado conseguiu implementar o ensino por investigação dentro dessa perspectiva, desenvolvendo nos alunos (com maior ou menor intensidade) habilidades cognitivas específicas da ciência (raciocínio lógico-dedutivo, argumentação científica, busca de evidências e seleção de dados), permitindo que no futuro sejam capazes de resolver problemas de cunho sociocientífico atrelados a outras questões, políticas ou econômicas, utilizando conhecimento científico construído ao longo de sua história escolar. Propiciar o desenvolvimento de habilidades argumentativas nos alunos pode ajudá-los a se posicionarem e tomarem decisões que os impactem com maior ou menor amplitude (TONIDANDEL, 2013; SCARPA, 2009; CARVALHO, 2014).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante as análises e discussões feitas, faz-se necessário discorrer sobre as limitações desta pesquisa, bem como quais são suas contribuições para área de ensino e pesquisa em ensino de ciências, para, por fim, propor perspectivas de pesquisas futuras.

Em relação às limitações, acredita-se que a aplicação da ferramenta de coleta dados, DEEnCI (Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação), somente nas atividades e planos de aula da SEI pôde não ter revelado alguns elementos do ensino por investigação (referentes a conclusão e reflexão da investigação, por exemplo) que estavam ausentes nos instrumentos de coleta de dados citados. Não descartamos, entretanto, o fato de que esses aspectos tenham sido discutidos verbalmente no decorrer da aplicação da SEI pelos licenciandos. Assim, mesmo que as entrevistas, tivessem trechos que apresentaram alguns relatos sobre a aplicação da SEI, acredita-se que foram trechos mais pontuais de alguns momentos das atividades, que não abrangeram e revelaram outros aspectos importantes do ensino por investigação, ocorridos durante a aplicação da SEI.

Já em relação às contribuições para área de formação de professores e de ensino de ciências, acredita-se que esta pesquisa apresentou análises importantes e pertinentes do PIBID dentro do contexto IB/USP, na perspectiva de apresentar quais foram os avanços e as limitações do grupo-escola estudado na incorporação e promoção do ensino por investigação, bem como na elaboração, no planejamento e na aplicação de sequências didáticas investigativas. Os resultados reforçam a importância de programas de formação docente, neste caso o PIBID, como um instrumento relevante. O PIBID pôde proporcionar ao grupo-escola estudado: o acesso aos conhecimentos e estudos acerca dos princípios do ensino por investigação, ensinamentos sobre como planejar sequências didáticas investigativas, experiências em sala de aula com alunos de educação básica aplicando as atividades da sequência e vivenciando diversos aspectos do cotidiano escolar, trocas de ideias, reflexões e construção de conhecimentos de maneira conjunta entre eles e com o supervisor. Todas esses aspectos contríbuiem para que os licenciandos possam, ao longo de seu percurso profissional, construir sua própria identidade como futuros professores.

Esta dissertação pode oferecer alguns indicadores para melhorias na implementação do ensino por investigação dentro do PIBID, a fim de otimizar as ações desse programa para formar professores atuantes dentro dos princípios do ensino por investigação. É pertinente citar as contribuições trazidas por Guiterez e Kim (2017) sobre programas de formação docente. Para os autores, não há um consenso sobre quais são os fatores e características que garantam a qualidade de um programa de formação docente. No entanto, é essencial que os responsáveis pela formação e coordenação desses programas enfatizem trabalhos de aprendizagem colaborativa entre os profissionais (professores universitários, professores de escola básica, entre outros) e licenciandos envolvidos nos programas, ampliando horizontes educacionais e conferindo valores de colaboração e responsabilidade coletiva, gerando, dentro das instituições de ensino superior, impactos positivos nas capacidades de ensino e aprendizagem de futuros professores.

Em relação às contribuições para a pesquisa em ensino de ciências, esta dissertação demonstrou quais são os potenciais e limitações dos dados que podem ser obtidos pela aplicação da ferramenta DEEnCI elaborada por Cardoso e Scarpa (2017), em planos de aula e atividades de uma sequência didática. Além disso, a triangulação destes dados com os dados oriundos de entrevistas e questionários, feitos com os licenciandos em épocas diferentes do PIBID (início e fim do programa), pôde demonstrar como esta metodologia de análise de dados conseguiu relacionar, dados de fontes diferentes, para então compreender quais foram as razões da ausência de alguns elementos do ensino de investigação, e/ou quais motivos levaram para que a ocorrência de alguns elementos necessitem de um maior ou menor direcionamento por parte dos licenciandos.

Em relação a perspectivas de pesquisas futuras, seria interessante e importante para área de pesquisa, em formação de professores de ciências, a análise de maneira isolada dos questionários, entrevistas, atividades e planos de aula da SEI de cada subgrupo de licenciandos, que trabalharam juntos para compor uma atividade da SEI. Como já descrito na metodologia, os licenciandos do grupo-escola pesquisado estavam em anos diferentes da graduação, sendo que alguns, inclusive, já haviam feito disciplinas com a temática ensino por investigação, e outros já haviam tido contato com atividades escolares. Baseando-se nas ideias de Capps, Contas e Crawford (2012), seria pertinente investigar em qual medida o tempo de

graduação, as crenças, as predisposições e o maior ou menor contato com ensino por investigação e com o ambiente escolar podem afetar a implementação do ensino por investigação em programas de formação docente.

Por fim, outras pesquisas que podem ser feitas com licenciandos, baseando-se nos trabalhos de Capps, Contas e Crawford (2012) e de Kramer et al. (2015), referem-se a investigações sobre como e quais seriam as impressões dos licenciandos ao verem suas próprias aulas de ciências no momento da aplicação de atividades investigativas. Pesquisas dentro dessa perspectiva podem apresentar dados mais significativos sobre quais seriam os fatores que podem dificultar a implementação do ensino por investigação nas aulas de ciências dentro de programas de formação docente. Também podem revelar valores e crenças dos licenciandos sobre todo o processo de preparo docente dentro de programas de formação docente, proporcionando, ainda, reflexões para promoção de mudanças e adaptações no decorrer da formação acadêmica docente.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APEDOE, X. S. Engaging Students in Inquiry: Tales From a Undergraduate Geology Laboratory-Based Course. **Science Education**, v. 92, p.631-63, 2008.

ANDERSON, R. D. Reforming Science Teaching: What Research says about Inquiry. **Journal of Science Teacher Education**, v. 13, n. 1, p.1-12, 2002.

AZEVEDO, M. C. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (org.). **O ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

BANCHI, H.; BELL, R. The Many Levels of Inquiry. **Science and Children**, v. 46, n. 2, p. 26-9, 2008.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 5 ed. Lisboa: Edições 70, 2009. 281 p.

BARROW, L. H. A brief history of inquiry: From dewey to standards. **Journal of Science Teacher Education**, v. 17, n. 3, p. 265-78, 2006.

BELL, R.; SMETANA, L.; BINNS, I. Simplifying Inquiry Instruction. **National Science Teachers Association**, v. 15, n. 17, p.30-3, 2005.

BINNS, I.; POPP, S. Learning to Teach Science Through Inquiry: Experiences of Preservice Teachers. **Electronic Journal of Science Education**, v. 10, n. 5, p.1-24, 2013.

BLANCHARD, M. R; SOUTHERLAND, A, S; GRANGER, E.M. No Silver Bullet for Inquiry: Making Sense of Teacher Change following an Inquiry-based Research Experience for Teachers. **Science Education**, v. 93, n. 2, p.322-60, 2009.

BORGES, T. Novos rumos para o laboratório escolar. **Cad. Brás. Ens. Fís**, v. 19, n. 10, p.291-313, 2002.

BRASIL. **Decreto n. 7.219 de 24 de junho de 2010**. Dispõe sobre o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência - PIBID e dá outras providências.

BSCS. The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness. **Office of Science Education National Institutes of Health**, 2006. Disponível em: <https://bscs.org/sites/default/files/_media/about/downloads/BSCS_5E_Full_Report.pdf>. Acesso em: 15 maio 2016.

BUCK, L.; BRETZ, S. Characterizing the Level of Inquiry in the UndergraduateLaboratory. **Journal of College Science Teaching**, v. 38, n. 1, p.52-8, 2008.

BUNTERM, T. et al. Do Different Levels of Inquiry Lead to Different Learning Outcomes? A comparison between guided and structured inquiry. **International Journal of Science Education**, v. 36, n. 12, p.1937-59, 2014.

CACETE, N. H. O Programa Insitucional de Bolsa de Iniciação à Docência e o Estágio Curricular Supervisionado: considerações iniciais. In: PIETRI, E. et al. **A cooperação universidade-escola para a formação inicial de professores: o PIBID na Universidade de São Paulo (2011-2014)**. 1ª. ed. São Paulo: LF Editorial, 2015. p. 111-9.

CARDOSO, M.; SCARPA, D. L. Identificação de elementos do ensino de ciências por investigação em aulas de professores em formação inicial. X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, 2017, Sevilla. **Anais..**

CAPES. Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). 3 set. 2008. Disponível em: <<http://www.capes.gov.br/educacao-basica/capespid>>. Acesso em: 5 jan. 2018.

CAPPS, D.; CRAWFORD, B.; CONTAS, M. A Review of Empirical Literature on Inquiry Professional Development: Alignment with Best Practices and a Critique of the Findings. **Journal of Science Teacher Education**, v. 23, p.291-318, 2012.

CARDOSO, M.; SCARPA, D. (em preparação). Uma ferramenta para analisar e planejar atividades e sequências didáticas investigativas.

CARROLL, D. Learning Through Interactive Talk: a School-Based Mentor Teacher Study Group as a Context for Professional Learning. **Teaching and Teacher Education**, v. 21, n. 5, p. 457-73, 2005.

CARULLA, B. Tools for Enhancing Inquiry in Science Education, 2012. Montrouge, France: Fibonacci Project. Disponível em: <<http://fibonacci-project.eu>>. Acesso em: 30 maio 2015.

CARVALHO, P. Sobre natureza da ciência e o ensino. In: CARVALHO, P. **Ensino de Ciências por investigação** – condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2014. p.111-27.

CARVALHO, A. M.; PÉREZ, D. G. O saber e o saber fazer do professor. In: CASTRO, A. D.; CARVALHO, A. M.; PÉREZ, D. G. **Ensinar a ensinar: didática para a escola fundamental e média**. Sao Paulo: Cengage Learning Editores, 2001. p.107-23.

CHANG, C.; MAO, S. The Effects of an Inquiry-Based Instructional Method on Earth ScienceStudents' Achievement. **National Association for Research in Science**, v. 8, n. 3, p.93-101, 1998.

CHINN, C.; MALHOTRA, B. Epistemologically Authentic Inquiry in Schools: A Theoretical Framework for Evaluating Inquiry Tasks. **Wiley Periodicals**, v. 86, p.175-218, 2001.

CLEMENT, L.; CUSTÓDIO, J. F.; FILHO, J. P. Potencialidades do ensino por investigação para promoção da motivação autônoma na educação científica.

ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 8, n. 1, p.101-29, 2015.

COLBURN, A. An Inquiry Primer. **Science Scope**, v. 23, n. 6, p.42-4, 2000.

CRASBORN, F. et al. Promoting Versatility in Mentor Teachers' Use of Supervisory Skills. **Teaching and Teacher Education**, v. 24, p.499-514, 2007.

CRAWFORD, B. Is It Realistic to Expect a Preservice Teacher to Create an Inquiry-based Classroom? **Journal of Science Teacher Education**, v. 10, n. 3, p.175-94, 1999.

_____. Embracing the Essence of Inquiry: New Roles for Science Teachers. **Journal Of Research In Science Teaching**, v. 37, n. 9, p.916-37, 2000.

FRANCO, M. P. **Análise de conteúdo**. 3 ed. Brasília: Liber Livro editora, 2008.

GRANDY, R.; DUSCHL, R. Reconsidering the Character and Role of Inquiry in School Science: Analysis of a Conference. **Science & Education**, v. 16, p.141-66, 2007.

GUTIEREZ, B. C; KIM, H. B. Becoming Teacher-Researchers: Teachers' Reflections on Collaborative Professional Development. **Educational Research. Journal Educational Research**, v. 59, n. 7, p.1-17, 2017.

HARRIS, C. J.; ROOKS, D. L. Managing Inquiry-Based Science: Challenges in Enacting Complex Science Instruction in Elementary and Middle School Classrooms. **Journal of Science Teacher Education**, v. 21, n. 2, p. 227-40, 2010.

IRELAND, E. A. et al. Approaches to Inquiry Teaching: Elementary teacher's perspectives. **Internatinal Journal of Science Education**, v. 36, n. 10, p.1733-50, 2014.

KRISCHNER, A. P.; SWELLWE, R. J.; CLARK; R. Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. **Educational Psychologist**, v. 41, n. 2, p.75-86, 2006.

KRÄMER, P.; NESSLER, S. H.; SCHLÜTER, K. Teacher students' dilemmas when teaching science through inquiry. **Research in Science & Technological Education**, v. 33, n. 3, p.1-19, 2015.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; PUIG, B. Argumentación y evaluación de explicaciones causales en ciencias: el caso de la inteligència. **Alambique**, Barcelona, v. 15, n. 63, p.11-8, 2010.

LIMA, M. S. A Prática de ensino, o estágio supervisionado e o pibid:perspectivas e diretrizes para os cursos de licenciatura. XVI ENDIPE – Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino, Campinas, 2012. **Anais...**

LOPES, A. C.; MACEDO, E. Ensino de ciências no começo da segunda metade do século da tecnologia. In: LOPES, A. C.; MACEDO, E. **Currículo de Ciências em debate**. Campinas, SP: Papirus, 2004. p. 13-44.

LUSTICK, D. 2009. The Failure of Inquiry: Preparing Science Teachers with an Authentic Investigation. **Journal of Science Teacher Education**, v. 20, n. 6, p.583-604, 2009.

MACHADO, V. F.; SASSERON, L. H. As perguntas em aulas investigativas de ciências: a construção teórica de categorias. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, p.29-44, 2012.

MAGNUSSON, S. J. et al. Community, culture, and conversation in inquiry-based science instruction. In: Flick, L. B.; Lederman, N. G. (eds.). **Scientific Inquiry and the Nature of Science: Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education**. Dordrecht, The Netherlands: Springer, 2004. p.131-55.

MALUCELI, V. M. Formação dos professores de Ciências e Biologia: reflexões sobre os conhecimentos necessários a uma prática de qualidade. **Estud. Biol**, v. 29, n. 66, p.113-6, 2007.

MELO, L. A. R.; SILVA, M. F. A Superação das dificuldades dos professores de Biologia para ensinar Física na 8ª série – um estudo de caso. XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Paulo, 2009. **Anais...**

MINNER, D. D.; LEVY, A. J.; CENTURY, J. Inquiry-Based Science Instruction – What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 4, p.474-96, 2010.

MOTOKANE, T. M. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. **Revista Ensaio**, v. 17, p.115-37, 2015.

MUMBA, F.; CHABALENGULA, V.; HUNTER, W. Inquiry Levels and Skills an Zambian High School Chemistry Syllabus, Textbooks and Practical Examinations. **Journal of Baltic Science Education**, v. 6, n. 2, p.50-7, 2007.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. D. C. E. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Minas Gerais, v. 9, 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning**. Washington: National Academy Press., 2000.

NEIRA, M.; PAGNEZ, K. A Relação teoria e prática na formação de professores: a experiência do PIBID. In: PIETRI, E., et al. **A cooperação universidade-escola para a formação inicial de professores: o PIBID na Universidade de São Paulo (2011-2014)**. 1ª. ed. São Paulo: LF Editorial, 2015. p.121-39.

NILSSON, P.; DRIEL, J. Teaching Together and Learning Together e Primary Science Student Teachers' and Their Mentors' Joint Teaching and Learning in the Primary Classroom. **Teaching and Teacher Education**, v. 26, p.1309-18, 2010.

NOVOA, A. Formação de professores e formação docente. In: NOVOA, A. **Os professores e sua formação**. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1992.

PAGANOTTI, A.; DICKMAN, A. G. Caracterizando o professor de Ciências quem ensina tópicos de Física no ensino fundamental? VII ENPEC, Águas de Lindóia, 2009. **Anais...**

PEDASTE, M.; SIIMAN, L.; JONG, T. Phases of Inquiry-Based Learning: Definitions and the Inquiry Cycle. **Educational Research Review**, v. 14, p.47-61, 2015.

PENNA, M. G. Aspectos da prática docente: formação do professor e processo de socialização. **Educação: Teoria e Prática**, v. 22, p.38-55, 2012.

PEREIRA, J. **Formação de professores**. Pesquisas, representações e poder. 2ª ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

_____. Paradigmas contemporâneos da formação docente. In: SOUZA, J. V. **Formação de professores para a educação básica: Dez anos de LDB**. São Paulo: Autêntica, 2007. p. 253-64.

PIMENTA, S. G.; LIMA, L. M. Estágio e docência: diferentes concepções. **Revista Poíesis**, v. 3, p.5-24, 2006.

PIETRI, E. Um espaço inter-extra-institucional de formação docente. In: PIETRI, E., et al. **A cooperação universidade-escola para a formação inicial de professores: o PIBID na Universidade de São Paulo (2011-2014)**. 1ª. ed. São Paulo: LF Editorial, 2015. p.77-87.

PUIG, B.; TORIJA, B. B.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. Argumentation in the Classroom: Two Teaching Sequence. **Project Science Teacher Education Advanced Methods** Universidad de Santiago de Compostela. Danú. 2012.

ROCHA, M. B.; NETO, J. M. Práticas de formação de professores para o ensino de Ciências nas séries iniciais do ensino fundamental. VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis, 2009. **Anais...**

ROERHING, G.; LUFT, J. Constraints Experienced by Beginning Secondary Science Teachers in Implementing Scientific Inquiry Lessons. **International Journal of Science Education**, v. 26, p.1-24, 2014.

SÁ, E. R., LIMA, M. E. O. A construção de sentidos para o termo ensino por investigação no contexto de um curso de formação. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, p.79-102, 2011.

SANTOS, L. L. Paradigmas que orientam a formação docente. In: SOUZA, J. V. **Formação de professores para a educação básica: Dez anos de LDB**. São Paulo: Autentica, 2007. p.235-52.

SANTOS, V. M. Ações cooperativas entre universidade e escola para a formação de professores. In: PIETRI, E. et al. **A cooperação universidade-escola para formação inicial de professores: o PIBID na Universidade de São Paulo (2011-2014)**. 1ª. ed. São Paulo: LF Editorial, 2015. p.7-19.

SASSERON, L. **Alfabetização científica no ensino fundamental: estrutura e indicadores**. São Paulo. 2008. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.

_____; CARVALHO, A. M. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, p.59-77, 2011.

SCARPA, D. L. **Cultura escolar e cultura científica: aproximações, distanciamentos e hibridações por meio da análise de argumentos no ensino de biologia e na Biologia**. São Paulo, 2009. Tese (Doutorado em Educação em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.

SCHÖN, D. Preparando os profissionais para as demandas da prática. In: SCHÖN, D. **Educando o profissional reflexivo – um novo desing para o ensino e a aprendizagem**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000. p.15-9.

SILVA, R. **Análise da argumentação e de seus processos formadores em uma aula de Biologia**. São Paulo, 2011. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.

TAMIR, P.; LUNETTA, V. Inquiry-Related Tasks in High School Science Laboratory Handbooks. **Science Education**, v. 65, n. 5, p.477-84, 1981.

TONIDANDEL, M. S. **Superando obstáculos no ensino e na aprendizagem da evolução biológica**. São Paulo. 2013. Tese (Doutorado em Educação em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.

TOULMIN, S. E. **Os usos do argumento**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2006.

TRIVELATO, S. Ensino de ciências e formação de professores. In: CARVALHO, A. **Formação continuada de professores – uma releitura das áreas de conteúdo**. São Paulo: Cengage, 2017. p.69-88.

TRIVELATO, S.; TONIDANDEL, S. M. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Revista Ensaio**, v. 17, p.97-114, 2015.

ZABALA, A. **A prática educativa – como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZÔMPERO, A.; LABURÚ, C. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revist. Ensaio**, v. 13, n. 3, p.67-80, 2011.

ANEXO A

PLANOS DE AULA DAS ATIVIDADES DA SEI

SESSÃO 1 - RESPONSÁVEIS: PROFESSOR SURPREVISOR E JONATHAN

PLANO DE AULA

CONCEITOS:

OXIGÊNIO DISSOLVIDO, TURBIDEZ, PARTÍCULAS.

DURAÇÃO:

12 AULAS

OBJETIVO: APRESENTAR OS PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA SELECIONADOS PARA ESTA SEQUÊNCIA DIDÁTICA. DESENVOLVER HABILIDADE TÉCNICA DE TESTE DE PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA: OXIGÊNIO DISSOLVIDO E TURBIDEZ

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- APLICAR OS CONCEITOS DESENVOLVIDOS AO LONGO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA (OXIGÊNIO DISSOLVIDO, TURBIDEZ, PARTÍCULAS, FOTOSSÍNTESE, TEIA ALIMENTAR, CADEIA ALIMENTAR, NASCENTE, CONSERVAÇÃO, PRESERVAÇÃO, IMPACTO HUMANO) EM UMA SITUAÇÃO REAL E CONTEXTUALIZADA;
- PREVER FENÔMENOS DE TURBIDEZ A PARTIR DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS
- ESTIMAR CONCENTRAÇÃO DE O₂ DISSOLVIDO A PARTIR DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS
- COMPARAR VISUALMENTE GRADAÇÕES DE CORES E DE TURBIDEZ
- HIPOTETIZAR VALORES DE TURBIDEZ E DE CONCENTRAÇÃO DE O₂ DISSOLVIDO
- CONFRONTAR HIPÓTESES COM DADOS OBTIDOS SOBRE VALORES DE TURBIDEZ E DE CONCENTRAÇÃO DE O₂ DISSOLVIDO
- EXPLICAR A RELAÇÃO ENTRE OS PARÂMETROS (O₂ DISSOLV. E TURBIDEZ) UTILIZADOS E QUALIDADE DA ÁGUA.

MATERIAIS

- ROTEIRO DE ESTUDO
- FRASCOS DE COLETA DE AMOSTRAS DE ÁGUAS CONTAMINADAS DE 500 mL (PODERÃO SER IMPROVISADAS GARRAFAS DESCARTÁVEIS DE PLÁSTICO, COMO AS DE ÁGUA MINERAL)
- FRASCOS DE VIDRO DE 25 mL
- COMPARADOR VISUAL
- SERINGA DESCARTÁVEL DE 5 ML
- REAGENTES 1, 2 E 3
- LUVAS DE LÁTEX PARA PROCEDIMENTOS NÃO CIRÚRGICOS
- RECIPIENTE DE DESCARTE
- AMOSTRAS-PADRÃO COM GRADAÇÃO DE TURBIDEZ, COM DIFERENTES VALORES: 0,0; 0,5; 1,0; 5,0; 10,0; 25,0; 50,0; 75,0; 100,0 UNT (UNIDADE NEFELOMÉTRICA DE TURBIDEZ)

ESTRATEGIAS:

- LEVANTAMENTO DE HIPÓTESES SOBRE A CONCENTRAÇÃO DE O₂ E DE TURBIDEZ;
- TESTE EXPERIMENTAL SOBRE A CONCENTRAÇÃO DE O₂ DISSOLVIDO E DE TURBIDEZ EM ÁGUA DE TORNEIRA E EM ÁGUA CONTAMINADA (COLETADA EM UM CÓRREGO ALTAMENTE POLUÍDO NO ENTORNO DA ESCOLA);
- REGISTRO DOS RESULTADOS EM FORMA DE MÚLTIPLA-ESCOLHA E COM ESCOLA DE MÍNIMO E MÁXIMO DEFINIDA;
- ELABORAÇÃO DE HIPÓTESE, BASEADO NO MODELO DE ARGUMENTO DE TOULMIN, SOBRE A CONCENTRAÇÃO DE O₂ DISSOLVIDO E DE TURBIDEZ QUE OS ALUNOS ENCONTRARÃO NO ESTUDO DO MEIO (EM) AO PARQUE POMAR URBANO, ÀS MARGENS DO RIO PINHEIROS;
- COLETA DE AMOSTRA DE ÁGUA DO RIO PINHEIROS NO TRECHO ONDE SE ENCONTRA O PARQUE;
- TESTE EXPERIMENTAL SOBRE A CONCENTRAÇÃO DE O₂ DISSOLVIDO E DE TURBIDEZ DA AMOSTRA;
- DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS EM CAMPO, CONFRONTANDO-OS COM AS HIPÓTESES INICIAIS;

- ELABORAÇÃO DE UMA EXPLICAÇÃO PARA A PERGUNTA DA SESSÃO BASEADO NO MODELO DE ARGUMENTO DE TOULMIN

SESSÃO 2 - RESPONSÁVEIS: JONATHAN E LEONARDO.

PLANO DE AULA

CONCEITOS:

Amido, fonte de energia, fotossíntese.

DURAÇÃO:

6 Aulas

OBJETIVO:

- Relacionar a fotossíntese com os conteúdos passados na S1;
- Aprofundar o conhecimento sobre o conceito de fotossíntese;
- Desenvolver a partir da pergunta problema a conexão entre a fotossíntese e a produção de alimento (fonte de energia).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Acessar aos conhecimentos prévios relacionados a fotossíntese;
- Aprimorar a técnica da formulação de hipóteses;
- Relacionar fotossíntese com a produção de fonte de energia (alimento);
- Formas de armazenamento de energia;
- Desenvolvimento da linguagem científica pelo uso de equações químicas (sem entrar na fórmula molecular);

MATERIAIS:

- Becker (podem ser utilizados outros frascos transparentes)
- Funil de vidro
- Tubo de ensaio
- Caneta de marcação
- Tesoura

- Amostras de Elodea (espécie de planta aquática)
- Caixa de papelão
- Régua numerada
- Cronômetro

ESTRATEGIAS:

- ACESSAR OS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ALUNOS A RESPEITO DE FOTOSSÍNTESE A PARTIR DE UMA RODA DE DISCUSSÃO. COM O EXPERIMENTO REALIZADO COM LUGOL EVIDENCIAR A PRESENÇA DE SUBSTÂNCIAS QUE SÃO ENCONTRADAS TANTO NOS ANIMAIS QUANTO NAS PLANTAS, INICIANDO UM PROCESSO DE LIGAÇÃO ENTRE OS DOIS SERES PARA RESPONDER A QUESTÃO “DE ONDE VEM A NOSSA ENERGIA”.
- NO EXPERIMENTO (DADOS FORNECIDOS) REALIZADO NAS 2 AULAS SEGUINTE DESENVOLVER O RACIOCÍNIO CRÍTICO PARA A RESOLUÇÃO DO PROBLEMA APRESENTADO (ALTERAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DAS SUBSTÂNCIAS). PARA A EXPLICAÇÃO DO FENÔMENO OCORRIDO UTILIZANDO A EQUAÇÃO QUÍMICA INTRODUCINDO-OS A LINGUAGEM CIENTÍFICA DO TIPO $A + B \rightarrow C$.
- NAS PRÓXIMAS 2 AULAS (E ÚLTIMAS) REALIZAR O EXPERIMENTO COM AS ELÓDEAS PARA TESTAR A VARIÁVEL LUZ. NESSA AULA ELES ELABORARÃO HIPÓTESES SOBRE O QUE ACONTECERÁ NO EXPERIMENTO. AO FINAL DESTAS AULAS OS CONCEITOS SERÃO RETOMADOS E DISCUTIDOS, RELACIONANDO OS CONCEITOS ABORDADOS NA SESSÃO 1 COM A SESSÃO 2.

SESSÃO 3 - RESPONSÁVEIS: ELENA E NATHAN.

PLANO DE AULA

CONCEITOS:

CADEIA ALIMENTAR E TEIA TRÓFICA.

DURAÇÃO:

12 AULAS

OBJETIVO:

- APRESENTAR OS CONCEITOS PROPOSTOS.
- ESTIMULAR A CAPACIDADE MOTORA E COGNITIVA DOS ALUNOS ATRAVÉS DE UMA DINÂMICA.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- LEVANTAR OS CONCEITOS DAS AULAS ANTERIORES
- FORMULAR EXPLICAÇÃO ATRAVÉS DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS À RESPEITO DO FLUXO DE ENERGIA
- ESTIMULAR A CAPACIDADE DE ABSTRAÇÃO A PARTIR DE UMA SITUAÇÃO PROBLEMA
- HIPOTETIZAR CAUSAS PARA A SITUAÇÃO PROBLEMA COLOCADA
- CONFRONTAR HIPÓTESES ATRAVÉS DA DINÂMICA PROPOSTA
- ANALISAR OS DADOS LEVANTADOS NA DINÂMICA
- COMPREENDER A DINÂMICA DE UMA TEIA ALIMENTAR E DO FLUXO DE ENERGIA NA NATUREZA

MATERIAIS

- PULSEIRAS COLORIDAS
- UM APITO
- ROTEIRO PARA ANOTAÇÃO
- LÁPIS

ESTRATEGIAS:

1. RELACIONAR O CONCEITO DE CADEIA E TEIA TRÓFICA COM A REALIDADE DOS ALUNOS
2. LEVANTAMENTO DE HIPÓTESES A PARTIR DE QUESTÕES RELACIONADAS À SITUAÇÃO PROBLEMA
3. DINÂMICA DE ATIVIDADE SOBRE CADEIA ALIMENTAR
4. RELACIONAR A DINÂMICA COM A REALIDADE DOS ALUNOS E DO ENTORNO
5. TESTE DAS HIPÓTESES LEVANTADAS
6. LEITURA DA DINÂMICA
7. ELABORAÇÃO DE HIPÓTESES BASEADA NO MODELO DE ARGUMENTO DE TOULMIN SOBRE OS DADOS OBTIDOS NA DINÂMICA

8. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS ANALISADOS

SESSÃO 4 - RESPONSÁVEIS: SAMANTHA, HEITOR, ROGÉRIO.

PLANO DE AULA

CONCEITOS:

Conservação, preservação e impacto humano

DURAÇÃO:

7 aulas

OBJETIVOS:

Introduzir os conceitos “Conservação”, “Preservação” e “Impacto Humano” de maneira contextualizada e problematizada.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Objetivos conceituais: domínio dos termos “Conservação” e “Preservação”

Objetivos atitudinais: trabalho em grupo,

Objetivos procedimentais: construção de tabelas e gráficos.

MATERIAIS

Datashow, canetinhas, cartolinas coloridas, tesoura,

ESTRATEGIAS:

Aula 1: Jogo -

Aula 2: Análise dos resultados, construção de gráfico* e levantamento de hipóteses

Aula 3: .Aula dialogada “Preservação” -Análise do termo “Preservação”, exemplos, APPs

Aula 4: Aula dialogada “Conservação e Preservação” - Análise do termo “Conservação”, conservação de espécies in situ e ex situ, unidades de conservação e parques

Aula 5: Aula dialogada “Conservação, preservação e impacto humano”, com ênfase no impacto humano.

Aula 6: Atividade prática - Resolução de um problema envolvendo os três conceitos.

Aula 7: Fechamento

SESSÃO 5 - RESPONSÁVEIS: PROFESSOR SUPERVISOR E JONATHAN

PLANO DE AULA

CONCEITOS:

Oxigênio dissolvido, turbidez, partículas, fotossíntese, teia alimentar, cadeia alimentar, nascente, conservação, preservação, impacto humano, tomada de decisão

DURAÇÃO:

12 aulas

OBJETIVO:

Oportunizar/possibilitar a tomada de decisão cientificamente fundamentada sobre o processo de implantação do parque linear na região.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Aplicar os conceitos desenvolvidos ao longo da Sequência Didática (oxigênio dissolvido, turbidez, partículas, fotossíntese, teia alimentar, cadeia alimentar, nascente, conservação, preservação, impacto humano) em uma situação real e contextualizada;
2. Compreender o gênero discursivo-textual *debate regrado*.
3. Comunicar sua posição sem bloqueios e de forma justificada pela via da argumentação;
4. Considerar um interlocutor e, portanto, outros pontos de vista.

MATERIAIS

Datashow

Caixa de som

Microfone

ESTRATEGIAS:

1) Apresentação de um modelo de debate regrado (texto ou vídeo) de um assunto de cunho sócio-ambiental;

2) Identificação de suas características

- a. Como você explicaria que gênero discursivo-textual seja este?
- b. Que características definiriam esse gênero discursivo-textual?
- c. Quem são os possíveis autores e possíveis receptores desse gênero discursivo-textual?
- d. Em que contexto esse gênero discursivo-textual é produzido?
- e. Qual a importância que esse gênero discursivo-textual tem na sociedade em que vivemos e em que ele se encontra?
- f. Qual a importância da argumentação nesse gênero-discursivo?

3) Apresentação do perfil dos convidados (ex. líder comunitário, urbanista, vereador, biólogo, geógrafo, morador; representante da Sub-prefeitura Butantã/ representante da SABESP);

4) Reunião, articulação e registro dos argumentos elaborados durante toda a Sequência Didática;

5) Debate regrado, com convidados.

ANEXO B

ATIVIDADES DA SEI

Sessão 1 - Por que o O₂ dissolvido e a turbidez são indicadores da qualidade da água?

Nome completo: _____

Grupo: _____

Antes de mais nada, vamos conhecer os conceitos de O₂ dissolvido e de turbidez.

O oxigênio é um gás presente em abundância na atmosfera do nosso planeta. Ele apresenta a segunda maior concentração, perdendo apenas para o gás nitrogênio. Entre os demais gases que compõem a mistura de ar atmosférico, no entanto, ele reina. Tem a maior concentração. Em contato com a água, esse gás pode se dissolver, encontrando-se em diferentes concentrações dependendo das condições do ambiente.

A turbidez é a capacidade de uma suspensão de desviar a luz. Que coisa estranha essa, não? Vamos explicar de outra forma. A turbidez está relacionada à profundidade que a luz chega em determinado corpo de água. Se a luz chega mais perto do fundo, dizemos que essa água tem baixa turbidez. Se, ao contrário, a luz não consegue chegar mais perto do fundo, dizemos que a água tem elevada turbidez.

Agora, de que forma o O₂ dissolvido e a turbidez são indicadores de qualidade de água?

Objetivos da aula: Compreender o papel do O₂ e da luz como fatores que influenciam a vida.

Materiais que serão utilizados nessa aula:

- Frascos de coleta de amostras de águas contaminadas de 500 mL (poderão ser improvisadas garrafas descartáveis de plástico, como as de água mineral)
- Frascos de vidro de 25 mL
- Comparador visual
- Seringa descartável de 5 mL
- Reagentes 1, 2 e 3
- Luvas de látex para procedimentos não cirúrgicos
- Recipiente de descarte
- Amostras-padrão com gradação de Turbidez, com diferentes valores: 0,0; 0,5; 1,0; 5,0; 10,0; 25,0; 50,0; 75,0; 100,0 UNT (Unidade Nefelométrica de Turbidez)

Antes do experimento 1: TURBIDEZ

Imagine a situação representada pela figura abaixo:

Frasco com água de
torneira

Frasco com água
contaminada

1. EXPLIQUE o que apareceria na folha posicionada ao fundo, se apontássemos um laser no frasco da situação A.

2. EXPLIQUE que apareceria na folha posicionada ao fundo, se apontássemos um laser no frasco da situação B.

3. E se misturássemos água da torneira com a contaminada? O que apareceria na folha posicionada ao fundo? EXPLIQUE.

Durante o experimento 1: TURBIDEZ

Procedimento para a coleta de amostras de água.

O procedimento consiste, basicamente, em encher o frasco com a água contaminada. No entanto, devem ser tomados os cuidados abaixo discriminados:

Realizar a coleta das amostras de águas contaminadas utilizando luvas para procedimentos não cirúrgicos;

Não deverá haver contato direto entre as amostras de águas contaminadas e a pele;

Não deverá haver contato entre as amostras de águas contaminadas e a parte externa do frasco de coleta.

Procedimento para determinação da Turbidez

ADICIONE aproximadamente 20 mL de amostra homogeneizada no frasco de vidro de 25 mL e feche-o;

AGITE vigorosamente todos os padrões de Turbidez, bem como a amostra adicionada dentro do frasco de 25 mL;

COMPARE qual padrão se assemelha mais visualmente com a amostra, no que se refere à turvação.

DESCARTE o frasco no recipiente de descarte.

Observações.

Durante as comparações visuais, deve haver a máxima homogeneização possível da amostra, ou seja, pouca formação de corpo de fundo (precipitados);

Realizar todas as etapas da determinação da Turbidez em amostras de água contaminadas utilizando luvas para procedimentos não cirúrgicos.

1.

Registro dos resultados

ASSINALE o valor de turbidez que a amostra do grupo mais se aproxima:

- a) 0,0 UNT
- b) 0,5 UNT
- c) 1,0 UNT
- d) 5,0 UNT
- e) 10,0 UNT
- f) 25,0 UNT
- g) 50,0 UNT
- h) 75,0 UNT
- i) 100,0 UNT
- j) Maior que 100,00 UNT

Depois do experimento 1: TURBIDEZ

Agora que você e seu grupo já sabem medir a turbidez da água, vocês elaborarão uma hipótese sobre esse parâmetro. Mas o que é uma hipótese na Ciência? Leia o quadro abaixo

Hipótese → explicação provisória de determinada relação de causa e efeito, a ser comprovada ou não pela experimentação.

ELABORE uma hipótese sobre o valor de turbidez que vocês encontrarão na amostra de água do rio Pinheiros, usando o modelo abaixo.

Hipótese do grupo sobre turbidez

Antes do experimento 2: OXIGÊNIO

Imagine a situação representada pela figura abaixo.

Frasco com água de torneir

Frasco com água contaminada

Frasco com água de torneira misturada à água contaminada

1. Na situação A, encontraremos qual concentração de oxigênio dissolvido na água? ASSINALE a alternativa e justifique sua resposta no quadro à direita.

- a) Baixa
- b) Média
- c) Alta

--

2. Na situação B, encontraremos qual concentração de oxigênio dissolvido na água? ASSINALE a alternativa e justifique sua resposta no quadro à direita.

- a) Baixa
- b) Média
- c) Alta

--

3. E na situação C, encontraremos qual concentração de oxigênio dissolvido na água? ASSINALE a alternativa e justifique sua resposta no quadro à direita.

- a) Baixa
- b) Média
- c) Alta

--

Durante o experimento 2: OXIGÊNIO

Procedimento para a coleta de amostras de água (idêntico ao do experimento 1)

Procedimento para determinação de oxigênio dissolvido

1. **TRANSFIRA** 5 ml de amostra do frasco de coleta para um novo frasco de vidro com o auxílio da seringa;
2. **ADICIONE** 5 mL de amostra no frasco de vidro;
3. **ADICIONE** 2 gotas da solução Reagente 1 e, em seguida, tampe a proveta e agite vigorosamente;
4. **ADICIONE** 2 gotas da solução Reagente 2 e, em seguida, tampe a proveta e agite vigorosamente;
5. **ADICIONE** 2 gotas da solução Reagente 3 e, em seguida, tampe a proveta e agite vigorosamente;
6. **MANTENHA** a proveta com a amostra tampada em ambiente com ausência de luz durante 5 minutos e, em seguida
7. **COMPARE** a coloração obtida com a escala de cores apresentada no comparador visual, apresentado na Figura.
8. **DESCARTE** o frasco no recipiente de descarte.

Observações

1. Cada tonalidade de cor corresponde a uma determinada concentração de oxigênio dissolvido na amostra (O₂), em ppm;
2. Não deverá haver contato direto entre os reagentes 1, 2 e 3 do kit para determinação de oxigênio dissolvido em amostras de água de aquário e a pele;
3. Realizar todas as etapas da determinação de oxigênio dissolvido em amostras de água utilizando luvas para procedimentos não cirúrgicos.

Tabela: escala de tonalidade de cores proporcionais à concentração de oxigênio dissolvido nas amostras

Registro dos resultados

Assinale o valor de O_2 dissolvido que a amostra do grupo mais se aproxima:

- a) 0 ppm
- b) 1 ppm
- c) 2 ppm
- d) 3 ppm
- e) 4 ppm
- f) 6 ppm
- g) 8 ppm
- h) 11 ppm

Depois do experimento 2: OXIGÊNIO

Agora que você e seu grupo já sabem como medir o O_2 dissolvido na água e também o que é uma hipótese, **ELABORE** uma hipótese sobre a concentração de O_2 dissolvido que vocês encontrarão na amostra de água do rio Pinheiros.

Hipótese do grupo sobre o O_2 dissolvido

Dado (D)

➡

Conclusão (C)

Justificativa (J)

Conhecimento Básico (B)

Sessão 2- Como a fotossíntese se relaciona com o O_2 , a incidência de luz e a produção de energia?

Nome completo: _____ **Grupo:** _____

Antes de mais nada, vamos conhecer um pouco sobre o processo de fotossíntese.

Na natureza, acontecem diversas transformações. Um girino, por exemplo, ao se desenvolver, se transforma em um sapo. Porém, algumas transformações acontecem a nível molecular, ou seja, em uma escala tão pequena que não podem ser enxergadas pelo olho humano. A fotossíntese é uma dessas transformações, e é de fundamental importância para a manutenção da vida. Ela é realizada somente por alguns grupos de seres vivos, principalmente as plantas.

Agora, vamos juntos descobrir mais sobre esse processo. O que está envolvido nessa transformação? Qual a importância da fotossíntese para a vida?

Objetivos da aula: Compreender o papel da fotossíntese como um processo inerente à vida.

Materiais que serão utilizados nessa aula:

- Becker (podem ser utilizados outros frascos transparentes)

- Funil de vidro
- Tubo de ensaio
- Caneta de marcação
- Tesoura
- Amostras de *Elodea* (espécie de planta aquática)
- Caixa de papelão
- Régua numerada
- Cronômetro

Antes do experimento: FOTOSSÍNTESE

Uma experiência foi feita com o intuito de medir quais as variações que a presença de uma planta trás para o ambiente. Para isso, dois frascos fechados foram preparados: um sem a presença de planta e outro com a presença de planta, **ambos com as mesmas condições iniciais e sob incidência de luz.**

Além disso, uma amostra de folha foi retirada e mandada para análise laboratorial, afim de medir a quantidade de açúcar estocado na planta. A figura a seguir ilustra a fase inicial do experimento:

Passado algum tempo, com ambos os frascos ainda expostos à luz, foi feita uma nova análise do ar no interior dos frascos, que permaneceram fechados durante todo o experimento. Foram obtidos os seguintes resultados:

Além disso, após o término do experimento, uma nova amostra de folha foi enviada para o laboratório. Lá, constatou-se uma **quantidade maior de açúcar estocado** quando comparada à planta antes do experimento.

4. **CITE** quais foram as variações encontradas na análise do ar do **frasco A** após o experimento. Se houver variação, **INDIQUE** quais substâncias foram consumidas e quais foram produzidas.

5. **CITE** quais foram as variações encontradas na análise do ar do **frasco B** após o experimento. Se houver variação, **INDIQUE** quais substâncias foram consumidas e quais foram produzidas.

6. **EXPLIQUE** por que, após o experimento, houve diferença entre os resultados nos frascos A e B.

7. No **frasco B**, houve variação também na quantidade de açúcar estocado na planta. Você acredita que essa variação está relacionada com as outras variações encontradas? **DÊ O SEU PALPITE**, com base em seus conhecimentos.

8. **ELABORE** um experimento em que seja possível testar se as transformações observadas no frasco B dependem da exposição à luz (lembre-se de que o experimento foi feito sempre sob incidência de luz). **DESCREVA** o experimento que você pensou.

Durante o experimento: FOTOSSÍNTESE**Procedimento para a montagem do experimento**

O experimento tem como objetivo observar a ocorrência ou não da fotossíntese, de acordo com a presença ou ausência de luz. Para isso, os grupos devem obedecer ao seguinte procedimento:

1. **POSICIONE** dois ramos de *Elodea* no fundo do becker e cubra-os com um funil emborcado (de cabeça para baixo).
2. **ADICIONE** a água pela boca do funil até preenchê-lo. Adicione também no becker (em volta do funil).
3. **ADICIONE** a água no tubo de ensaio até preenchê-lo. Em seguida, com muito cuidado, **POSICIONE** o tubo de ensaio emborcado sobre a boca do funil, tentando manter o tubo de ensaio completo com água.
4. **MARQUE** com um traço o nível da solução no topo do tubo de ensaio, utilizando para isso a caneta de marcação.

Ao final da montagem, o material deve corresponder ao seguinte esquema, com a *Elodea* posicionada dentro do funil:

ATENÇÃO: TOME MUITO CUIDADO AO MANUSEAR AS VIDRARIAS!

Procedimento para coleta de dados

1. Agora é o momento de observar se haverá ou não ocorrência da fotossíntese. Para isso, **COLOQUE** imediatamente seu material montado sob a

incidência de luz ou no interior da caixa de papelão (no escuro), de acordo com a orientação dos monitores. **ASSINALE** abaixo onde o seu experimento será mantido:

() sob a incidência de luz.

() no escuro.

2. **AGUARDE** 30 minutos. Enquanto isso, **OBSERVE** o que acontece com os frascos que estão expostos à luz. **DESCREVA** abaixo o que você vê.

3. Passado o tempo necessário, **MARQUE** imediatamente com um traço o nível em que se encontra a solução no topo do tubo de ensaio.

Registro dos resultados

1. **MEÇA**, com a régua numerada, a diferença entre a marca feita antes e a marca feita após o experimento.

2. **REGISTRE** a distância medida, em milímetros: _____

Depois do experimento: FOTOSSÍNTESE

Agora que você e seu grupo já sabem como a fotossíntese está relacionada com o oxigênio, a incidência de luz e a produção de energia, vocês elaborarão uma hipótese sobre isso.

Lembrando...

Hipótese → explicação provisória de determinada relação de causa e efeito, a ser comprovada ou não pela experimentação.

Modelo de Hipótese

ELABORE uma hipótese sobre a relação entre a ocorrência de fotossíntese em um ambiente aquático, o valor de turbidez daquela água e a sua quantidade de O_2 dissolvido.

Hipótese do grupo sobre fotossíntese

Sessão 3 -Como se dá o fluxo de energia na natureza?

Nome Completo: _____

Grupo: _____

Como vimos anteriormente, a fotossíntese é de fundamental importância para a manutenção da vida, pois ela é capaz de transformar substâncias não vivas (matéria inorgânica) em substâncias vivas (matéria orgânica). Ela é realizada somente por alguns grupos de seres vivos, principalmente as plantas.

Mas como você acha que os outros seres vivos (não fotossintetizantes) obtêm fonte de energia?

Antes da Dinâmica Presa Predador

Como você imaginou, os seres vivos obtêm energia através da alimentação. Dessa forma, os organismos interagem entre si, sendo portanto dependentes uns dos outros. Gerando o que chamamos de CADEIA ALIMENTAR. Dentro dessa cadeia os seres podem ser categorizados de acordo com o recurso que consomem. Essas categorias são:

PRODUTORES: Organismos fotossintetizantes que estão na base da cadeia alimentar. Exemplo: Plantas.

CONSUMIDORES PRIMÁRIOS: Organismos que consomem os produtores. Exemplo: Vaca.

CONSUMIDORES SECUNDÁRIOS: Organismos que consomem consumidores primários. Exemplo: Onça.

DETRITÍVOROS: Organismo que consomem seres mortos. Exemplo: Urubu.

DECOMPOSITOR: Organismos que transformam matéria orgânica em inorgânica, finalizando um ciclo. Exemplo: Fungos e Bactérias.

Figura que representa um exemplo de CADEIA ALIMENTAR com representante de cada categoria (produtor, consumidor primário, etc.). As setas indicam o sentido dos nutrientes.

LEIA a história abaixo atentamente:

Era uma vez um colégio chamado Ileusa Cateano. Ele era rodeado de córregos (ou riachos ou ribeirões) de água cristalina e uma mata esbelta. Passarinhos cantavam, borboletas voavam e grilos “cri cri cri”zavam. Com o tempo, parte da mata foi diminuindo, os córregos foram morrendo para dar lugar à novas casinhas. Alguns dos novos moradores, os “porcadores”, começaram a jogar seus lixos e entulhos na rua (que falta de educação!). Passam-se dias, meses e algo estranho começou a acontecer. Quando o SUUUUUUPER Bozzo estava vindo dar a sua incrível aula, eis que surge uma cobra vermelha em seu caminho.

Na mesma semana, depois de todos os alunos terem entrado no colégio, Seu Ivo foi fechar o portão e se assustou (Ó!) pois, ADVINHEM! Havia uma cobra verde enrolada na fechadura. Na segunda-feira seguinte, João depois de se despedir de seus alunos, saiu apressado para um de seus compromissos. Quando estava no ponto de ônibus, notou a presença de uma cobra marrom pendurada no teto.

Além desses relatos, muitos outros começaram a aparecer, principalmente próximos aos “porcadores”.

1) **ELABORE** uma explicação para a aparição repentina das cobras.

MAS ESPEREM... AINDA NÃO ACABOU!!!

As pessoas, por medo, começaram a matar todas as cobras que encontravam (TADINHAS!).

Passaram-se tempos e outros fenômenos estranhos começaram a ocorrer.

As merendeiras que antes reclamavam constantemente das moscas que ficavam sobrevoando nossa comida, agora cantam de alegria pois podem deixar a comida ao léu. No entanto, as ratoeiras que antes nunca tinham sido estraladas, agora só se ouvem seus tec tec tec tec tecsssss.

2) **ELABORE** uma explicação para esses fenômenos (diminuição das moscas e aumento dos ratos).

Durante a Dinâmica Presa Predador

Materiais necessários:

- Pulseiras coloridas
- Roteiro para anotação
- Lápis

Regras:

- O experimento consiste em uma simulação de uma cadeia alimentar onde encontraremos um representante de cada nível trófico:

PRODUTORES: Plantas (Elodea) - Pulseiras **verdes**

CONSUMIDORES PRIMÁRIOS: Peixes Herbívoros - Pulseiras **rosa**

CONSUMIDORES SECUNDÁRIOS: Peixes Carnívoros - Pulseiras **azuis**

CONSUMIDORES TERCIÁRIOS: Garças - Pulseiras **vermelhas**

- A classe deverá ser dividida em 4 grupos (com o mesmo número de componentes) para a rodada inicial.

- Cada tipo de organismo (plantas, peixes carnívoros, etc.) deverá ficar TRÊS PASSOS de distância do outro tipo e dispostos conforme a figura.

O jogo terá **10 rodadas**, cada uma com duração de **6 segundos**. Para iniciar uma rodada o professor irá apitar 1 vez e para terminá-la, 2 vezes.

PLANTAS

- As “plantas” deverão permanecer nos seus lugares. Quando apanhadas pelos peixes herbívoros, deverão permanecer no local onde foram apanhadas até a próxima rodada e depois deverão ir para o grupo dos peixes herbívoros.

PEIXES HERBÍVOROS

- Cada peixe herbívoro deve procurar apanhar uma planta e evitar ser capturado por um peixe carnívoro. A única defesa possível das presas é abaixar-se. Abaixando-se, estarão escondidos dos predadores. Quando apanhados por um peixe carnívoro, os peixes herbívoro deverão permanecer no local onde foram capturados até o término da rodada. Na rodada seguinte, estes peixes herbívoros passarão a ser peixes carnívoros.

PEIXES CARNÍVOROS

- Os peixes carnívoros deverão tentar capturar um peixe herbívoro. A única defesa possível das presas é abaixar-se. Abaixando-se, estarão escondidos dos predadores. Quando apanhados por uma garça, os peixes carnívoros deverão permanecer no local onde foram capturados até o término da rodada. Na rodada seguinte, estes peixes carnívoros passarão a ser garças.

GARÇAS

- As garças deverão tentar capturar um peixe carnívoro. A única defesa possível das presas é abaixar-se. Abaixando-se, estarão escondidos dos predadores.

- Os peixes herbívoros, peixes carnívoros e as garças que não conseguirem alimento voltarão na rodada seguinte, como plantas. **EXPLICAÇÃO:** os animais que

não conseguiram alimento morreram de fome. Seus corpos foram decompostos e deles só restaram os nutrientes que as plantas incorporam. Por isso voltam como plantas.

- Os peixes herbívoros, peixes carnívoros e as garças que conseguiram alimento continuarão respectivamente, como peixes herbívoros, peixes carnívoros e garças. EXPLICAÇÃO: peixes herbívoros, peixes carnívoros e as garças que conseguem alimentos são bem sucedidos. Isto permite que se mantenham saudáveis e se reproduzam, garantindo novos indivíduos para a geração seguinte.

- As plantas que foram capturadas voltam como peixes herbívoros. Os peixes herbívoros capturados voltam como peixes carnívoros. Os peixes carnívoros capturados voltam como garças. EXPLICAÇÃO: quando um ser vivo serve de alimento para outro, parte das substâncias que formam o seu corpo passam a fazer parte deste outro ser.

Os dados obtidos em cada rodada serão anotados pelos professores na tabela abaixo.

SITUAÇÃO 1 – Sem perturbações

Gerações	Plantas	Peixes Herbívoros	Peixes Carnívoros	Garças
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

SITUAÇÃO 2

Ó não! Os “porcadores” estão despejando esgoto no rio.

A água está ficando turva (Lembram?) e as plantas não conseguem mais fazer fotossíntese e estão morrendo. Só sobrar uma!

Nova regra: Os peixes herbívoros, peixes carnívoros e as garças que não conseguirem alimento voltarão na rodada seguinte como plantas. Porém, como o rio está poluído, apenas uma plantinha sobrevive por rodada.

ELABORE uma hipótese sobre o que acontecerá ao final das dez gerações para cada um dos grupos.

Gerações	Plantas	Peixes Herbívoros	Peixes Carnívoros	Garças
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Após a Dinâmica Presa Predador

Vocês se lembram como fazemos ciências? Quais são as etapas que um cientista segue? Aqui está uma imagem para ajudar:

Método Científico

Na dinâmica presa-predador nós, através dos nossos conhecimentos prévios (aquilo que já sabíamos), construímos uma hipótese e fizemos um experimento (que foi nosso jogo). Agora chegou a hora de analisarmos os resultados obtidos.

PROCEDIMENTOS:

- Cada grupo ficará responsável por um grupo de organismos da dinâmica realizada.
- **CONSTRUA** um gráfico, para a SITUAÇÃO 1, que relacione número de indivíduos em cada geração, a partir dos dados coletados na dinâmica.
- **APRESENTE** o gráfico construído para o restante da sala.

A partir dos gráficos apresentados por toda a sala:

DESCREVA o que você observou.

- **CONSTRUA** um gráfico, para a SITUAÇÃO 2, que relacione número de indivíduos em cada geração, a partir dos dados coletados na dinâmica.
- **APRESENTE** o gráfico construído para o restante da sala.

A partir dos gráficos apresentados por toda a sala:

DESCREVA o que você observou.

- **RELEMBRE** sua hipótese da SITUAÇÃO 2 da dinâmica presa predador (ver página 6).

Sua hipótese estava certa?

() SIM

() NÃO

MAS SERÁ QUE TODOS SERES VIVOS TEM UM ÚNICO TIPO DE PRESA?

Por exemplo, na merenda da escola, encontramos alface e carne de vaca (certo?). Isso significa que estamos comendo um produtor (alface) e um consumidor primário (carne de vaca), ou seja, você está sendo um consumidor PRIMÁRIO e SECUNDÁRIO ao mesmo tempo.

Quando temos um predador consumindo mais de um tipo de presa forma-se uma rede de interações, a qual chamamos TEIA TRÓFICA.

Após a Dinâmica Presa Predador

AGORA É SUA VEZ!

- **OBSERVE** a teia trófica abaixo.

- **ESCREVA** ao lado de cada organismo da figura abaixo:

P – Caso o organismo seja um produtor;

C1 – Caso o organismo seja um consumidor primário;

C2 – Caso o organismo seja um consumidor secundário;

C3 – Caso o organismo seja um consumidor terciário;

C4 - Caso o organismo seja um consumidor quaternário.

Mas na natureza, as TEIAS TRÓFICAS são muito mais complexas.

Agora que você e seu grupo já sabem como funciona uma cadeia e teia alimentar, **RESPONDA** a seguinte pergunta “Como se dá o fluxo de energia na natureza?” usando o modelo de argumentação abaixo.

Responda à pergunta: **Como se dá o fluxo de energia na natureza?** Utilizando a estrutura de argumento abaixo

<div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div>		<div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div>
<p>Dado (D)</p> <p>Justificativa (J)</p> <p>Conhecimento Básico (B)</p> 	<p>Conclusão (C)</p>	

Crerios de avaliao

		N	I	S	P
1	O texto atende o padro cultu da lngua portuguesa?				
2	O texto utiliza adequadamente os termos tcnico-cientficos?				
3	O argumento responde a questo proposta?				
4	Os elementos esto articulados de forma consistente?				
5	O tipo de conhecimento bsico utilizado pertence a esfera cientfica?				

N = No (0,0)
I = Insatisfatoriamente (1,0)
S = Satisfatoriamente (1,5)
P = Plenamente Satisfatria (2,0)

Antes do Estudo do Meio

Quem se lembra o que foi discutido nas sesses 1 e 2?

Vimos que a qualidade da gua pode ser medida atravs de indicadores, como a quantidade de oxignio dissolvido e o nvel de turbidez da gua. Vimos tambm que as plantas necessitam de luz para realizar a fotossntese. E agora descobrimos que o produto da fotossntese passar para todos os organismos de uma teia trfica.

Est na hora de falarmos sobre nosso estudo do meio.

Considerando tudo o que aprendemos at agora, **ELABORE** uma hiptese sobre a condio de O_2 dissolvido e o valor de turbidez que encontraremos nas nascentes perto do clgio, considerando **OBRIGATORIAMENTE** os conceitos trabalhados nas sesses anteriores.

Sessão 4: Estudo de Meio: Nascente

Nome completo: _____ **Grupo:** _____

I) Durante o Estudo de Meio

- 1) Observe o ambiente ao seu redor. O que você vê?
- 2) Observe o ambiente ao seu redor. O que mais chamou a sua atenção?

Por quê?

Experimento 1: TURBIDEZ**Procedimento para a coleta de amostras de água**

O procedimento consiste, basicamente, em encher o frasco com a água contaminada. No entanto, devem ser tomados os cuidados abaixo discriminados:

1. Realizar a coleta das amostras de águas contaminadas utilizando luvas para procedimentos não cirúrgicos;
2. Não deverá haver contato direto entre as amostras de águas contaminadas e a pele;
3. Não deverá haver contato entre as amostras de águas contaminadas e a parte externa do frasco de coleta.

Procedimento para determinação da Turbidez

1. **ADICIONE** aproximadamente 20 mL de amostra homogeneizada no frasco de vidro de 25 mL e feche-o;
2. **AGITE** vigorosamente todos os padrões de Turbidez, bem como a amostra adicionada dentro do frasco de 25 mL;
3. **COMPARE** qual padrão se assemelha mais visualmente com a amostra, no que se refere à turvação.
4. **DESCARTE** o frasco no recipiente de descarte.

Observações.

1. Durante as comparações visuais, deve haver a máxima homogeneização possível da amostra, ou seja, pouca formação de corpo de fundo (precipitados);
2. Realizar todas as etapas da determinação da Turbidez em amostras de água contaminadas utilizando luvas para procedimentos não cirúrgicos.

Registro dos resultados

ASSINALE o valor de turbidez que a amostra do grupo mais se aproxima:

- a) 0,0 UNT
- b) 0,5 UNT
- c) 1,0 UNT
- d) 5,0 UNT
- e) 10,0 UNT
- f) 25,0 UNT
- g) 50,0 UNT
- h) 75,0 UNT
- i) 100,0 UNT
- j) Maior que 100,00 UNT

Experimento 2: OXIGÊNIO

Procedimento para a coleta de amostras de água (idêntico ao do experimento 1)

Procedimento para determinação de oxigênio dissolvido

1. **TRANSFIRA** 5 ml de amostra do frasco de coleta para um novo frasco de vidro com o auxílio da seringa;
2. **ADICIONE** 5 mL de amostra no frasco de vidro;
3. **ADICIONE** 2 gotas da solução Reagente 1 e, em seguida, tampe a proveta e agite vigorosamente;

4. **ADICIONE** 2 gotas da solução Reagente 2 e, em seguida, tampe a proveta e agite vigorosamente;
5. **ADICIONE** 2 gotas da solução Reagente 3 e, em seguida, tampe a proveta e agite vigorosamente;
6. **MANTENHA** a proveta com a amostra tampada em ambiente com ausência de luz durante 5 minutos e, em seguida
7. **COMPARE** a coloração obtida com a escala de cores apresentada no comparador visual, apresentado na Figura.
8. **DESCARTE** o frasco no recipiente de descarte

Observações

1. Cada tonalidade de cor corresponde a uma determinada concentração de oxigênio dissolvido na amostra (O_2), em ppm;
2. Não deverá haver contato direto entre os reagentes 1, 2 e 3 do kit para determinação de oxigênio dissolvido em amostras de água de aquário e a pele;
3. Realizar todas as etapas da determinação de oxigênio dissolvido em amostras de água utilizando luvas para procedimentos não cirúrgicos.

Tabela: escala de tonalidade de cores proporcionais à concentração de oxigênio dissolvido nas amostras

Registro dos resultados

Assinale o valor de O_2 dissolvido que a amostra do grupo mais se aproxima:

- a) 0 ppm

- b) 1 ppm
- c) 2 ppm
- d) 3 ppm
- e) 4 ppm
- f) 6 ppm
- g) 8 ppm
- h) 11 ppm

II) Após o Estudo de Meio

1 .Compartilhe as repostas das perguntas com o restante da classe. Vocês responderam coisas parecidas?

2 .Compare seus resultados com os dados obtidos no Estudo de Meio do Rio Pinheiros. Houve alguma diferença? Explique.

	Oxigênio Dissolvido	Turbidez
Pinheiros		
Nascente		

III) Retomando os estudos

Vamos retomar alguns conceitos vistos nas Sessões anteriores:

- Por que o oxigênio dissolvido e turbidez são bons indicadores de qualidade de água?

-Como a fotossíntese se relaciona com o oxigênio, a incidência de luz e a produção de energia?

-Como se dá o fluxo de energia pela natureza?

IV) Refletindo sobre a nascente

“Preservar” significa proteger a natureza em seu estado natural, ou seja, sem haver **“impacto humano”**.

“Conservar” significa cuidar a natureza, utilizando seus recursos de forma consciente e sustentável, minimizando o **“impacto humano”**.

1. Nós observamos uma série de **impactos humanos** na nascente. Liste os que mais chamaram a sua atenção.

2. Você acha importante **preservar** ou **conservar** a nascente? Porquê?

3. Cite e explique uma medida para **preservar** ou **conservar** a nascente.

Sessão 5- A implantação do Parque Linear na região poderia ser uma solução?

Nome completo:_____ Grupo:_____

ATENÇÃO: nesta sessão, receberemos uma convidada. Ela se dispôs a vir até a escola na data e horário combinados para ajudar a enriquecer o debate, assim, ajudando o aprendizado de todos nós: alunos, bolsista e professor. Portanto, vamos apresentar o que melhor temos do crânio para dentro e da boca para fora.

Você sabe o que é uma audiência pública?

Estamos chegando ao final dessa Sequência Didática. Já percorremos juntos 4 sessões, cada uma enfatizando conceitos principais. Você se lembra de todos? E para cada conceito principal trabalhado, aprendemos vários outros conceitos secundários, mas igualmente importantes para a compreensão dos modelos científicos aplicados a diversas situações que vimos ao longo da sequência. Ligue seu cérebro e veja se você se lembra de todos eles!

- Oxigênio dissolvido
 - o Gás oxigênio
- Turbidez
 - o Partículas suspensas
- Fotossíntese
 - o Reação química
 - o Gás carbônico
 - o Energia
 - o Glicose
 - o Amido
- Cadeia alimentar e Teia alimentar
 - o Produtor
 - o Consumidor primário
 - o Consumidor secundário
 - o Consumidor terciário
- Impacto humano
- Preservação
- Conservação

Estudamos todos esses conceitos para chegar nesse momento em que, depois de conhecer os modelos científicos de explicação dos fenômenos estudados, aplicarmos esses modelos, vamos **TOMAR DECISÕES** sobre assuntos que envolvem tanto questões sociais, quanto questões científicas.

E para fazer isso, nós do PIBID convidamos você para uma **AUDIÊNCIA PÚBLICA SIMULADA**. Não sabe o que é? Vire a página e descubra.

Objetivos da aula: tomada de decisão cientificamente fundamentada sobre o projeto de implantação do parque linear na região.

Materiais que serão utilizados nessa aula:

- Este roteiro
- Carolina branca
- Projetor multimídia

ANTES DA AUDIÊNCIA PÚBLICA

Agora que sabemos o que caracteriza uma audiência e os detalhes de como será a nossa, é hora de nos prepararmos para a ocasião. Em seu grupo, discutam entre si uma das perguntas que está na etapa 1 da página anterior (“Reunião preliminar” → “objetivos”) e elabore um argumento respondendo à pergunta. Façam um esboço no verso desta folha e depois confeccionem um cartaz com o seu argumento, utilizando o modelo abaixo.

7 “A ou B”, GRUPO “NUM. DO SEU GRUPO”
 PERGUNTA: NONONONONONONONONONONONONONONONONONONO?

Então,

Dado (D)

Justificativa (J)

Conhecimento básico(B)

Porque,

Considerando que,

Conclusão (C)

APÊNDICE A

RESPOSTAS DOS QUESTIONÁRIOS REALIZADOS COM CADA LICENCIANDO NO INÍCIO DO PIBID.

Nesta seção, primeiramente, serão apresentadas as 3 perguntas do questionários e em seguida as respostas de cada licenciando, identificadas pelas siglas R1 (resposta da pergunta 1), R2 (resposta da pergunta 2) e R3 (resposta da pergunta 3).

Perguntas do questionário

1) O que você entende por Ensino de Ciências por Investigação? Inclua em sua resposta, quais são suas concepções sobre os objetivos do Ensino por Investigação, bem como sobre como as atividades investigativas devem ser elaboradas.

2) A partir da sua resposta da questão anterior, descreva agora, quais são os papéis de professores e alunos em atividades baseadas no Ensino por Investigação.

3) Observe as figuras abaixo, com a ilustração de dois experimentos sobre metabolismo das plantas e responda:

Esta atividade experimental se refere a uma atividade pedagógica investigativa? Se você acha que sim, cite quais as características que a tornam investigativa. Se você acha que não, o que você faria para transformá-la em uma atividade investigativa.

SÉRIE
VIVOS

5

METABOLISMO DAS PLANTAS

1. Condução
2. Fotossíntese

NOME _____
 ESCOLA _____
 EQUIPE _____ SÉRIE _____
 PERÍODO _____ DATA _____

INTRODUÇÃO

No interior de um organismo vivo ocorrem processos bioquímicos de extraordinária complexidade. Esses processos constituem, em conjunto, o metabolismo. O metabolismo inclui desde reações simples até bastante complexas como, por exemplo, a fabricação de alimento através da luz (fotossíntese). É o metabolismo que permite ao organismo crescer e se reproduzir, possibilitando assim a perpetuação das espécies.

MATERIAL

- pote plástico
- anilina
- flor branca (rosa, palma, cravo e crisântemo)
- água
- estilete
- espátula
- pano
- 1 béquer de 150 mL
- *Elodea* sp
- 1 funil
- 1 tubo de ensaio
- solução de bicarbonato de sódio
- 1 suporte com lâmpada

PROCEDIMENTO

Experiência 1: Condução de água e nutrientes em plantas:

- Cada grupo deverá encher o pote com água (mais ou menos 3/4 do pote).
- A seguir deverá colocar uma espátula de anilina na água e mexer bem para que se dissolva.
- O grupo deverá fazer um corte transversal no talo da planta de acordo com o esquema ao lado e rapidamente colocá-la na água.
- Observar depois de 30 minutos.

PERGUNTAS

1. O que aconteceu com a flor branca ?
2. O que podemos provar com este experimento ?

Experiência 2: Fotossíntese

- Cada grupo deverá colocar a *Elodea* sp no béquer de 150 mL e cobri-la com 1 funil emborcado (de cabeça para baixo).
- Preencher o béquer, bem como o funil com a solução de bicarbonato de sódio. Tomar cuidado para que a solução cubra também a haste do funil e não forme bolhas.
- Preencher o tubo de ensaio com a solução de bicarbonato de sódio e acoplá-lo a haste do funil, tomando cuidado para não entrar bolhas de ar no tubo.
- Posicionar o experimento o mais próximo possível da fonte de luz ou colocá-lo no sol (de acordo com o esquema ao lado).
- Verificar o que ocorre.

Observação: O bicarbonato de sódio é utilizado no experimento como fonte de CO₂.

PERGUNTAS

1. O que aconteceu com a planta ?
2. A fotossíntese só ocorre durante o dia ?
3. Qual o produto da fotossíntese ?

Respostas de cada licenciando das perguntas dos questionários

Respostas do licenciando Nathan

R1: Ensino de Ciências por investigação é uma metodologia de ensino que utiliza, de maneira adaptada, a linguagem acadêmico-científica no processo de

aprendizagem. Para isso, é esperado que a realização de atividades tenha aspectos da metodologia científica, a formulação de hipóteses, coleta de evidências, interpretação de dados. Um exemplo ensino por investigação é o ciclo de indagações, no qual o aluno passa por três etapas. A primeira é a observação, na qual se espera encontrar uma inquietação que vai proporcionar a formulação de uma pergunta. A partir da pergunta surge a segunda etapa que é a ação, na qual o aluno vai coletar seus dados e, posteriormente, analisa-los de forma que esta será a terceira etapa, a reflexão, que promoverá a formulação de novas inquietudes e assim o ciclo se refaz.

R2: O professor passa a desempenhar o papel de orientador, no qual sua figura é essencial para o desenvolvimento das atividades, porém o aluno é a personagem central no processo de aprendizagem.

R3: Não, ambas as atividades são experimentações que, geralmente, são confirmações do que foi exposto em sala de aula ou servem de ponto inicial para o professor abordar o assunto. As atividades citadas deveriam ter surgido a partir de um questionamento para que se pudesse formular um experimento e não o contrário.

Respostas do licenciando JONATHAN

R1: O Ensino de Ciências por Investigação é uma metodologia que visa a construção do conhecimento pelo próprio aluno, sendo este o protagonista do próprio aprendizado (e sendo o professor um mediador entre o aluno e o conhecimento). O objetivo maior do Ensino por Investigação, se tratando de Ciências, é a alfabetização científica. As atividades investigativas devem ser elaboradas de modo a dar subsídio para que o aluno por si só tire conclusões acerca do objeto de estudo e aprenda sobre ele ativamente, diferente de quando o conhecimento é fornecido pelo professor “de bandeja.

R2: O papel do professor em atividades investigativas é apenas o de mediador entre o aluno e o objeto de estudo, e deve conduzir a atividade em vista que o aluno construa seu próprio conhecimento, ao invés de fornecer o conhecimento de modo enciclopédico. Existem diferentes níveis de mediação do professor, mas ao final, é sempre o aluno que deve chegar a uma conclusão sobre o

que está sendo estudado. O aluno, então, tem o papel principal nesse processo de construção do conhecimento.

R3: Sim, é uma atividade pedagógica investigativa, pois, apesar de fornecer as perguntas e já descrever o experimento a ser usado para respondê-las, é o aluno quem colhe os dados e chega a uma conclusão com base nos dados que colheu. Logo, por colocar o aluno no protagonismo da construção do seu conhecimento, trata-se de uma atividade investigativa.

Respostas do licenciando Heitor

R1: Uma forma diferente de ensino na qual estimulam os alunos a buscarem conhecimento além da forma tradicional da aula expositiva. Acredito que um dos objetivos é buscar aproximar o aluno da linguagem científica e de como é produzido o conhecimento, portanto as atividades devem seguir o Método Científico.

R2: O professor coordena e disponibiliza ferramentas para o aluno poder pesquisar e estudar a fim de concluir a proposta da atividade.

R3: Sim, pois há a orientação do professor explicando como ocorre o experimento que os alunos deverão seguir a fim de poderem observar os resultados e tirarem suas próprias conclusões.

Respostas da licenciando Elena

R1: O Ensino de Ciências por Investigação segue o modelo do Método Científica, tendo como principal objetivo ensinar o aluno o “fazer ciência”, instigando um olhar mais crítico daquilo que o cerca. Ou seja, ele estimula primeiro à observação, seguido do “fazer perguntas” (que são as hipóteses), bem como o desenvolvimento de uma metodologia para se testar essa hipótese, a análise dos resultados e a uma reflexão. O professor deve acompanhar todas essas etapas junto aos alunos, mas dando o máximo de autonomia possível, tentando pouquíssimo intervir.

R2: Como dito anteriormente o professor deve acompanhar todas as etapas junto aos alunos, porém deve tentar intervir o mínimo possível em todas elas. O Ensino de Ciências por Investigação, bem como o Método Científico, é um processo de construção de raciocínio lógico. Desse modo, quanto maior a autonomia do

aluno, mais fácil de ele chegar a suas próprias deduções e, assim, formalizar melhor o método científico. O professor tem como papel estimular o aluno a um olhar crítico e também guiá-lo para que ele siga cada etapa do processo de Método Científico.

R3: Essa atividade não se refere a uma atividade pedagógica investigativa. Para transformar o primeiro experimento em uma atividade investigativa poderíamos apenas fazer o experimento e, somente depois, levantar com os alunos o porquê daquele resultado. Eles teriam hipóteses que poderiam ser trabalhar até com outros experimentos. Á pra segunda atividade, tendo passado o experimento de fotossíntese, poderia se ter montado um experimento com os próprios alunos. A descrição do experimento está pouquíssimo didático e, além disso, as perguntas formuladas são extremamente diretas e pouco estimulam o raciocínio do aluno sobre o processo (elas apenas “conferem” o que foi mostrado no experimento).

Respostas do licenciando Rogério

R1: Ensino de Ciências por Investigação consiste em um modo de ensinar ciências que aproxime o ensino formal das escolas do modo de produção científica, visando familiarizar o aluno com a produção do conhecimento científico. Acredito que tal método tenha sua importância no desenvolvimento de um olhar mais crítico por parte do aluno, e auxiliaria na aquisição de um olhar mais crítico e em uma melhor capacidade de articular as ideias e argumentar. Obter dados e tomar consciência desse processo, assim como formular hipóteses e testá-las, de forma cabível ao período em que se encontram os alunos seriam etapas da elaboração de atividades investigativas.

R2: Cabe ao professor pensar a atividade, desenvolve-la de modo com que os alunos tenham a capacidade de resolvê-la, e seguir seu protocolo. Cabe ao professor também fazer mediações quando necessário, para que os passos dos alunos sejam coerentes com o método científico, para que seja estimulado o pensar científico, e seguidas as etapas que compõe o processo. Os alunos devem ter consciência do que está sendo realizado em cada etapa da atividade, dando o devido valor para tais etapas (como a obtenção de dados, a elaboração de hipóteses, refutar ou corroborar ela, argumentar e discutir sobre cada passo).

R3: Eu acho que a atividade não tem cunho investigativo, pois apesar de requerer certo raciocínio do aluno, se trata de observação e descrição. Para torná-la investigativa, eu abriria margem para o aluno poder perceber como ele pode influenciar o experimento intervindo nas variáveis, par ele fazer mais parte do processo de construção do conhecimento que está sendo visado. Por exemplo, na primeira experiência poderiam ser preparadas 3 situações, uma onde a flor cortada não seria colocada na água, outra seria colocada apenas em água, e a outra na água colorida, para o aluno participar da observação das evidências também, e permitir que ele mesmo proponha algo e participe do processo.

Respostas do licenciando Leonardo

R1: Ensino por investigação é ao meu ver uma estratégia de ensino que tem como objetivo além do aprendizado do conteúdo a ser estudado o desenvolvimento de técnicas científicas utilizadas para construção do conhecimento, dessa maneira o aluno desenvolve as habilidades como criatividade, argumentação e solução de problemas.

R2: O professor serve como mediador desse processo, o aluno é responsável por solucionar problemas propostos pelo professor, sendo ele o responsável pelo caminho a ser trilhado para atingir o objetivo final e assimilar o conteúdo em questão. O professor serve como guia, o mediador, ele tem como função auxiliar o aluno durante esse percurso de maneira que o objetivo final seja atingido através das habilidades a serem desenvolvidas

R3: Acredito que essas atividades não atendem aos requisitos de uma atividade investigativa. Apesar de a atividade 1 talvez se enquadrar em uma atividade investigativa de nível mais baixo, a atividade 2 não me parece atender a nenhum requisito. Eu retiraria da introdução a apresentação da fotossíntese e no título “Metabolismo de plantas” não colocaria em baixo os itens “condução” e “fotossíntese” de modo que os alunos deveriam chegar a essa conclusão no termino das experiências. Para isso, na atividade 2 as questões deveriam ser alteradas de maneira que eles chegassem a conclusão de qual fenômeno estava acontecendo.

Respostas da licencianda Samantha

R1: Para mim, Ensino de Ciências por Investigação é uma metodologia, aplicada no contexto da alfabetização científica, que privilegia o papel ativo do aluno. Dentre seus objetivos, estão o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao fazer científico, como a observação, o questionamento e a argumentação. As atividades investigativas devem ser elaboradas de forma a estimular o pensamento crítico do aluno, favorecer a argumentação, e proporcionar um papel ativo para o aluno.

R2: Os alunos têm papel ativo na construção de seus conhecimentos, e o professor, deve guiar e orientar os alunos nas atividades.

R3: No primeiro experimento, o aluno não é estimulado a pensar e criar hipóteses. Isso fica claro, principalmente na questão 2: “O que podemos provar...”. A palavra provar já deixa claro o objetivo meramente demonstrativo do experimento. Eu alteraria o experimento da seguinte maneira: na primeira questão, antes de realizar o experimento, perguntaria aos alunos o que eles acham que irá ocorrer, justificando sua resposta. Numa segunda questão, perguntaria se o resultado do experimento correspondeu à resposta anterior, justificando. Numa terceira questão, pediria para os alunos proporem um experimento para provar que o fenômeno observado não é um fato isolado, e que pode ocorrer com variáveis alteradas. No segundo experimento, o aluno descreve o fenômeno na primeira questão, porém, não reflete sobre o fenômeno nas questões seguintes. Eu alteraria a atividade da seguinte maneira. Na primeira questão, antes de realizar o experimento, perguntaria aos alunos o que eles acham que irá ocorrer, justificando sua resposta. Numa segunda questão, perguntaria se o resultado do experimento correspondeu à resposta anterior. Numa terceira questão, perguntaria ao aluno para relacionar os produtos do experimento com os produtos e etapas da fotossíntese.

APÊNDICE B

ROTEIROS DAS ENTREVISTAS

Entrevista- Samantha

1) No seu questionário sobre concepções de, você aborda que esta metodologia de ensino promove papel ativo do aluno. Onde esta questão se encontra em sua sequência didática? Por quê?

2) Ainda neste questionário, você afirma que o Ensino por Investigação promove o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao fazer científico, como a observação, o questionamento e a argumentação. Onde estas questões se encontram em sua sequência didática? Por quê?

3) Vamos reler, as modificações que você propôs para alterar a atividade didática apresentada na questão 3. Você manteria essas modificações? Por quê?

4) Como a sua participação no PIBID, contribuiu para elaboração da sua SEI ? Em outras palavras, o que durante o PIBID, mais colaborou para a elaboração da SEI?

Entrevista- Leonardo

1) No seu questionário sobre concepções de Ensino por Investigação, você aborda na primeira questão sobre a promoção da criatividade, da argumentação e da resolução . Onde estas questões se encontram em sua sequência didática?

2) Vamos reler, as modificações que você propôs para alterar a atividade didática apresentada na questão 3. Você manteria essas modificações? Por quê?

3) Como a sua participação no PIBID, contribui para elaboração da sua SEI ? Em outras palavras, o que durante o PIBID, mais colaborou para a elaboração da SEI ?

TRECHOS RELEVANTES DAS ENTREVISTAS REALIZADAS COM CADA LICENCIANDO NO FINAL DO PIBID.

Quadro 8. Trechos das respostas do licenciando Nathan

Turno	Pessoa	Falas
127	Autora	Beleza. Então elaboração de hipóteses nessas duas questões, coleta de evidências que seria o jogo e interpretação que seria no gráfico.
128	Nathan	Isso
133	Autora	Aqui no questionário você disse que um exemplo ensino por investigação é o ciclo de indagações, no qual o aluno passa por três etapas. A primeira é a observação, eu vou resumir tá? A segunda etapa que é a ação, e depois a reflexão. Ao longo dessas perguntas você acha que você contemplou isso?
134	Nathan	Aham.
139	Autora	Aí depois na outra pergunta, "Qual seria o papel do professor?" Você disse sobre o papel de orientador. Em qual momento, não necessariamente nas perguntas. Mas em qual momento nas perguntas, vocês tinham que orientar mais o aluno a investigar? Eles chegassem aonde vocês queriam?
140	Nathan	Acho que nos gráficos
141	Autora	Nos gráficos, né? Na hora da reflexão?
142	Nathan	Isso, Observação seria livre. A formulação de hipóteses acho que tem que ser livre, né
143	Autora	Que aí seria mais parte do...
144	Nathan	Do aluno, a partir das observações dele. E aí a coleta de resultados, é algo dinâmico que acontece, pelo menos nessa sessão, usando ela como exemplo. E aí na hora da análise dos resultados acho que deveria ter uma orientação maior ..
145	Autora	Aqui o que vocês queriam garantir, com essa questão?
146	Nathan	Com a primeira? Resgatar as sessões anteriores

Fonte: Autora, 2017.

Quadro 9. Trechos das respostas do licenciando Jonathan

Turno	Pessoa	Falas
83	Autora	Ainda em relação a este questionário, você alega que as questões apresentadas se referiam a atividades investigativas devido à permissão do protagonismo do aluno. Onde tá isso na sua atividade?
84	Jonathan	Eu acho que o ponto ápice de protagonismo é essa questão 5 mesmo, que elabora um meio de testa sua hipótese elabora um experimento em si. Eu acho que isso é legal, porque normalmente “Ah a gente vai fazer um experimento” , pelo menos é a lembrança que eu tenho de escola, quando fazia o experimento tipo “ Ah tem isso ó para ver a fotossíntese” . “Com isso você tipo... Dá um arcabouço para eles concluírem alguma coisa. Para eles elaborarem uma hipótese mesmo que indiretamente, já que tava exatamente sistematizado...Por exemplo aqui dê o seu palpite sabe. Isso pode ser visto como “ qual é a sua hipótese.
85	Autora	Certo, e você vê isso como dá voz ao aluno?
86	Jonathan	É....E eles tiveram que deles pensarem nas coisas, ao invés de ser dado. Em vez de conteúdo ser dado, eles irem construindo. Pelo menos foi isso que a gente buscou bastante.
87	Autora	Essa construção você acha que só está nessas duas questões na 4 e na 5?
88	Jonathan	É que assim, você pediu para pontuar, né. Mas no geral essas questões seguem nesse caminho de construção e de fazer o processo, a gente colocou bem na mão deles as coisas

Fonte : Autora, 2017.

Quadro 10. Trechos das respostas do licenciando Heitor

Turno	Pessoa	Falas
65	Autora	Tá, e o que seria essa linguagem científica que você respondeu? “Aproximar o aluno da linguagem científica e de como é produzido o conhecimento, portanto as atividades devem seguir o Método Científico.
66	Heitor	É que com o tipo... O que mais a gente fez mesmo com os alunos do 7º Ano foi introduzir um vocabulário mesmo. “ Observe, Adicione, Agite” A gente introduziu para eles o que era nt. É tipo ppm, oxigênio era O2
67	Autora	67: A: Certo, outros termos você consegue pensar?
68	Heitor	Fotossíntese, Preservação, Conservação, Impacto Humano, Consumidor Primário, Secundário.
69	Autora	Vocês chegaram a usar o termo hipótese com eles?
70	Heitor	Sim, a nossa avaliação foi aquele diagrama de Toulmin. Dado, Conhecimento Básico e Conclusão.

Fonte: Autora, 2017.

Quadro 11. Trechos das respostas da licencianda Elena

Turno	Pessoa	Falas
83	Autora	E raciocínio lógico?
84	Elena	Eu acho que sim, nessa parte de leitura de gráfico e entender como tava... o que aconteceu e por que antes eles achavam uma coisa se contemplou ou não. Acho que isso exige um raciocínio lógico.
85	Autora	Aham, certo. Aí na pergunta 5 eu coloquei “ Em qual das perguntas da sua sequência você considera que o professor pode estimular o aluno a um olhar crítico e também guiá-lo para que ele siga cada etapa do processo de Método Científico (sendo estas ações do professor elencadas por você no questionário)?

86	Elena	É esse olhar crítico, a gente queria né nessa dinâmica, a gente queria mostra uma situação que era (questão 2), a gente sempre colocava...aconteceu um distúrbio, por exemplo aqui, as pessoas mataram todas as cobras. Aqui o rio tava poluído e as plantas não tinham condição de nascer mais. Então um olhar crítico a gente que queria estimular deixa ó... Tá acontecendo isso o homem tá agindo nisso. Então a gente ao meu ver, tratou disso, mas não era nosso enfoque, era da próxima sessão. Então a gente cutucava para eles começarem a refletir sobre isso numa dinâmica que era por exemplo sobre presa e predador. Que na verdade foi mais...
87	Autora	A questão do raciocínio lógico?
88	Elena	É e a gente cutucava para começar a refletir
89	Autora	Tá então essa parte do raciocínio lógico e do estímulo o pensamento crítico, foi mais mediação, né? E as etapas do processo científico?
90	Elena	O quanto a agente entrevistou?
91	Autora	Aham ou quais questões vocês perceberam que vocês tinham que estimular mais?
92	Elena	É que na verdade a gente não chegou a fazer essa parte. Os meninos estavam impossíveis no dia e o Marcel achou melhor interromper a sessão e já pularam pra próxima. Então a gente fez só comecinho da sessão e depois já não deu para fazer mais nada.
93	Autora	Mas deu para fazer o jogo?
94	Elena	Então a gente fez o jogo, mas eles não fizeram a leitura dos dados, então os meninos só...a parte dos gráficos não fizeram e depois disso também não. Então eu não sei o quanto teria sido... A gente imagina, pelos alunos né, que teria que intervir bastante, por causa disso, que eles nunca tinham tido contato com isso, a gente até achou que tava muito complexo para eles .A gente queria que eles entendessem bem, mas que gente ia intervi bastante. Que eu falei que tem intervir o mínimo possível. Nesse caso não eu acho que a gente teve que ter intervido bastante. Devido aos alunos mesmo.

Fonte: Autora, 2017.

Quadro 12. Trechos das respostas do licenciando Rogério

Turno	Pessoa	Falas
56	Autora	Tá e outras coisas que você comentou no questionário? Como experimentação, elaboração de hipóteses?
57	Rogério	Não sei... a gente sempre tentou isso. A gente pediu para eles observarem primeiro Aí depois a gente ajudava eles a fazer o experimento e explica o que a gente tava fazendo. Eles não sabiam o que era no começo depois eles sabiam explicar mais ou menos o que era; A taxa de oxigênio também, a gente fez o teste lá na hora com os marcadores, eles anotaram os dados todos. Depois a gente discutiu e eles comparavam. Inclusive a gente incitava eles a criarem hipóteses. Eles tinham ideias diferentes também... “ah eu acho que os resultados foram diferentes por que a água tava mais suja...” Então a gente juntava os grupos e eles se reuniam para elaborar as hipóteses.
58	Autora	Você lembrar mais ou menos em que momento aconteceu isso?
59	Rogério	Eu lembro de alguns momentos que a gente deixava eles juntos nos grupos, daí eles discutiam com um monte de informação dos experimentos e elaboravam as hipóteses e apareciam as hipóteses.
60	Autora	Mas eles sabem o que é uma hipótese, uma evidência? Mas isso é dito aos alunos? “Oh essa explicação os cientistas eles chamam de hipótese;”
61	Rogério	Sim, na sessão 1 a gente fez isso

Fonte: Autora, 2017.

Quadro 13. Trechos das respostas do licenciando Leonardo

Turno	Pessoa	Falas
101	Autora	E essa aqui ó “ELABORE um experimento em que seja possível testar se as transformações observadas no frasco B dependem da exposição à luz (lembre-se de que o experimento foi feito sempre sob incidência de luz). DESCREVA o experimento que você pensou.”.
102	Leonardo	Ah... Realmente essa foi bem treta na aula assim...Foi muito produtiva, e eu acredito que essa questão 5 tenha sido o ponto mais forte do questionário. Não só deparar e olhar, mas lá na hora. Mas na hora da aula, eu não lembro de ter aplicado nas duas turmas... Mas eu lembro muito bem no 7ºB foi bem produtivo, os moleques bem capetas assim sabe estavam todos empolgados que eles tinham que elabora uma experiência assim, sabe e realmente...Nesse ponto a criatividade deles

		foi bem aproveitada e bem produtiva.
103	Autora	E alguma dessas perguntas promove argumentação?
104	Leonardo	Argumentação acho que ela teria que ter caber no nosso modelo de argumentação mesmo né.... Teria que ser nesse sentido...
105	C	Mas você acha que pelos resultados que você teve...
106	Leonardo	Eu achei fraco... O desempenho deles
107	Autora	Mas o objetivo dele era esse?
108	Leonardo	Era esse e mescla um pouco com a criatividade ...por que ele tinha que pensa como as coisas se relacionar né... Ele tinha que ter um pouco isso sim.

Fonte: Autora, 2017.

Quadro 14. Trechos das respostas da licencianda Samantha.

Turno	Pessoa	Falas
65	Autora	Ah legal, então durante a investigação, seguido este protocolo, você vai mediando e levando em conta o que eles pensam, o que eles sabem?
66	Samantha	Sim. Até que, por exemplo, nessa sessão não tinha aquele esquema de argumento do Toulmin. Até na reunião o supervisor ⁵ falou “Ah não teve argumento nessa sessão.” E eu “Pera aí, teve argumento. Eles argumentaram, a gente conversou com eles , eles debateram, falaram suas opiniões. A gente não só formalizou isso”. Eu acho importante formalizar também... Mas...
67	Autora	Mas não deve seguir necessariamente o.....
68	Samantha	Aquele tipo de sistematização eu percebi que não funcionou. Não foi uma estratégia que funcionou com essa turma. Então eu até falei pro supervisor ⁵ “foi uma pena que a gente não gravou por que eles falaram coisas bem legais assim”. Com essa turma em geral, eles tem muita dificuldade, não só na realidade deles, mas de todas as escolas nessa idade e de escrever de sistematizar as coisas. Então eles têm muitas ideias, mas na hora de colocar não. Esse pedacinho vai para essa caixinha, esse outro vai para outra. É muito complicado, é muito desgastante para eles então eles desanimam assim, bastante...

⁵ O termo supervisor foi substituído pelo real nome do professor supervisor do grupo escola, para garantir a privacidade do sujeito em questão.

69	Autora	Certo. As questões aqui só, né, pra gente fechar essa parte. A questão da observação, né. Quais são as atividades que promovem o papel ativo do aluno como você escreveu: A questão da observação e a questão da coleta de dados só mediadas que por você, né. Para esclarecer dúvida por que talvez eles nunca tivessem visto um relatório assim... Um protocolo na verdade?
70	Samantha	Ah mas nessa parte de medir turbidez e oxigênio, eles estavam craques.
71	Autora	Essa questão do compartilhamento de ideias e aqui só foi sistematização né, essa na parte 3, né? Retomando os estudos?
72	Samantha	A gente tirou duvidas também tentou fazer um link com todas as sessões para não ficar jogado.
73	Autora	Aí aqui na 4, você ainda afirma que o Ensino por Investigação promove o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao fazer científico, como a observação, o questionamento e a argumentação, né?. Onde estas questões se encontram em sua sequência didática? Então observação eu acho que a gente já respondeu né.? Que é aqui questionamento? Qual o sentido desse questionamento?
74	Samantha	Então é seria um olhar crítico né, não só observar...
75	Autora	Olhar Crítico? Isso!
76	Samantha	É que a gente tentaria media esse olhar deles.
77	Autora	Tá. E nessa atividade aí, só nessa, tá? Não tô falando assim, ao longo da sequência inteira, você consegue achar alguma pergunta ou algum momento. Por que às vezes você “Ah, olha não teve nenhuma pergunta, mas nesse e este momento eu percebi que os alunos fizeram perguntas interessantes?
78	Samantha	Então essa parte de estudo do meio eu não acompanhei. Então eu peguei um pouco dessa parte final aqui, que.... Deixa eu pensar... Eles tiveram um pouco de dificuldade pra sistematiza os dados.... É na verdade eles tiveram muita dificuldade para preencher essa parte mas eu tentava usa sempre os exemplos da nascente assim, de onde eles estavam para sistematizar os dados
79	Autora	Tem uma parte aqui ó..quê ver

80	Samantha	Essa parte final, que tem o lado social que a gente tentava... É parte mais crítica talvez esteja aqui. Nós observamos uma série de impactos na nascente e ele vai lista o que mais chamaram a atenção. Daí ele vai fala da parte, se ele acha mais importante preserva ou conserva a nascente. Se eles entenderam os conceitos, né? .Aqui a gente discutiu os conceitos e a gente mediou bastante. A gente discutiu os conceitos, explicou...
81	Autora	Aqui apareceu mais a parte do olhar crítico?
82	Samantha	É sim. Então..A maioria deles.. Ah a gente sempre... Por exemplo, " Observe o ambiente ao seu redor, o que mais lhe chamou a atenção, Por que? ."Sempre, para ele explicar o porquê, terem fundamento a observação dele.

Fonte: Autora, 2017.