

A alfabetização científica e o ensino por investigação como pressupostos teórico-metodológicos para a elaboração de uma sequência didática investigativa sobre biodiversidade

Scientific literacy and inquiry teaching as theoretical and methodological presuppositions for the construction of an investigative didactic sequence about biodiversity

Rafael Gil de Castro ¹, Marcelo Tadeu Motokane ²

Universidade de São Paulo ^{1,2}
rafacastro07@hotmail.com ¹

Resumo

O presente trabalho baseia-se na proposição teórica de uma sequência didática investigativa (SDI) sobre o conceito de biodiversidade. A SDI tem como referenciais teórico-metodológicos a alfabetização científica e o ensino por investigação. Isso é fundamental para uma proposta de ensino que almeja a formação cidadã dos estudantes para a atuação na sociedade. Nesse sentido, para democratizar o acesso aos conhecimentos científicos faz-se necessário que os estudantes conheçam a linguagem e a epistemologia da ciência. Partindo desta premissa, a sequência didática proposta tem como enfoque a discussão de um problema socioambiental a partir de atividades que desenvolvam habilidades do fazer científico nos estudantes, tais como o teste de hipóteses, a argumentação, trabalho com dados, dentre outros. Assim, a alfabetização científica e o ensino por investigação proporcionam um ambiente pedagógico que possibilita ao estudante ampliar a sua visão de mundo e torná-lo capaz de modificar a sua própria realidade.

Palavras chave: sequência didática investigativa, biodiversidade, alfabetização científica, ensino por investigação.

Abstract

This work is based on a theoretical proposition of an investigative didactic sequence (IDS) about biodiversity. Scientific literacy and inquiry teaching were the theoretical and methodological presuppositions of this IDS. It is essential for a scientific education that aims to develop better citizens for a sustainable society. In this way, to democratize the access to the scientific knowledge it is necessary that students understand the language and epistemology of science. The didactic sequence has focus on the discussion of a socio-scientific issue through activities that develop abilities of doing science in students, such as hypothesis testing, argumentation, manipulating data, and others. Thus, scientific literacy and inquiry teaching provide a pedagogical environment that enables the students to broaden their world vision and make them capable of changing their own reality.

Key words: investigative didactic sequence, biodiversity, scientific literacy, inquiry teaching.

Introdução

A alfabetização científica e o ensino por investigação

A relevância da alfabetização científica (AC) para a proposição de sequências didáticas investigativas para o ensino de biologia se dá pelo fato de que ela tem como principal objetivo a democratização dos conhecimentos científicos (AULER; DELIZOICOV, 2001). Isso é fundamental para uma proposta de ensino que almeja a formação cidadã dos estudantes para a atuação na sociedade. Nesse sentido, para que seja democratizado o acesso aos conhecimentos científicos para a formação destes estudantes faz-se necessário que os mesmos tenham acesso à linguagem e à epistemologia da ciência, uma vez que a ciência tem uma linguagem própria (CHASSOT, 2000). Assim, entende-se que para um indivíduo ser alfabetizado cientificamente ele precisa entrar em contato com esta nova linguagem para que, durante todo este processo, possa desenvolver habilidades para ampliar sua leitura de mundo. Sob este ponto de vista, a sequência didática investigativa (SDI) proposta neste trabalho se esforça em criar estratégias didáticas para que os estudantes tenham acesso aos signos compartilhados pela comunidade científica e assim possam construir sentidos e significados que os auxiliem em sua compreensão de mundo.

O enfoque das atividades desta SDI circunda principalmente o primeiro e terceiro eixos estruturantes da alfabetização científica. Conforme descritos por Sasseron e Carvalho (2011), o primeiro eixo estruturante se relaciona à compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais, o que possibilita trabalhar os conceitos científicos com os estudantes no sentido de aumentar o arcabouço teórico dos mesmos, de modo que estes possam realizar suas leituras de mundo à luz do conhecimento científico. Já o terceiro eixo estruturante da AC corresponde ao entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Este eixo estruturante demarca a principal característica desta SDI, que é o fato de trazer um problema sociocientífico a ser investigado, conforme será descrito a seguir neste trabalho.

Uma das principais características deste terceiro eixo é o fato do mesmo evidenciar a inter-relação entre estas esferas sociais e proporcionar ao estudante a compreensão que um problema ambiental, por exemplo, pode interferir diretamente na dinâmica das outras instâncias, como a sociedade e a ciência. Esta reflexão é necessária para o conceito de biodiversidade em sua amplitude biológica, social e política. Por fim, vale destacar que este eixo ilustra a necessidade de se compreender a aplicação dos saberes científicos, bem como a consideração de suas ações que podem ser desencadeadas pela utilização dos mesmos. Tendo em vista o fato de que a presente SDI tem como objetivo ampliar a concepção dos estudantes acerca da biodiversidade, é coerente que o terceiro eixo estruturante da AC seja o norteador das atividades.

Outro importante referencial que se utilizou para fundamentar o planejamento das atividades desta SDI foi o ensino de ciências por investigação. Nesse sentido, a abordagem investigativa, segundo Munford e Caixeta (2007), sugere uma prática alternativa nas aulas de ciências que contrapõem o modelo tradicional. Este modelo tradicional é duramente criticado por Dewey (apud RODRIGUES; BORGES, 2008), uma vez que se baseia apenas no acúmulo de informações prontas e conceitos imutáveis, em atividades pautadas na mera manipulação de símbolos para resolver problemas muito restritos, e que acaba por produzir significados fixos.

Para Dewey, esta abordagem não contribui para que os indivíduos compreendam o pensamento científico. Segundo Driver et al (1999), a aprendizagem das ciências na perspectiva investigativa implica em ingressar os estudantes nas formas científicas de se conhecer o mundo, ou seja, nas práticas da comunidade científica. Além disso, envolve a compreensão de que o este tipo de conhecimento é socialmente construído, validado e comunicado por meio das instituições culturais da ciência. Nesse sentido, o professor de ciências tem o papel de mediar a interação dos aprendizes com o conhecimento científico, no intuito de auxiliá-los a atribuir sentido pessoal ao modo como este conhecimento é produzido e validado na comunidade acadêmica. Tais práticas vão muito além da mera reprodução de conceitos ou teorias explicitadas pelo professor.

Bybee, no primeiro capítulo do livro *Scientific Inquiry and Nature of Science*, editado por Flick e Lederman (2006), aprofunda na análise a respeito do ensino por investigação, no sentido de que esta abordagem deve proporcionar aos estudantes uma visão mais ampla da investigação científica e da natureza da ciência. Defende isso com base no fato de que os cientistas compartilham algumas suposições fundamentais, como a coleta de dados, o uso do raciocínio lógico, a necessidade de realizar explicações com base em boas evidências e, entretanto, os cientistas variam em suas habilidades, imaginação, intuição, o que reflete no fato de que com os mesmos resultados experimentais, dois grupos de pesquisa podem formular diferentes explicações. Para delimitar melhor os aspectos que envolvem o ensino por investigação, o *Inquiry and the National Science Education Standards* (NSES, 2000) descreveu alguns elementos essenciais característicos de uma aula de ciência com caráter investigativo: engajamento dos estudantes em questões de orientação científica, estimular os estudantes a priorizarem as evidências para responder às questões, estimular com que façam uso das evidências para desenvolver explicações de tal forma que a aprendizagem envolva os estudantes a relacionarem suas explicações com o conhecimento científico e, por fim, precisam comunicar e justificar suas explicações.

Portanto, conforme os estudantes vivenciam estes aspectos essenciais do ensino por investigação já citados, eles passam a conhecer mais aprofundadamente as práticas dos cientistas e o modo como o conhecimento científico é construído e estruturado. Assim, a aprendizagem dos conceitos e teorias científicas se torna mais significativa, já que esses conceitos e teorias passam a estar situados dentro de seu contexto de produção (MUNFORD & CAIXETA, 2007). Assim, o objetivo deste trabalho é apresentar uma proposição de sequência didática investigativa fundamentada sob a perspectiva da alfabetização científica e do ensino por investigação. A presente sequência didática tem como enfoque a abordagem do conceito de biodiversidade a partir de uma perspectiva sociocientífica.

A sequência didática investigativa

Concepções prévias

Antes de iniciar a SDI propriamente dita é necessário que o professor conheça quais são os perfis conceituais que seus alunos apresentam a respeito da biodiversidade. Para isso, preparou-se um roteiro de perguntas para averiguar as concepções prévias dos estudantes. Neste roteiro selecionaram-se imagens para que os estudantes analisassem. Na primeira imagem é apresentada uma árvore com várias aves da mesma espécie em sua copa. A pergunta para o estudante é se existem diferenças entre as aves. Na segunda imagem há uma foto de uma microscopia de luz em que se evidencia uma colônia de bactérias. A mesma pergunta da figura anterior é feita para esta imagem. Na terceira pergunta os estudantes precisam observar fotos de 4 diferentes domínios morfoclimáticos do Brasil (Floresta Amazônica, Cerrado, Caatinga e Pantanal). Pergunta-se qual destes quatro domínios é o mais

biodiverso. Por fim, a última pergunta é feita com base em duas fotos sobre diferentes locais em que há ocupação humana: uma foto da favela da Rocinha (RJ) e outra do bairro Vila Nova Conceição (SP). Aqui se pergunta aos estudantes se eles compreendem a diversidade existente entre estas duas localidades da mesma forma que a diversidade entre as figuras da questão anterior. Este mapeamento das concepções da sala é importante, tendo em vista que as concepções prévias são construções pessoais que possuem alto grau de coerência para quem as possui e que por isso são muito estáveis, embora do ponto de vista científico apresentem fragilidades (COLL et al, 2000). Para Driver (1988) é importante que se conheçam as ideias prévias dos estudantes, já que a aprendizagem de conceitos complexos se dá com a reorganização dos esquemas conceituais com base nas próprias concepções prévias. E, por isso, averiguar as concepções prévias dos estudantes deve ser o ponto de partida para o planejamento de qualquer atividade pedagógica.

Problematização

Esta etapa é o início da SDI e se dá pela discussão da polêmica levantada em torno do EIA-RIMA (Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental) da usina hidrelétrica de Belo Monte. Um grupo multidisciplinar de especialistas de diversas instituições de ensino e pesquisa do Brasil fez um relatório denominado de Painel de Especialistas, em que criticaram severamente vários procedimentos e resultados que foram obtidos no EIA-RIMA. Uma das críticas apontadas recaía sobre as questões envolvendo a biodiversidade dos peixes da região. Enquanto o EIA-RIMA apontava que naquela região existia determinada quantidade de peixes, o Painel dos Especialistas informava que esta quantidade estava muito subestimada. A partir da apresentação desta polêmica socioambiental e política, os estudantes precisam discutir quais são as implicações em se aceitar a veracidade de um documento em detrimento daquela encontrada no outro.

Como se observa, a problematização vai muito além daquela normalmente encontrada nos livros didáticos, em que se resume a aplicação de exercícios de maneira mecânica. Quando se trata de uma atividade produzida sob a perspectiva do ensino por investigação, os problemas supõem situações em que é necessário pensar cientificamente (GIL & TORREGROSA, 1987). Além disso, este problema apresentado na SDI é aberto e autêntico. Para Jimenez & Puig (2010) um problema autêntico é aquele que não tem uma resposta óbvia, e implica em uma situação contextualizada na qual o estudante a reconhece e se sente estimulado a investigá-lo. Outra característica dos problemas desta natureza, segundo Gomes et al (2008), é que eles não são resolvidos por meio de aplicação de procedimentos pré-estabelecidos. As respostas para este tipo de problema exigem que o estudante se mobilize e encontre formas de coletar e analisar dados e informações que o levem a propor soluções plausíveis. Carvalho (2013) ainda destaca que é durante o processo da resolução de problemas que os estudantes desenvolvem, por meio do diálogo e da liberdade intelectual, importantes práticas do fazer científico, tais como as explicações, descrições, generalizações e argumentação. Isto se dá pelo fato de que o objetivo é levar os alunos a pensar, debater e justificar suas ideias, aplicando seus conhecimentos em outras situações.

Complexidade conceitual

A presente SDI tem destaque pela gama conceitual que aborda. A seguir tem-se um mapa conceitual com os principais conceitos abordados nas atividades (FIGURA 1).

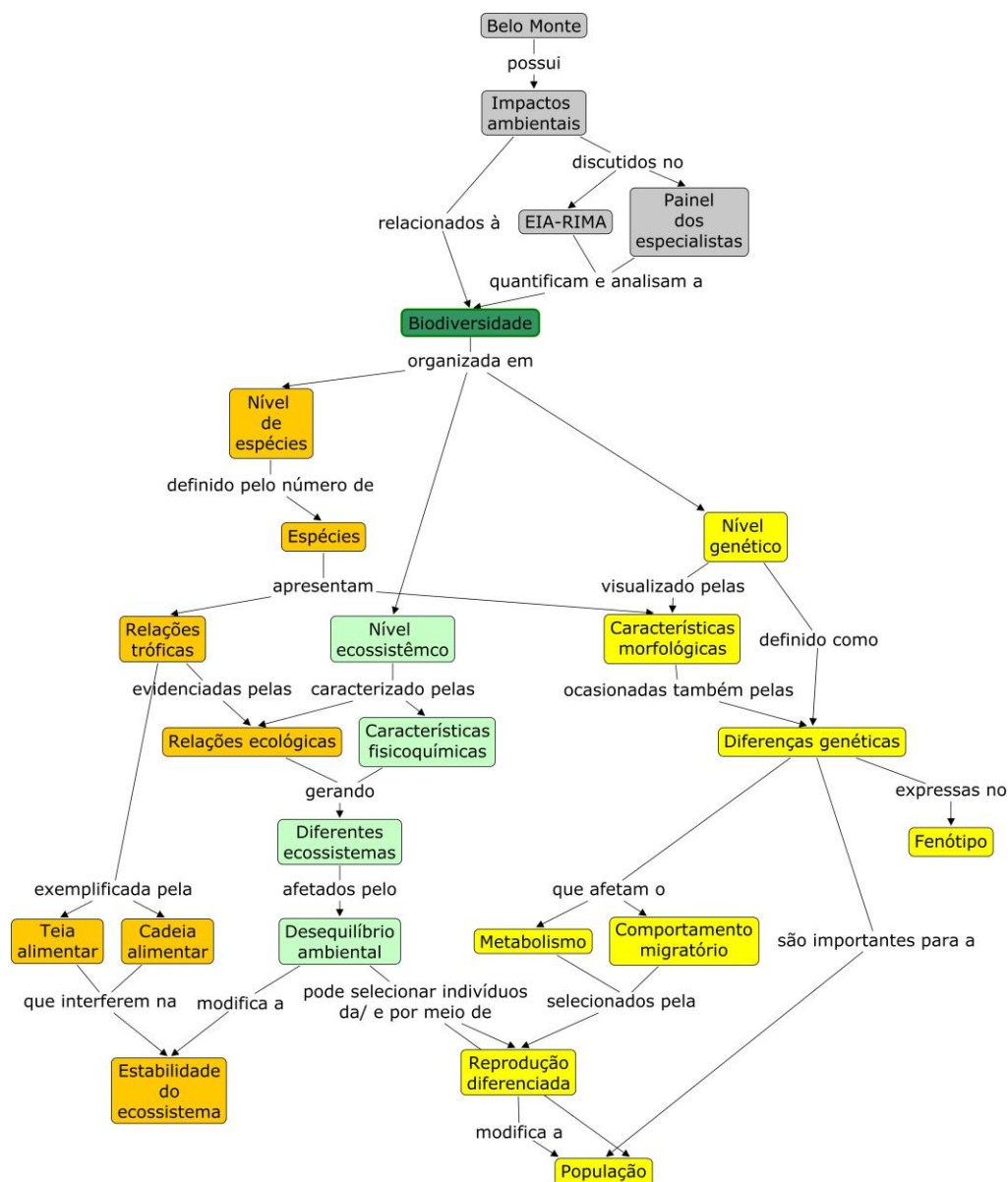


Figura 1: Mapa dos conceitos trabalhados na SDI confeccionado no programam CmapTools. A pergunta focal deste mapa é Como se relacionam os conceitos e conteúdos abordados na sequência didática investigativa?

Conforme observado no mapa conceitual da figura anterior a biodiversidade é abordada em seus três eixos estruturantes: o nível genético, o de espécies e o ecossistêmico. A cor verde das caixas do mapa representa os conceitos e conteúdos atrelados ao nível ecossistêmico; as caixas de coloração alaranjada tratam do nível de espécies; as caixas amarelas o nível genético da biodiversidade; e as caixas de coloração acinzentada representam os temas do contexto sociocientífico abordado. Os conceitos estão inter-relacionados o que se mostra essencial para o ensino da biodiversidade, uma vez que não se trata de uma abordagem fragmentada – ora é biodiversidade genética, ora de espécies – o que se aborda aqui é a biodiversidade como um todo. Além disso, aumenta a potencialidade dos estudantes criarem significados cada vez mais complexos para o conceito. Isto se dá pelo fato de que cada eixo estruturante atrela uma série de outros conceitos científicos relevantes para diferentes áreas da biologia e faz com que a biodiversidade se torne um conceito integrador. Os aspectos

apresentados elucidam que a presente SDI tem a preocupação de trabalhar com os estudantes o primeiro eixo da alfabetização científica, descrito por Sasseron e Carvalho (2011). Isto evidencia a intenção desta atividade de ensino em inserir os estudantes na cultura científica, permitindo que eles tenham acesso ao repertório léxico e epistemológico do conhecimento científico.

Conflito cognitivo

Carvalho (1992) declara que o conflito cognitivo é uma estratégia que se baseia em colocar as concepções espontâneas do aluno em confronto com os fenômenos ou resultados experimentais. A definição feita por Mortimer (p. 26, 1996) complementa a anterior, uma vez que este autor declara que o conflito cognitivo pode ser visto, também, como “resultado da superação da contradição tanto entre ideias e eventos discrepantes, como entre ideias conflitantes que se referem a um mesmo conjunto de evidências”. Na terceira página da SDI tem-se uma atividade (FIGURA 2) em que os estudantes são desafiados a explicarem qual dos dois ambientes apresenta maior número de espécies de peixes. Em ambos os ambientes o número de indivíduos é o mesmo, mas existe uma variação em termos de espécies entre estes ambientes. Aqui é estabelecido um conflito cognitivo para os estudantes, uma vez que eles precisam explicar porque os dois ambientes são distintos embora ambos apresentem 16 indivíduos cada.

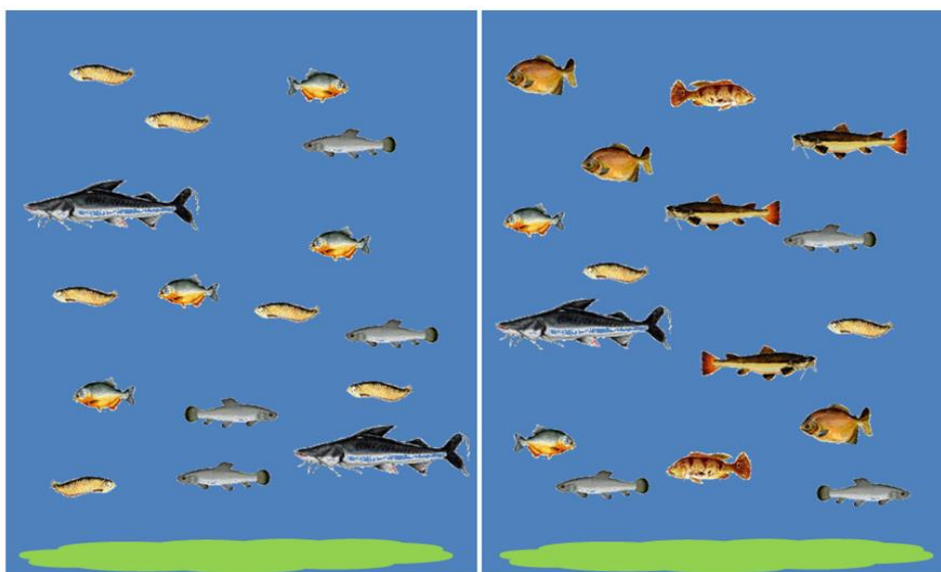


Figura 2: Atividade de conflito cognitivo da SDI

Epistemologia da ciência: o fazer científico

Conforme já discutido anteriormente neste trabalho, a alfabetização científica é um pressuposto teórico que permeia toda a confecção da SDI. Assim sendo, é necessário que os estudantes realizem atividades que os aproximem de aspectos da epistemologia da ciência para que eles possam compreender o modo de pensar da ciência. Desse modo, foram preparadas atividades em que os estudantes precisam organizar e trabalhar com dados – no caso desta SDI os dados foram fornecidos e não coletados –, atividade de levantamento de hipótese, momentos em que eles precisam se posicionar frente a determinadas questões e com isso estimula-se a argumentação. Há momentos em que o uso da linguagem matemática é fundamental para interpretação de alguns fenômenos biológicos, e também há o estímulo à

produção de esquemas e leitura de mapas. As atividades que estimulam algumas das práticas supracitadas a respeito do fazer científico serão evidenciadas a seguir.

Na problematização da SDI é requisitado aos estudantes levantar hipóteses acerca da seguinte situação: “No caso de Belo Monte foram apontadas algumas irregularidades em relação ao EIA deste empreendimento. Pesquisadores e especialistas de diversas áreas do conhecimento produziram um documento, o Painel dos Especialistas (P.E.), em que identificaram e analisaram problemas e lacunas do EIA. Um dos principais problemas se deu em relação ao levantamento de espécies de peixes do rio Xingu. O EIA aponta a existência de aproximadamente 800 espécies, ao passo que o P.E. supõe a existência de um número muito maior de espécies. Que diferença isso faz? Em que medida estes documentos podem alterar nossa visão sobre a biodiversidade local? Vamos investigar alguns casos para que possamos compreender melhor a situação”. Este levantamento de hipóteses é complexo, pois envolve aspectos biológicos e sociais a serem levados em questão. O estudante precisa pensar sobre qual a relevância da biodiversidade em um local, e quais seriam as pressões e intenções políticas em se suprimir estas espécies. Além disso, eles precisam levar em consideração como estes fatores políticos e sociais interferem no modo como se dá nossa compreensão acerca da biodiversidade.

A organização, sistematização e o trabalho com dados são elementos recorrentes a serem abordados na SDI. É importante que o aluno saiba organizar os dados para distinguir melhor as evidências e, assim, realizar conclusões mais precisas. A figura 3 apresenta uma atividade importante em que os estudantes são estimulados a trabalhar com dados oriundos de uma tabela. Na atividade é requisitado que eles organizem cadeias ou teias alimentares que representem as relações tróficas entre as espécies apresentadas na tabela.

Peixes	Representação	Posição na cadeia alimentar	Dieta
	P1	Consumidor secundário	P5
	P2	Consumidor terciário	P1, P3 e P4
	P3	Consumido secundário	P5
	P4	Consumidor secundário	P5
	P5	Consumidor primário	Algas clorofíceas
	P6	Consumidor terciário	P1, P3 e P4
	P7	Consumidor quaternário	P2 e P6

Figura 3: Atividade de trabalho com dados

A partir das figuras 2 e 3, os estudantes “reconstruam” o ambiente caracterizado pelo documento do RIMA e a seguir fazem o mesmo com o Relatório dos especialistas para que ao final desta atividade eles possam visualizar como são as relações tróficas entre os organismos nos dois cenários possíveis. Por fim, a partir disso, eles argumentam a respeito do que significa em termos biológicos, a supressão de algumas espécies num documento oficial.

Na figura 4 há o uso da linguagem matemática para a interpretação de um fenômeno biológico. A partir do gráfico de variação de duas populações de peixes de um rio, os

estudantes são instigados a pensar no que provavelmente ocasionou a mudança da dinâmica destas populações. Inicialmente é pedido para que eles descrevam a dinâmica destas populações ao longo dos treze anos de pesquisa. Esta etapa inicial da descrição é relevante para que o professor possa explorar a linguagem matemática a fim de que os estudantes compreendam qual o tipo de dado que estão trabalhando.

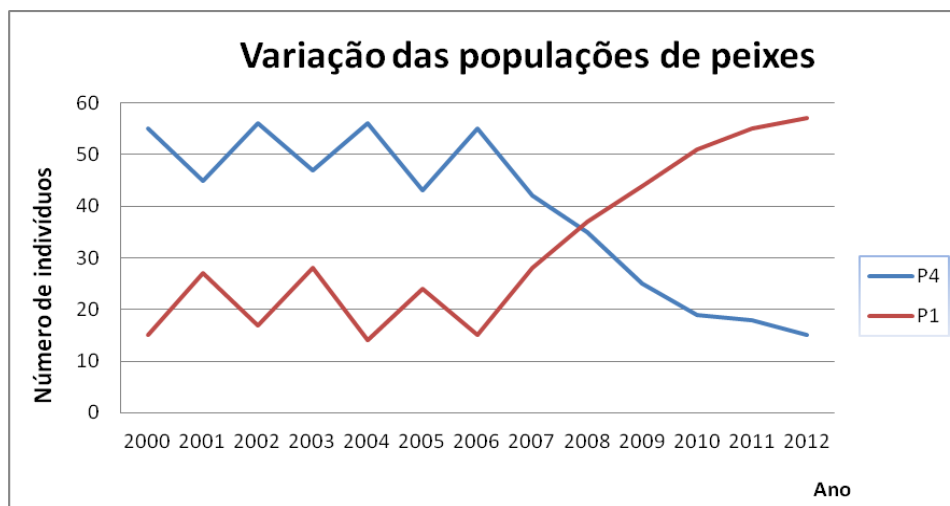


Figura 4: Atividade de trabalho com dados

A leitura e interpretação de mapas são estimuladas ao longo da SDI. Como pode ser observado na seguir na figura 5, em que é evidenciado um mapa para a situação problema proposta na atividade envolvendo a biodiversidade genética e ecossistêmica. Os estudantes precisam compreender as questões de escala para interpretar que apenas os peixes adaptados à condição de correnteza lenta poderão sobreviver, uma vez que no círculo apontado em vermelho na imagem demonstra a construção de uma barragem e o consequente impedimento do curso do rio.

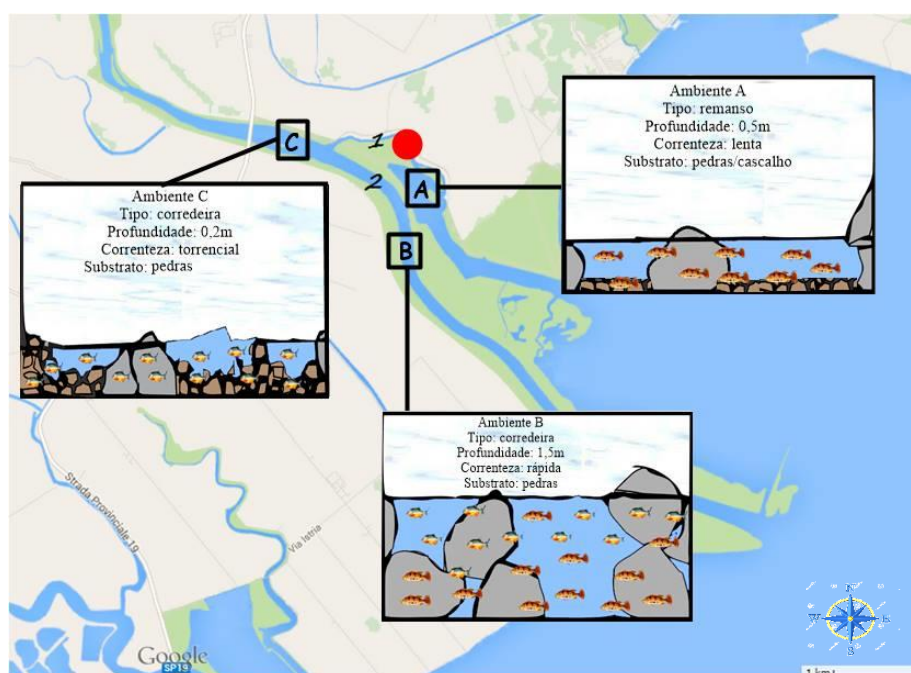


Figura 5: Atividade de trabalho com dados

Outra atividade fundamental do fazer científico estimulada é a argumentação. Em várias etapas da SDI é requerido que os estudantes se posicionem diante das situações. Para que possam embasar suas respostas, eles precisam utilizar as evidências trabalhadas ao longo das aulas e o suporte teórico do conhecimento biológico já adquirido. O constante trabalho com os dados é fundamental para que os estudantes possam enxergá-los como evidências e, assim, consigam utilizá-los em seus discursos para que construam uma resposta mais consolidada. Portanto, é estimulada a produção de argumentos para que os estudantes desenvolvam o raciocínio científico acerca dos fenômenos estudados, ou seja, os estudantes precisam criar sentenças com um encadeamento lógico de ideias com base nas evidências trabalhadas ao longo da SDI.

A última atividade de avaliação da SDI abrange os vários aspectos epistêmicos da ciência. O problema da usina hidrelétrica de Belo Monte é apresentado novamente aos estudantes e estes devem se posicionar frente a esta questão escrevendo um relatório. Eles são colocados na posição de biólogos que precisam dar um parecer a respeito do que irá ocorrer com a biodiversidade da região da volta grande do Xingu caso a usina venha a ser instalada. Para isso, uma série de novas informações é oferecida a eles: mapas, gráfico, descrição dos peixes que ali vivem, bem como a localização da barragem e eles precisam selecionar quais destas informações podem se tornar evidências relevantes para a escrita do relatório.

Considerações finais

Este trabalho apresentou a proposição teórica de uma sequência didática investigativa sobre o conceito de biodiversidade. Os embasamentos desta SDI foram os pressupostos da alfabetização científica e do ensino por investigação, culminando numa proposição de atividade de ensino de acordo com as pesquisas mais recentes na área do ensino de ciências. A atividade de ensino proposta neste trabalho apresenta uma gama de conceitos biológicos a serem trabalhados sob a perspectiva de se compreender a biodiversidade. A escolha do conceito de biodiversidade não foi mero pano de fundo para a SDI, pelo contrário, a biodiversidade está atrelada às questões ambientais mais delicadas do país. O esforço em criar uma atividade especialmente voltada para o ensino deste conceito visa à formação de estudantes capazes de desenvolver o pensamento ecológico e assim se tornarem mais críticos frente aos problemas do desenvolvimento sustentável que nosso planeta enfrenta.

Todos estes aspectos estão relacionados a uma proposta de ensino que se distancia dos modelos tradicionais e a aproxima de um modelo em que o estudante ganha autonomia e voz na sala de aula. Ao longo de toda a SDI o estudante é posto em situações nas quais deve se posicionar por meio de seus argumentos, sendo que estes precisam estar embasados em boas evidências para que sejam aceitos pelos seus pares e pelo professor. Portanto, a alfabetização científica e o ensino por investigação proporcionam um ambiente pedagógico que possibilita ao estudante aprender os vários aspectos relacionados ao fazer científico e assim ampliar a sua visão de mundo e torná-lo capaz de modificar a sua própria realidade e refletir acerca das questões ambientais mais latentes de nosso país.

Agradecimentos e apoios

A realização deste trabalho só foi possível graças ao financiamento cedido pela Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Referências

- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**. V. 3, n. 1, 2001, p. 1 – 13.
- CARVALHO, A. M. P. Construção do conhecimento e ensino de ciências. **Em Aberto**. N. 55, 1992.
- CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A.M.O. (org.) **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. Cengage Learning, 2013.
- CHASSOT, A. **Alfabetização científica – questões e desafios para a educação**. Ijuí. Editora da Unijuí, 2000.
- COLL, C.; POZO, J.I.; SARABIA, B.; VALLS, E. **Os conteúdos na reformar: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.
- DRIVER, R. Um enfoque construtivista para el desarrollo del currículo em ciências. **Enseñaza de las Ciencias**. V. 6, n. 2, 1988, p. 109 – 120.
- DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.; SCOTT, P. Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Química Nova na Escola**. N. 9, 1999.
- FLICK, L.B.; LEDERMAN, N.G. **Scientific Inquiry and Nature of Science – implications for teaching, learning, and teacher education**. Science & Technology Education Library. V. 25, 2006, p. 1 – 14.
- GIL, P.; TORREGROSA, J. M. **La resolución de problemas de Física: una didáctica alternativa**. Madri: Ministério de Educación y Ciencia, 1987.
- GOMES, A. D. T.; BORGES, A. T.; JUSTI, R. Processos e conhecimentos envolvidos na realização de atividades práticas: revisão da literatura e implicações para a pesquisa. **Investigações em Ensino de Ciências**. V. 13, n. 2, 2008, p. 187 – 207.
- JIMENEZ ALEIXANDRE, M. P.; PUIG, B. Argumentación y evaluación de explicaciones causales en ciencias : el caso de la inteligencia. **Alambique**. V 15, n. 63, 2010, p.11-18.
- MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**. V. 1, n. 1, 1996, p. 20 – 39.
- MUNFORD, D.; CAIXETA, C. E. C. L. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo?. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. V. 9, n.1, 2007.
- RODRIGUES, B. A.; BORGES, A. T. O ensino de ciências por investigação: reconstrução histórica. **XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Curitiba, 2008.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Educação. **Proposta Curricular do Estado de São Paulo: Biologia**. São Paulo: SEE, 2008.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**. V. 16, n. 1, 2011, p. 59 – 77.