

# **ENSINO POR CTSA: ALMEJANDO A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO FUNDAMENTAL**

## **STSE TEACHING: SEEKING SCIENTIFIC LITERACY IN ELEMENTARY SCHOOL**

**Lúcia Helena Sasseron<sup>1</sup>**  
**Anna Maria Pessoa de Carvalho<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidade de São Paulo/ Faculdade de Educação, sasseron@usp.br

<sup>2</sup>Universidade de São Paulo/ Faculdade de Educação, ampdcarv@usp.br

### **Resumo**

Com o intuito de começar o processo de Alfabetização Científica nas séries iniciais do EF, propomos um ensino de Ciências que leve os alunos a trabalhar e a discutir problemas envolvendo fenômenos naturais e as implicações que o conhecimento destes pode acarretar à sociedade e ao ambiente.

Para tanto, apresentamos um estudo qualitativo realizado após a aplicação de uma seqüência didática de Ciências em uma 3<sup>a</sup>. série do EF. A seqüência foi planejada com o objetivo de permitir que os alunos trabalhassem ativamente no processo de construção do seu conhecimento sobre o mundo, além de possibilitar discussões acerca dos benefícios e prejuízos que as Ciências e suas Tecnologias podem trazer para a Sociedade e Ambiente.

Tecemos relações entre o processo de AC e as propostas de ensino com a temática CTSA, e, para tanto, analisaremos as argumentações dos alunos procurando encontrar habilidades que nos mostrem se a AC está começando a acontecer.

**Palavras-chave:** Alfabetização Científica, Ensino Fundamental, Ensino por CTSA

### **Abstract**

With the intention of starting the process of Scientific Literacy in the Elementary School, we purpose a science teaching that take the students to work and discuss problems involving natural phenomena and the implications that their knowledge can cause to the society and to the environment.

To that, we presnet a qualitative reserach that took effect after the application of a cycle learning of Science in Elementary School. The sequence was planned with the objetctive of letting the students work actively in process of building their knowledge about the world, besides to make possible discussions about the benefits and prejudices that can be brought by Sciences and their Technologies to the Society and Environment.

We make relations between the process of SL and the learning proposes with STSE's thematic and, so, we are going to analyse the students' argumentation seeking habilities that show us whether SL is beginning to happen.

**Keywords:** Scientific Literacy, Elementary School, STSE Teaching.

## **INTRODUÇÃO**

Mais do que nunca, hoje em dia o conhecimento científico é tido por muitos como um conhecimento infalível. Os avanços tecnológicos em diversas áreas e os benefícios gerados a partir da utilização dos resultados de pesquisas científicas passam a idéia de que tudo o que é “cientificamente comprovado” merece atenção e pode trazer frutos para a população (Chalmers, 1999). Estes avanços científico e tecnológico experimentados pelo mundo, principalmente quando nos referimos às mudanças ocorridas a partir do século passado, conferem status às ciências e permitem que elas desfrutem de confiança da população, além de proporcionar cada vez mais, mais pessoas em todo o mundo tenham acesso a bens e produtos de consumo.

O que poderia ser visto somente com bons olhos tem trazido sérias conseqüências para a população e o planeta. Discussões sobre impactos da ação humana no meio-ambiente estão cada vez mais nas capas de jornais e revistas e são manchetes de noticiários. Além disso, não são recentes as tragédias noticiadas em que artefatos tecnológicos bélicos ou não levam milhares à morte em poucos segundos.

As ciências e suas tecnologias estão, pois, em estreito contato com a população em geral. Nesta mesma medida, cada vez mais a população torna-se mais subordinada e propensa aos benefícios e prejuízos que os avanços científicos e tecnológicos são capazes de lhes trazer.

O que nos preocupa, neste momento, dado este contexto, é a forma como a população recebe informações sobre as ciências e suas tecnologias e o conhecimento que possuem sobre a forma como sua vida pode ser afetada pelos avanços trazidos pelo amplo conhecimento científico que ora possuímos. Deveria ser esperado que a população fosse ciente do modo como a ciência e, principalmente, seus conhecimentos e aplicações chegam até ela e, para isso, tivessem esclarecimento e discernimento suficientes para perceber, entender e julgar as novidades científico-tecnológicas a que têm acesso.

Por este motivo, neste trabalho, pretendemos investigar o modo como são percebidos e compreendidos os saberes sobre as ciências, seus conhecimentos, a aplicação destes e as relações entre eles, a sociedade e o meio-ambiente.

Colocaremos nossa atenção sobre os alunos das séries iniciais do Ensino Fundamental por acreditar que nestas séries já seja possível começar a travar discussões sobre ciências e seus desdobramentos tendo em mente a AC.

## **O ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA BREVE CONTEXTUALIZAÇÃO**

Apesar de todo status e valor garantidos às ciências pela sociedade, um fato preocupa os pesquisadores em ensino de ciências: as carreiras científicas são muito pouco procuradas pela população jovem.

Fourez (2003, 2000) sugere que cursos de ciências na escola básica devam preparar os alunos para interagirem com as ciências e suas tecnologias mesmo que seus temas não venham a ser estudados, de maneira mais específica e sistemática, em outras situações de ensino formal. Ele propõe, então, que a educação em ciências se dê por meio do que chama de “Alfabetização Científica”, que não seria senão a formação cidadã do jovem também por meio do ensino das Ciências Naturais.

Idéias de uma educação em Ciências que almeje a Alfabetização Científica também podem ser vistas em outros autores, como, por exemplo, em Hurd (1998) e Yore *et al.* (2003) que expressam a necessidade de a escola permitir aos alunos compreenderem e saberem sobre Ciências e suas tecnologias como condição para se preparar cidadãos para o mundo atual.

Assim como estes e tantos outros autores, defendemos a imediata necessidade de um ensino de Ciências que permita aos alunos trabalhar e discutir problemas envolvendo fenômenos naturais como forma de introduzi-los ao universo das Ciências e suas tecnologias.

Remontando às escolas atuais brasileiras, percebemos que o ensino de Ciências no nível Fundamental tradicionalmente tem se desenvolvido apoiado em aulas de classificação, seriação e estudos sobre os seres vivos privilegiando, portanto, as aulas de conhecimento biológico. Quando se fazem presentes no Ensino Fundamental, tópicos de Física e de Química são tratados somente nas atuais 7ª e 8ª séries, e ainda assim são mostrados como uma ciência “acabada” e “pronta” em que não há espaço para discussões acerca de seus fenômenos, mas somente a sua operacionalização<sup>1</sup> em exercícios de lápis e papel (Carvalho e Gil-Pérez, 2001). Logo, quando retomadas no Ensino Médio, as disciplinas da área de Ciências Naturais já possuem “aura” de conhecimento estabelecido e finalizado (Cachapuz *et al*, 2005).

Idealizando um ensino que vise a AC, não partimos da idéia de se formar futuros cientistas, mas pretendemos permitir que os alunos possam, desde sempre, entender o mundo discutindo e compreendendo os fenômenos científicos e tecnológicos como parte de seu mundo (Cachapuz *et al*, 2005). Sabemos, contudo, que a Alfabetização Científica não será conquistada somente nas aulas de Ciências, mas nas mais diversas situações ao longo da vida (Delizoicov e Lorenzetti, 2000) caracterizando-se, pois, tal como a própria Ciência, por ser um processo contínuo e sujeito a alterações.

Antes de prosseguir, parece-nos importante, neste momento, discorrer um pouco mais sobre o conceito de Alfabetização Científica e as noções a ele relacionadas.

#### A IDÉIA DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Já de um bom tempo existem discussões em pesquisas sobre ensino de Ciências acerca da possibilidade de que as aulas permitam a Alfabetização Científica aos alunos. Embora o termo esteja em evidência, a idéia de Alfabetização Científica ainda se mostra controversa em torno de sua definição e, para este trabalho, lembramos dos pensamentos de Fourez (1994) quando ele menciona a “alfabetização científica e tecnológica” como a promoção de uma cultura científica e tecnológica<sup>2</sup>. Além disso, o termo Alfabetização Científica também é controverso quanto à sua própria definição. O que significaria, pois, promover a Alfabetização Científica entre os alunos da escola básica?

Com o objetivo de realizar um levantamento da literatura publicada em língua inglesa sobre esse conceito, Laugksch (2000) percebeu que

*diversas posições, descrições e interpretações foram integradas dentro de uma proveitosa revisão conceitual da alfabetização científica que realça importantes aspectos do conceito. Esta revisão, portanto, produz um entendimento mais amplo de vários fatores que contribuem para o conceito de alfabetização científica e tornam claras as relações entre estes fatores, dando, portanto, origem a uma mais refinada e concentrada conceitualização da alfabetização científica (p.90, tradução nossa).*

Nesta sua rica e minuciosa revisão, Laugksch (op.cit.) nos mostra muitos trabalhos desenvolvidos com o objetivo de refinar o conceito de alfabetização científica. Por meio deste seu levantamento, podemos identificar pontos comuns entre as diversas definições.

---

<sup>1</sup> O termo operacionalização é aqui empregado segundo o significado dado por Yves Chevallard (1991) para a capacidade de determinados temas serem transformados em exercícios para a sala de aula.

<sup>2</sup> Em seu livro “Alphabétisation scientifique et technique”, Fourez destaca que “*é interessante perceber que, nos documentos da UNESCO, o termo inglês literacy (de scientific and technological literacy) é traduzido pela palavra “cultura” e não “alfabetização”.*” (1994, p.12, tradução nossa, grifo no original). Para efeitos de “concordância semântica”, neste trabalho, ao falarmos em Alfabetização Científica, significamos este conceito como semelhante aos termos enculturação científica e letramento científico também utilizados na literatura.

Entre estas confluências, identificamos três pontos como aqueles que mais são considerados ao se pensar a alfabetização científica: o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e, mais recentemente, meio-ambiente; a compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática e a compreensão básica de termos e conceitos científicos fundamentais.

Estes três pontos aparecem em diversos trabalhos citados por Laugksch<sup>3</sup> e também estão presentes em documentos oficiais preparados a partir da década de 1980 nos quais são expressas percepções sobre o que levar em consideração quando se pretende identificar uma pessoa como sendo alfabetizada científica e tecnicamente. Deste modo, temos nossa idéia reforçada de que, para alfabetizar cientificamente, é necessário fornecer aos alunos não somente noções e conceitos científicos, mas também é importante e preciso que os alunos possam “fazer ciência”, sendo defrontados com problemas autênticos nos quais a investigação seja condição para resolvê-los. É preciso também proporcionar oportunidades para que os alunos tenham um entendimento público da ciência, ou seja, que sejam capazes de receber informações sobre temas relacionados à ciência, à tecnologia e aos modos como estes empreendimentos se relacionam com a sociedade e com o meio-ambiente e, frente a tais conhecimentos, sejam capazes de discutir tais informações, refletirem sobre os impactos que tais fatos podem representar e levar à sociedade e ao meio ambiente e, como resultado de tudo isso, posicionarem-se criticamente frente ao tema.

## **A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E O ENSINO CTSA**

Neste debate sobre a Alfabetização Científica, sua definição e pretensões cabe ressaltar também que diversos outros autores, como, por exemplo, Bybee e DeBoer (1994), Fourez (1994), Bybee (1995), Hurd (1998), Jiménez-Aleixandre *et al.* (2000), Yore *et al.* (2003) e Lemke (2006), expressam a necessidade de a escola permitir aos alunos compreenderem e saberem sobre Ciências, suas tecnologias e as relações das duas com a sociedade como condição para preparar cidadãos para o mundo atual. Assim sendo, emerge a necessidade de um ensino de Ciências que permita aos alunos trabalhar e discutir problemas envolvendo fenômenos naturais e a forma como o estudo e o conhecimento destes permitiu avanços tecnológicos para a sociedade, além de abordar temas que procurem relacionar estas duas entidades: ciência e sociedade, e os impactos que as tecnologias desenvolvidas possam representar para ambas, bem como para o ambiente.

Nossa atenção recai sobre as séries iniciais do Ensino Fundamental, pois partimos da premissa de que é necessário iniciar o processo de Alfabetização Científica desde as primeiras séries da escolarização, permitindo que os alunos trabalhem ativamente no processo de construção do conhecimento e debate de idéias que afligem sua realidade. Para tanto, parece-nos importante que as aulas de Ciências Naturais, já no início do Ensino Fundamental, proponham seqüências didáticas nas quais os alunos sejam levados à investigação científica em busca da resolução de problemas (Reigosa-Castro e Jiménez-Aleixandre, 2000, Carvalho, 2004)

Esta introdução dos estudantes na cultura científica por meio da investigação implica proporcionar e propiciar espaço e tempo em que os alunos possam estudar temas científicos utilizando ferramentas culturais próprias deste cenário.

## **ARGUMENTAÇÃO EM SALA DE AULA: CONSTRUINDO E EXPRESSANDO AS RELAÇÕES CTSA**

---

<sup>3</sup> Laugksch cita, por exemplo, Pella, O’Hearn e Gale, 1966 (Referents to scientific literacy); Showalter, 1974; Shen, 1975 (Scientific literacy and the public understanding of science); Brascomb, 1981 (Knowing how to know); Miller, 1983 (Scientific literacy: a conceptual and empirical review); Hazen e Trefil, 1991 (Science matters. Achieving scientific literacy); Hirsch, 1987 (Cultural literacy: what every American needs to know) e Shamos, 1995 (The myth of scientific literacy).

É comum encontrarmos trabalhos na literatura sobre Ensino de Ciências que façam referência ao termo “argumentação” como o discurso usado em sala de aula. Neste trabalho, entendemos a argumentação como todo e qualquer discurso em que aluno e professor apresentam suas opiniões em aula, descrevendo idéias, apresentando hipóteses e evidências, justificando ações ou conclusões a que tenham chegado, explicando resultados alcançados. Neste sentido, tomando a argumentação como algo tão amplo, estamos cientes de que ela se apresentará mais ou menos estruturada a depender do momento em que ocorre dentro de uma discussão ou de uma seqüência didática como um todo. De qualquer modo, é a argumentação que nos fornecerá evidências concretas de como os alunos se posicionam e como pensam nas relações que envolvem CTSA em sala de aula.

Sendo assim, há dois vieses que precisam ser igualmente considerados durante a análise dos argumentos em sala de aula: um deles é aquele que se refere à estrutura do argumento e o outro diz respeito à qualidade.

Como referência para o estudo da *estrutura do argumento*, o trabalho de Toulmin (2006) mostra-nos um padrão de argumento composto por cinco elementos: os dados, as conclusões, as justificativas, o conhecimento anterior e os qualificadores, que podem tanto dar ênfase à afirmação proposta como apresentar refutação a ela.

Também tendo em vista a estrutura dos argumentos, Lawson (2000, 2002) estudou textos e relatos acerca de grandes acontecimentos científicos a fim de identificar de que modo o raciocínio científico é expresso. O autor propõe, então, o raciocínio hipotético-dedutivo como a forma de argumentação utilizada na comunidade científica para expor idéias e justificá-las, e seria expresso na forma *se, então, portanto*, havendo espaço ainda para a partícula *e* quando se deseja tratar algum outro qualificador para a hipótese expressa.

O outro viés para a análise dos argumentos em sala de aula refere-se à *qualidade do argumento* e um bom exemplo é o estudo de Driver e Newton (1997) que, tendo como base o padrão de argumento de Toulmin, propõe níveis hierárquicos para a argumentação: os argumentos classificados no *nível 0* são aqueles que se dão quando há afirmações isoladas sem justificativa, ou quando há afirmações que competem sem justificativas. Argumentos do *nível 1* são as afirmações isoladas com justificativa. Afirmações que competem havendo justificativas são do *nível 2*. No *nível 3* aparecem as afirmações que competem com justificativas e qualificadores e as afirmações que competem com justificativas e trazendo refutadores. O último nível de argumentação é o *nível 4* e aparece quando se faz julgamentos integrando diferentes argumentos.

Entendemos que, ao longo de uma aula ou de uma seqüência de aulas, a argumentação dos alunos acerca de um determinado tema tende a se tornar cada vez mais rica. Neste sentido, como mostrado por Jiménez-Aleixandre e Díaz de Bustamante (2003), a argumentação, ao longo de uma seqüência de ensino, pode ganhar coerência e coesão na ligação de diversos e novos atributos e chegar a se estabelecer entre os últimos níveis.

## INDICADORES DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Em nossa visão, para o início do processo de Alfabetização Científica é importante que os alunos travem contato e conhecimento de habilidades legitimamente associadas ao trabalho do cientista. A idéia então é criar um ambiente propício para que estas habilidades apareçam em sala de aula, e seu verdadeiro aparecimento serão os nossos *indicadores* do processo de iniciação para que os alunos possam atingir a Alfabetização Científica.

Nas primeiras séries do Ensino Fundamental, alguns são os indicadores necessários de já serem trabalhados. Estes indicadores podem surgir quando da investigação de um problema ao

*organizar, seriar e classificar* informações. Além disso, também é preciso que haja o *levantamento* e o *teste de hipóteses* para a resolução de um problema qualquer.

Os indicadores também podem aparecer como forma de articular idéias e explicações sobre o mundo natural ao se fazer *uso dos raciocínios proporcional e lógico* como requisito para a *argumentação e justificativa* de idéias sobre o mundo natural e o modo como os conhecimentos científicos se relacionam com a sociedade e com o meio-ambiente.

As *explicações* fornecidas pelos alunos acerca de um determinado problema investigado são mais um indicador do processo de Alfabetização Científica, assim como a procura por um *modelo explicativo*.

Por fim, mas não menos importante, um outro indicador importante é a capacidade de *previsão*, sustentada por meio das hipóteses, dos dados e/ou das evidências levantadas.

## **NOSSA PROPOSTA DE ENSINO**

Nosso trabalho preocupa-se com a inserção de temas de CTSA no Ensino Fundamental com o intuito de iniciar o processo de Alfabetização Científica desde o começo da escolarização.

Propomos então seqüências interdisciplinares no ensino de Ciências que objetivem introduzir os alunos no universo das Ciências, tendo, pois, como prerrogativa gerar possibilidades aos estudantes para que eles se envolvam com problemas e questões relacionados a fenômenos naturais. Com problemas investigativos e questões reflexivas, esperamos que os alunos teçam hipóteses e planos que auxiliem na resolução, bem como discutam sobre as idéias levantadas e outras questões controversas que possam surgir.

No trabalho aqui relatado, a seqüência a ser analisada é intitulada “Navegação e Meio Ambiente”, e, por meio de suas atividades, confrontamos os alunos com problemas relacionados a este tema confluindo discussões sobre tópicos de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio-Ambiente.

A seqüência se inicia com uma atividade de conhecimento físico (Carvalho *et al.*, 1998) a partir do qual os alunos são instigados a resolverem o problema de construir um barquinho em folhas de alumínio capaz de transportar grande número de peças metálicas sem afundar.

Após isso, dá-se início a pesquisas e discussões sobre história da navegação e meios de transportes aquáticos. Junto a isso, é apresentada aos alunos a idéia de água de lastro como forma de garantir estabilidade às embarcações.

Além do aspecto físico do lastro, trabalhamos também com os alunos os problemas ambientais que podem representar a introdução de espécies de outros habitats em áreas nas quais os navios de carga despejam a água de lastro de seus tanques. Estas discussões baseiam-se, sobretudo, em evidências que os alunos podem encontrar ao participar do jogo “Presas e Predador” e construir uma tabela com os dados obtidos nesta atividade. Por meio desta tabela, é possível discutir a dinâmica das populações e a estreita relação existente entre os diferentes seres vivos personagens do jogo.

Com este mote, foi possível discutir em sala de aula temas que variaram de fenômenos científicos e adventos tecnológicos que possibilitaram melhorias à sociedade e ao modo de vida, até questões e preocupações ambientais suscitadas devido à intervenção humana.

## **PROPOSTA DE ANÁLISE**

Procurando identificar de que modo uma seqüência didática elaborada para trabalhar questões envolvendo CTSA pode iniciar o processo de Alfabetização Científica, voltamos nossa atenção para o modo como os alunos argumentam em sala de aula e quais as características expressas nestas argumentações que nos trazem indícios de como este processo está ocorrendo.

Também com o intuito de perceber como a argumentação se torna mais coesa e coerente ao longo das aulas, daremos especial atenção ao percurso percorrido por um aluno, nomeado aqui como Luciano. A escolha deste estudante se deu tão somente devido ao fato de que, nas gravações até agora vistas, suas falas eram auditivamente mais claras.

### ***Metodologia de pesquisa***

Como foco deste nosso trabalho são as argumentações estabelecidas em sala de aula, gravamos em vídeo a seqüência didática anteriormente mencionada e propomos agora uma análise qualitativa das falas transcritas. Por se tratar de uma seqüência de 11 aulas, selecionamos alguns episódios de ensino que trazem discussões dos alunos e que demonstram envolvimento deles em debates sobre CTSA. As aulas ocorreram entre outubro e dezembro de 2006, na Escola de Aplicação da FEUSP. A turma de alunos correspondia à terceira série do Ensino Fundamental.

### ***Os episódios selecionados***

A seleção dos episódios foi realizada tendo por base os propósitos que pretendemos alcançar com este breve trabalho. Assim, escolhemos quatro momentos diferentes em três aulas da seqüência gravada.

O primeiro episódio (E1) refere-se a discussões ocorridas na aula 7 da seqüência didática quando se tem como foco os problemas que pode representar a introdução por meio da água de lastro de seres vivos em um ambiente no qual aquela espécie não habitava até então. O segundo episódio (E2) traz as discussões ocorridas na aula 9 quando os alunos, reunidos em pequenos grupos, responderam a uma lista de perguntas que explora o jogo da “Presa e Predador” (proposto na aula 8). O episódio escolhido corresponde a uma discussão compartilhada em que a professora propõe que se retomem as questões discutidas em grupo a fim de apresentarem a toda turma. Na aula 10, selecionamos dois episódios – E3 e E4 – que ilustram as tentativas de os alunos explicarem as relações entre o jogo realizado e o problema da introdução de novos seres vivos em um dado ambiente.

## **A ANÁLISE DOS DADOS**

As aulas gravadas foram transcritas. Com o propósito de manter oculta a identidade dos alunos, novos nomes foram dados a cada um deles.

E1 retrata discussões estabelecidas em sala de aula a respeito da vida marinha que pode ser levada pela água de lastro. Neste episódio, um dos indicadores aparece claramente na fala dos alunos: a ***explicitação de hipóteses*** frente ao que acreditam que irá ocorrer a um destes seres vivos que sejam carregados pela água de lastro e quais as conseqüências que a inserção deste ser em um novo ambiente pode acarretar para o ambiente em que ele irá se instalar.

**Professora:** Eu tô falando agora do local. O peixe não vai morrer, tá? Ele vai sobreviver. E aí? Ele vai causar algum problema naquele pedaço? O que que você acha, Isabel?

**Isabel:** Eu acho que... talvez ele seja um predador.

**Professora:** Talvez ele seja um predador.

**Isabel:** É. Dos outros peixes.

**Professora:** Pros outros peixes daquele local. Ta jóia. Vou ouvir o Luciano, o Carlos, a Marina e o Daniel e a gente segue. Luciano.

**Luciano:** É por causa que um peixe, ele pode ter, ele pode ter trazido alguma doença que só ele sabe como se livrar dessa doença e os outros peixes não. E se os outros peixes pegarem, eles podem morrer muitos.

**Professora:** Muito bem! Essa é uma possibilidade também. Carlos.

**Carlos:** Tipo assim, é, um peixe, é, ele vem, é, e come uma planta daquele local (inaudível)

**Professora:** Muito bem! A Marina e depois o Daniel. Marina.

**Marina:** É. O peixe como ele vem, como ele vem de um país pro outro pode trazer doença, ou alguma bactéria, algum germe. Pode tanto contaminar as pessoas como contaminar os animais, os peixes que vivem naquela água.

Merecem atenção neste episódio as falas de Isabel, Luciano e Marina. Vemos, por exemplo, que tanto Isabel quanto Luciano, ao explicitarem suas hipóteses, o fazem de tal modo que podemos classificar seu argumento como pertencente ao nível 0 proposto por Driver e Newton (1997). Mesmo assim, há diferenças notáveis em suas falas, pois Isabel somente relata sua hipótese, ao passo que Luciano, ao expor sua hipótese, elabora uma idéia mais ampla sobre o que poderá ocorrer ao ser vivo e ao ambiente caso este animal seja levado ao ambiente diferente daquele que estava acostumado a habitar, ou seja, ele parece realizar uma previsão do que deverá ocorrer. Já Marina, ao colocar seu argumento, busca em seus conhecimentos prévios justificativas que corroborem a tese que está a propor. Estas justificativas nos permitem dizer que seu argumento pertence ao nível 3 de Driver e Newton (op. cit.) e, pelo modo como são expressas, seu argumento, assim como o de Luciano, também nos demonstra um outro indicador da Alfabetização Científica: o caráter de *previsão* para o fenômeno investigado.

E2 traz as discussões suscitadas após a análise da tabela gerada a partir do jogo “Presas e Predador”.

É interessante verificar que os alunos, ao explicarem a dinâmica das populações dos seres envolvidos no jogo utilizam o *raciocínio proporcional*, um de nossos indicadores da AC, para estabelecer uma relação entre estas populações. Além disso, são proferidas frases que indicam o uso de outro indicador: *raciocínio lógico*, que permite chegarem às conclusões explicitadas em aula.

**Carlos:** Eu acho que assim: se tiver muita jaguatirica em um lugar, as jaguatiricas vão comer tudo os tapitis e pode entrar em extinção os tapitis, e aí depois as jaguatiricas vão virar tudo planta porque elas não vão ter alimento.

**Professora:** (concordando) Não vão ter alimento. Essa é uma boa observação. E isso costuma acontecer na natureza?

**Carlos:** E também se sobrar tapiti, eles vão comer tudo as plantas e vai ter um monte de tapiti.

**Professora:** E o que que acontece com os tapitis quando eles comem todas as plantas? Que que vai acontecer com eles?

**Guilherme:** Eles vão aumentar?

**Professora:** Vão o que?

**Guilherme:** Aumentar.

**Professora:** Eles vão aumentar por um tempo. E depois?

**Luciano:** Morrer.

**Lúcio:** Diminuir.

**Professora:** Por que que eles morrer?



**Luciano:** Por causa que não vai ter alimento para eles comer.

**Professora:** Não vai ter alimento para eles... Vão ter muitos tapitis no mesmo espaço onde não tem o alimento deles que é a planta. Fala, Luciano, e depois a Marina fala. Fala, Luciano.

**Luciano:** É como se fosse um equilíbrio. As plantas vão ter pouco, mas o deles vai ter muito. Aí se tiver pouca planta, vai dar comida pra poucos tapitis. Os outros vão morrer e vão virar plantas. Aí vai ter mais plantas, aí o tapiti vai comer. Aí as jaguatiricas vão comer tapiti. É como se fosse um equilíbrio.

**Professora:** Você quer dizer que precisa ter equilíbrio nos três? Não pode ter nem muito nem pouco de cada um. É isso?

**Luciano:** É. Senão dá essa variação.

**Professora:** Por isso que tem essa variação. Muito bem observado.

Neste episódio, vemos aparecer exemplos de *narrativas hipotéticas* (Mayr, 2006) quando Carlos explica a dinâmica do jogo: embora ele tenha participado da atividade, sua explicação procura chegar a uma situação mais abrangente e duradoura em uma escala temporal; situação esta que extravasaria os limites das flutuações mostrados pelo jogo.

Ao apresentar estas suas idéias, Carlos expôs afirmações sobre o jogo sempre justificando o porquê de tais idéias. O percurso por meio do qual constrói seus argumentos nos mostra o uso de alguns indicadores da AC: ele parte de uma *hipótese inicial* que é corroborada com uma *evidência* trazida pelo jogo e, após isso, Carlos *infere logicamente* uma conclusão. Podemos perceber, em suas falas, o uso do *raciocínio lógico* em uma estrutura hipotético-dedutiva (Lawson, 2002, 2000) como maneira pela qual suas idéias se conectam.

Outro trecho que também nos chama a atenção neste episódio são as falas de Luciano. Mostrando-nos o uso do *raciocínio lógico* (um de nossos indicadores da AC), os argumentos deste aluno têm estrutura que também podem ser enquadradas no padrão proposto por Lawson (op. cit.). Luciano apresenta e *justifica* suas idéias mostrando-nos claramente o uso do indicador *raciocínio proporcional* como ferramenta utilizada para entender as relações entre os diferentes personagens do jogo.

Os dois próximos episódios (E3 e E4) a serem analisados retratam momentos em que os alunos discutem com o intuito de entender e explicar as relações existentes entre o jogo “Presa e Predador” e o problema da introdução de seres vivos trazidos pela água de lastro em um dado ambiente. Podemos perceber que os argumentos dos alunos demonstram o aparecimento das *explicações* bem estruturadas para o problema em questão como nosso indicador da AC.

E3 ilustra a argumentação desencadeada por Luciano:

**Luciano:** Por causa que assim, se ele, por causa que... Todo lugar onde tem bicho, precisa ter um predador, por causa que se não tiver um predador pra comer ele, ele vai se alimentar daquela coisa, aí vai ter só daquela espécie, aí a comida vai acabando, até acabar. Por isso que precisa de um predador.

**Professora:** Então se a gente... Quem mais tem uma idéia, que tem a ver, de relacionar esse jogo da Presa e do Predador sobre tudo isso que a gente discutiu com aqueles seres marinhos lá do tanque de lastro? Fábio.

**Fábio:** Todo bicho tem que ter, tem que ter um predador.

**Professora:** Todo bicho tem que ter um predador. Luciano, quer completar a idéia?

**Luciano:** Por causa que nem a gente tava estudando lá, quando um come o outro, ele virava tapiti ou jaguatirica, então se tiver só daquela espécie ali e não tiver um predador, ele vai comer aquilo e vai acabar. E lá, o tapiti, ele tinha um predador, que daí comia ele e aí não ia ficar um monte de tapiti e, e, e uma planta. Aí ele não

tinha predador, esse peixe, e ia comer toda a comida de lá e ia acabar. Aí depois aquela espécie ia morrer.

E3 mostra claramente o uso de indicadores da AC por Luciano: a **construção de um modelo**, baseado nas **evidências trazidas pelo jogo**, que dê conta de **explicar** o que pode ocorrer caso seres vivos sejam levados de um local a outro pela água de lastro. É importante perceber também que a relação entre as evidências trazidas pelo jogo e o problema da inserção de um ser vivo em um ambiente distinto daquele que anteriormente habitava somente foi possível devido ao uso de outro indicador da AC pelo aluno: o **raciocínio lógico**.

Suas falas nos mostram uma argumentação que pode ser classificada no nível 4 (Driver e Newton, op. cit.), uma vez que traz afirmações com justificativas e estas afirmações recorrem a conhecimentos anteriores a fim de permitir um julgamento mais justo à questão debatida.

A seguir, em E4, percebemos claramente a colaboração entre dois alunos – Luciano e Daniel – na tentativa de argumentar sobre o tema em questão:

**Professora:** Ele vai se sentir muito sozinho? O que que você acha, Luciano?

**Luciano:** Que nem você falou. Se for daqueles peixes lá que precisa de uma companhia para se reproduzir, ele pode ter muito daquela espécie e comer todo o alimento que tiver lá.

**Professora:** Que que vai acontecer naquele ambiente?

**Luciano:** Vai ficar pobre, por causa que não vai ter nenhum alimento, daí ele vai morrer.

**Professora:** Vai ficar igual este ambiente antes da chegada desse ser marinho?

**Luciano:** Não. Vai ficar diferente.

**Professora:** (concordando) Vai ficar diferente. O que que você acha, Daniel?

**Daniel:** Se tiver alga marinha e ele gostar de comer alga, não vai ter oxigênio, por causa que as algas extraem oxigênio pra, da água.

**Professora:** E aí? Vai ser bom praquele ambiente este animal ter chegado?

**Daniel:** Não. Aí ele vai morrer. Por causa que não tem oxigênio na água.

**Luciano:** Vai acontecer um desequilíbrio ambiental.

Em E4, vemos a continuação da discussão que mostramos em E3. Agora, porém, um outro aluno (Daniel) traz mais elementos para a discussão e, assim, eles **constroem um modelo** mais amplo para explicar o problema investigado.

Podemos perceber que Luciano e Daniel realizam uma argumentação conjunta, cada qual trazendo novas afirmações justificativas, e o conjunto destas pequenas argumentações permite que, ao fim, cheguem a afirmar que o que pode causar o aumento ou diminuição excessiva de uma determinada espécie em um local.

Além disso, estes alunos foram capazes de atribuir um nome ao processo que acreditam que podem acontecer. Neste sentido, a argumentação suscitada em torno de um problema estudado em sala de aula extrapolou o contexto escolar, uma vez que hipóteses e conseqüências para o que foi estudado são apresentadas para problemas reais da sociedade e do meio-ambiente.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação desta seqüência didática nos levou a perceber que os alunos do Ensino Fundamental envolveram-se com as investigações e as discussões propostas. As argumentações estabelecidas durante as atividades em sala de aula mostraram-se bastante satisfatórias, uma vez

que não se restringiram somente a afirmações simples, mas, muitas vezes, apareceram ligadas a justificativas e julgamentos logicamente construídos. No entanto, para nosso trabalho, o que se mostrou mais significativo foi o fato de que a discussão sobre as relações existentes entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente nos permitiu encontrar por diversas vezes o uso de indicadores da Alfabetização Científica.

Nos episódios analisados, conseguimos perceber a explicitação de *hipóteses* e a referência a *evidências* como maneira de sustentar as *explicações* apresentadas. Estas explicações trouxeram junto a si as pistas da utilização de outro indicador da AC: o *raciocínio lógico*, que proporcionava coesão e coerência aos argumentos apresentados. A presença do *raciocínio proporcional* como forma de entender e explicar as relações entre seres vivos é a demonstração do aparecimento de mais um indicador da AC.

Por fim, quando os alunos posicionaram-se em relação ao problema ambiental que pode ser desencadeado com a introdução do novo ser vivo, a *construção de modelos explicativos* permitiu-nos evidenciar mais um indicador. Estes modelos têm uma importância adicional a todo o processo uma vez que, para alcançá-lo, os alunos precisaram tornar seus argumentos cada vez mais consistentes, o que somente foi possível quando traziam à tona justificativas e qualificadores que davam o aval necessário para que suas afirmações fossem tomadas como corretas.

Acreditamos que o fato de a seqüência didática ter como foco central investigações girando em torno de temas próximos do interesse dos alunos deste nível de ensino tenha sido a motivação para que eles se envolvessem com as discussões em sala de aula e, assim, terminassem por trabalhar de maneira conjunta e coordenada os assuntos que englobavam não só as Ciências Naturais, mas também a Sociedade, as Tecnologias e o Meio-Ambiente, percebendo e argumentando sobre o modo como estas entidades se relacionam.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bybee, R.W., “Achieving Scientific Literacy”, **The Science Teacher**, v.62, n.7, 28-33, 1995.
- Bybee, R.W. e DeBoer, G.E., “Research on Goals for the Science Curriculum”, In: Gabel, D.L.(ed.), **Handbook of Research in Science Teaching and Learning**, New York, McMillan, 1994.
- Cachapuz, A., Gil-Pérez, D., Carvalho, A.M.P., Praia, J. e Vilches, A. (orgs), **A Necessária Renovação do Ensino de Ciências**, São Paulo, Cortez, 2005.
- Chalmers, A.F., **A Fabricação da Ciência**, São Paulo: Editora da Unesp, 1999.
- Carvalho, A.M.P., Building up Explanations in Science Teaching, **International Journal of Science Education**, v.26, n.4, 2004.
- Carvalho, A.M.P. e Gil-Pérez, D., **Formação de Professores de Ciências – Tendências e Inovações**, 6ª. ed, São Paulo, Cortez, 2001.
- Carvalho, A.M.P., Vannucchi, A.I., Barros, M.A., Gonçalves, M.E.R. e Rey, R.C., **Ciências no Ensino Fundamental – O conhecimento físico**. São Paulo: Editora Scipione, 1998.
- Delizoicov, D. e Lorenzetti, L., “Alfabetização científica no contexto das séries iniciais”, **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v.3, n.1, 37-50, março, 2001
- Driver, R. e Newton, P., **Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms**, ESERA Conference, Roma, 1997.

- Fourez, G., “Crise no Ensino de Ciências?”, **Investigações em Ensino de Ciências**, v.8, n.2, 2003.
- \_\_\_\_\_, “L’enseignement des Sciences en Crise”, **Le Ligneur**, 2000.
- \_\_\_\_\_, **Alphabétisation Scientifique et Technique – Essai sur les finalités de l’enseignement des sciences**, Bruxelas: DeBoeck-Wesmael, 1994.
- Hurd, P.D., “Scientific Literacy: New Minds for a Changing World”, **Science Education**, v. 82, n. 3, 407-416, 1998.
- Jiménez-Aleixandre, M.P., Bugallo Rodríguez, A. e Duschl, R.A., ““Doing the Lesson” or “Doing Science”: Argument in High School Genetics”, **Science Education**, v.84, 757-792, 2000.
- Laugksch, R.C., “Scientific Literacy: A Conceptual Overview”, **Science Education**, v.84, n.1, 71-94, 2000.
- Lawson, A.E., “What does Galileo’s Discovery of Jupiter’s Moons Tell us about the Process of Scientific Discovery?”, **Science & Education**, v.11, n.1, 1-24, 2002.
- Lawson, A.E., “How do Humans Acquire Knowledge? And What does that Imply About the Nature of the Knowledge?”, **Science & Education**, v.9, n.6, 577-598, 2000.
- Lemke, J.L., “Investigar para el Futuro de la Educación Científica: Nuevas Formas de Aprender, Nuevas Formas de Vivir”, **Enseñanza de las Ciencias**, v.24, n.1, 5-12, 2006.
- Mayr, E., **Biologia: Ciência Única**, São Paulo: Companhia das Letras, 2006.
- Reigosa Castro, C. e Jiménez-Aleixandre, M.P., “La Cultura Científica en la Resolución de Problemas en el Laboratorio”, **Enseñanza de las Ciencias**, v.18, n.2, 275-284, 2000.
- Yore, L.D., Bisanz, G.L e Hand, B.M., “Examining the Literacy Component of Science Literacy: 25 Years of Language Arts and Science Research”, **International Journal of Science Education**, v. 25, n. 6, 689-725, 2003.
- Toulmin, S.E., **Os Usos do Argumento**, São Paulo: Martins Fontes, 2ª. Edição, 2006.