

## ALMEJANDO A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO FUNDAMENTAL: A PROPOSIÇÃO E A PROCURA DE INDICADORES DO PROCESSO

(Aiming at scientific literacy in elementary school: a proposal and the search for indicators of the process)

**Lúcia Helena Sasseron\***

Aluna de doutorado da Faculdade de Educação da USP

**Anna Maria Pessoa de Carvalho**

Professora titular da Faculdade de Educação da USP

### Resumo

Com o intuito de começar o processo de Alfabetização Científica nas séries iniciais do Ensino Fundamental, 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 3ª. série do Ensino Fundamental. 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 uso de uma seqüência didática de Ciências e o processo de Alfabetização Científica e, para tanto, analisaremos as argumentações dos alunos procurando encontrar indicadores que nos mostrem se a Alfabetização Científica está começando a acontecer.

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

### Abstract

With the aim of starting to inculcate Scientific Literacy in the initial series of the Elementary School, we propose a form of science teaching which induces the students to work with and discuss problems involving natural phenomena and the implications that this entails for society and the environment. With the aim, we present a qualitative study realizes after the applications of a didactical sequence in science in the third grade of Elementary School. The sequence was planned with the objective of allowing the students to work actively in the process of construction their knowledge of the world, as well as propitiating discussion of the benefits and prejudicial effects of science and related technology for society and environment. We establish relations between the use of a didactical sequence in science and the acquisition of scientific literacy, with that aim we analyse the students argumentation, looking for indicators which can show us whether the process of acquiring scientific literacy is beginning.

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

### O termo “Alfabetização Científica”

Antes mesmo de começarmos a explorar o conceito de Alfabetização Científica, acreditamos ser necessário tecer alguns comentários referentes ao porquê da adoção, neste trabalho, do termo “alfabetização”.

---

\* Apoio financeiro: FAPESP

Atualmente, na literatura nacional, encontramos autores que utilizam a expressão “Letramento Científico” (Mamede e Zimmermann, 2007, Santos e Mortimer, 2001) e pesquisadores que adotam o termo “Alfabetização Científica” (Brandi e Gurgel, 2002, Auler e Delizoicov, 2001, Lorenzetti e Delizoicov, 2001, Chassot, 2000).

Podemos perceber que no cerne das discussões levantadas pelos pesquisadores que usam um termo ou outro estão as mesmas preocupações com o ensino de Ciências, ou seja, motivos que guiam o planejamento deste ensino para a construção de benefícios práticos para as pessoas, a sociedade e o meio-ambiente.

Ao estudar a literatura estrangeira, percebemos também uma variação no uso do termo que defina o ensino de Ciências preocupado com a formação cidadã dos alunos para ação e atuação em sociedade. Os autores de língua espanhola costumam utilizar a expressão “Alfabetización Científica” (Díaz, Alonso e Mas, 2003, Cajas, 2001, Gil-Pérez e Vilches-Peña, 2001); nas publicações em língua inglesa aparece o termo “Scientific Literacy” (Norris e Phillips, 2003, Laugksch, 2000, Hurd, 1998, Bybee, 1995, Bingle e Gaskell, 1994, Bybee e DeBoer, 1994); e, nas publicações francesas, encontramos o uso da expressão “Alphabétisation Scientifique” (Fourez, 2000, 1994, Astolfi, 1995).

Os autores brasileiros que usam a expressão “Letramento Científico” justificam sua escolha apoiando-se no significado do termo defendido por duas grandes pesquisadoras da Linguística: Angela Kleiman e Magda Soares. Soares (1998) define o conceito como o “*resultado da ação de ensinar ou aprender a ler e escrever: estado ou condição que adquire um grupo social ou um indivíduo como consequência de ter-se apropriado da escrita*” (p.18). Kleiman (1995) comenta sobre a complexidade do conceito, mas adota sua definição como sendo o “*conjunto de práticas sociais que usam a escrita enquanto sistema simbólico e enquanto tecnologia, em contextos específicos para objetivos específicos*” (p.19).

Nós utilizamos a expressão “Alfabetização Científica” baseadas na idéia de alfabetização concebida por Paulo Freire. Para o pedagogo, “*a alfabetização é mais que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler. É o domínio destas técnicas em termos conscientes. (...) Implica numa autoformação de que possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto.*” (p.111, 1980). Assim pensando, a alfabetização deve ser possibilitar ao analfabeto a capacidade de organizar seu pensamento de maneira lógica, além de auxiliar na construção de uma consciência mais crítica em relação ao mundo que o cerca.

### **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. 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. (p.90, tradução nossa).*

Em sua revisão, o autor procura convergir as idéias sobre a Alfabetização Científica com o objetivo de refinar o conceito e, por meio do levantamento realizado, podemos identificar pontos comuns entre as diversas definições. É interessante notar, por exemplo, que ao longo dos anos certos padrões mantiveram-se sempre como requisitos para se considerar um cidadão como alfabetizado cientificamente.

Entre estas confluências, identificamos três pontos como aqueles que mais são considerados ao se pensar a alfabetização científica. Temos chamado estes pontos de ***Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica***, pois são eles que nos servem de apoio na idealização, planejamento e análise de propostas de ensino que almejem a AC.

O primeiro dos eixos estruturantes refere-se à ***compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais*** e a importância deles reside na necessidade exigida em nossa sociedade de se compreender conceitos-chave como forma de poder entender até mesmo pequenas informações e situações do dia-a-dia. O segundo eixo preocupa-se com a ***compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática***, pois, em nosso cotidiano, sempre nos defrontamos com informações e conjunto de novas circunstâncias que nos exigem reflexões e análises considerando-se o contexto antes de proceder. Deste modo, tendo em mente a forma como as investigações científicas são realizadas, podemos encontrar subsídios para o exame de problemas do dia-a-dia que envolvam conceitos científicos ou conhecimentos advindos deles. O terceiro eixo estruturante da AC compreende o ***entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente*** e perpassa pelo reconhecimento de que quase todo fato da vida de alguém tem sido influenciado, de alguma maneira, pelas ciências e tecnologias. Neste sentido, mostra-se fundamental de ser trabalhado quando temos em mente o desejo de um futuro saudável e sustentável para a sociedade e o planeta.

Estes três pontos aparecem em diversos trabalhos citados por Laugksch<sup>†</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 cientificamente.

## **A Alfabetização Científica e o Ensino Fundamental**

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 capaz de 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

---

<sup>†</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).

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.

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).

### **Argumentação em Sala de Aula: Construindo e Expressando as Relações CTSA**

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, estamos cientes de que a argumentação 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. Para este trabalho em particular, sua importância está estreitamente relacionada ao fato de que será a argumentação o meio pelo qual poderemos encontrar 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 sua 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 para a observação da estrutura dos argumentos, usaremos os trabalhos de Lawson (2000, 2002) que, do estudo de textos e relatos de grandes acontecimentos, propôs 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.

Jiménez-Aleixandre, Bugallo Rodríguez e Duschl (2000), analisando a capacidade de os alunos desenvolverem argumento em aula, procuram distinguir os momentos em que as ações deles evidenciam diferenças entre a cultura científica e a cultura escolar, ou seja, momentos em que os alunos “falam e fazem ciência” e momentos em que realizam tarefas de aula. Neste estudo, os autores mostram a estrutura que desenvolveram para a análise das operações argumentativas. Este instrumento apresenta

um conjunto de operações epistemológicas que mostram as relações entre diversas fontes e formas de ações para se fazer ciência:

Indução		Procura por padrões, regularidades
Dedução		Identificação de exemplos particulares de leis, regras
Causalidade		Relação causa-efeito, procura por mecanismo, predição
Definição		Manifestação de entendimento de um conceito
Classificação		Agrupamento de objetos, organismos de acordo com critérios
Apelo a	Analogia Exemplo Atributo Autoridade	Apelo a analogias, exemplos ou atributos como uma forma de explicação
Consistência	Com outro conhecimento Com experiência Compromisso com consistência Metafísica	Fatores de consistência, particular (com a experiência) ou geral (necessário para explicações similares)
Plausibilidade		Afirmação ou avaliação de seu próprio conhecimento ou do conhecimento dos outros

Tabela 1. Operações Epistemológicas propostas por Jiménez-Aleixandre, Bugallo Rodríguez e Duschl (2000, p.768, tradução nossa)

Por meio da análise realizada em seu trabalho, estes autores nos mostram que as operações epistemológicas por eles propostas são elementos que caracterizam a condução da argumentação e o que permitem que tal argumento ganhe consistência e coerência ao longo da apresentação e defesa de uma idéia.

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.

### 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. As habilidades a que nos referimos também devem cooperar em nossas observações e análise de episódios em sala de aula para elucidar o modo como um aluno reage e age quando se depara com algum problema durante as discussões. Acreditamos existir alguns indicadores de que estas habilidades estão sendo trabalhadas e desenvolvidas entre os alunos, ou seja, alguns indicadores da Alfabetização

Científica, que devem ser encontrados durante as aulas de Ciências e que podem nos fornecer evidências se o processo de Alfabetização Científica está se desenvolvendo entre estes alunos.

### O que são os Indicadores da Alfabetização Científica?

Nossos *indicadores* têm a função de nos mostrar algumas destrezas que devem ser trabalhadas quando se deseja colocar a AC em processo de construção entre os alunos. Estes indicadores são algumas competências próprias das ciências e do fazer científico: competências comuns desenvolvidas e utilizadas para a resolução, discussão e divulgação de problemas em quaisquer das Ciências quando se dá a busca por relações entre o que se vê do problema investigado e as construções mentais que levem ao entendimento dele. Assim sendo, reforçamos nossa idéia de que o ensino de ciências deva ocorrer por meio de atividades abertas e investigativas nas quais os alunos desempenhem o papel de pesquisadores.

Como nosso olhar está voltado para os primeiros anos do Ensino Fundamental, contamos com a curiosidade, a perspicácia e a sagacidade próprias das crianças desta faixa etária como motores de propulsão para as diversas e diferentes formas de buscar resolver problemas e explicá-los aos demais. Tendo isso, e atividades de ciências verdadeiramente estimulantes e interessantes como fator de motivação para o trabalho, os alunos deverão fazer uso de diferentes *indicadores* em cada situação, conforme a tarefa com a qual estejam envolvidos.

Arranjamos os indicadores em três grupos. Cada um destes grupos representa um bloco de ações que são colocadas prática quando há um problema a ser resolvido.

Um dos grupos de indicadores relaciona-se especificamente ao trabalho com os dados obtidos em uma investigação. Incorpora, então, as ações desempenhadas nas tarefas de organizar, classificar e seriar estes dados: a *seriação de informações* é um indicador que não necessariamente prevê uma ordem a ser estabelecida, mas pode ser um rol de dados, uma lista de dados trabalhados. Deve surgir quando se almeja o estabelecimento de bases para a ação. A *organização de informações* ocorre nos momentos em que se discute sobre o modo como um trabalho foi realizado. Este indicador pode ser vislumbrado quando se busca mostrar um arranjo para informações novas ou já elencadas anteriormente. Por isso, este indicador pode surgir tanto no início da proposição de um tema quanto na retomada de uma questão. A *classificação de informações* ocorre quando se busca conferir hierarquia às informações obtidas. Constitui-se em um momento de ordenação dos elementos com os quais se está trabalhando procurando uma relação entre eles.

Estes três indicadores são altamente importantes quando há um problema a ser investigado, pois é por meio deles que se torna possível conhecer as variáveis envolvidas no fenômeno mesmo que, neste momento, o trabalho com elas ainda não esteja centralizado em encontrar relações entre elas e o porquê de o fenômeno ter ocorrido tal como se pôde observar.

Outro grupo de indicadores engloba dimensões relacionadas à estruturação do pensamento que molda as afirmações feitas e as falas promulgadas durante as aulas de Ciências; demonstram ainda formas de organizar o pensamento indispensáveis quando se tem por premissa a construção de uma idéia lógica e objetiva para as relações que regulam o comportamento dos fenômenos naturais. São dois os indicadores deste grupo: o *raciocínio lógico* compreende o modo como as idéias são desenvolvidas e apresentadas e está diretamente relacionada à forma como o pensamento é exposto; e o *raciocínio proporcional* que, como o raciocínio lógico, dá conta de mostrar como se estrutura o pensamento, e

refere-se também à maneira como variáveis têm relações entre si, ilustrando a interdependência que pode existir entre elas.

Por fim, no outro grupo concentram-se os indicadores ligados mais diretamente à procura do entendimento da situação analisada. Devem surgir em etapas finais das discussões, pois caracterizam-se por serem o trabalho com as variáveis envolvidas no fenômeno e a busca por relações capazes de descreverem as situações para aquele contexto e outros semelhantes. Fazem parte deste grupo os seguintes indicadores da AC: levantamento de hipótese, teste de hipótese, justificativa, previsão, explicação.

O **levantamento de hipóteses** aponta instantes em que são alçadas suposições acerca de certo tema. Este levantamento de hipóteses pode surgir tanto da forma de uma afirmação como sendo uma pergunta (atitude muito usada entre os cientistas quando se defrontam com um problema). O **teste de hipóteses** concerne nas etapas em que se coloca à prova as suposições anteriormente levantadas. Pode ocorrer tanto diante da manipulação direta de objetos quanto no nível das idéias, quando o teste é feito por meio de atividades de pensamento baseadas em conhecimentos anteriores. A **justificativa** aparece quando em uma afirmação qualquer proferida lança mão de uma garantia para o que é proposto; isso faz com que a afirmação ganhe aval, tornando mais segura. O indicador da **previsão** é explicitado quando se afirma uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos. A **explicação** surge quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas. Normalmente a explicação sucede uma justificativa para o problema, mas é possível encontrar explicações que não se recebem estas garantias. Mostram-se, pois, explicações ainda em fase de construção que certamente receberão maior autenticidade ao longo das discussões.

Vale a pena ressaltar que a presença de um indicador não inviabiliza a manifestação de outro. Ao contrário: durante as argumentações em sala de aula nas quais os alunos tentam explicar ou justificar uma idéia, é provável que os indicadores demonstrem suporte e apoio a explanação que está sendo feita.

## **Nossa Proposta de Ensino**

Preocupamo-nos 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 “Presa 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.

### **Metodologia de Pesquisa**

Como o 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. Com o propósito de manter oculta a identidade dos alunos, novos nomes foram dados a cada um deles.

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 de ensino selecionados**

A seleção dos episódios que serão analisados foi realizada tendo por base os propósitos que pretendemos alcançar com este breve trabalho. Destacamos dois momentos de duas das aulas da seqüência gravada. O primeiro episódio 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 traz as discussões passadas 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.

### **A Análise de Alguns Episódios de Ensino em Busca dos Indicadores da AC**

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.

**Primeiro episódio**

O primeiro episódio apresentado retrata discussões estabelecidas em sala de aula a respeito da vida marinha que pode ser levada pela água de lastro. Os debates desta aula giram em torno da leitura do texto “Vida Marinha na Água de Lastro”, em especial, um importante parágrafo do texto onde é apresentada a possibilidade de um ser vivo transportado pela água de lastro passar a viver em um ambiente no qual, anteriormente, não havia seres de sua espécie. A professora pede aos alunos que comentem o porquê de julgarem importante esta informação e observamos respostas com idéias semelhantes: o ser vivo inserido em um novo ambiente pode acarretar modificações para aquele local e os seres vivos já existentes ali.

Turno	Falas transcritas	Breve análise	Indicadores
127	Professora: É? Mais alguém quer comentar esta parte? Marina, quer comentar desta parte? Tá, então vamos seguir. (volta a ler) “Alguns desses seres vivos podem morrer dentro do próprio tanque de lastro devido às condições internas pouco favoráveis a sua sobrevivência. Mas, alguns destes pequenos seres vivos, conseguem sobreviver a longas viagens. E quando o navio pára em um porto, seus tanques são esvaziados, tais seres vivos são despejados na água, em um local diferente do que habitavam, e onde talvez não existissem animais de sua espécie anteriormente.” Você marcou esta parte, Marina?		
128	Marina: Marquei.		
129	Professora: Por quê?		
130	Marina: Porque é... Porque alguns desses animais são do mar e que são sugados pelas bombas, pelo lastro, é, uns morrem e outros que conseguem alimento, eles sobrevivem. E, é, se algum bichinho comeu alguma parte daquele peixe que morreu e que foi deixado no fundo do mar, né, é,... ele pode não achar nenhum macho para se reproduzir.	Argumentação: nível 3 (Driver e Newton, 1997) Operações Epistemológicas (OE): Causalidade	Explicação Levantamento de hipótese Justificativa Previsão Raciocínio lógico
131	Professora: Davi, por que que você marcou esta parte?		
132	Davi: Por causa que eles, eles podem, dentro do tanque, achar um espaço bem pequeno para eles e quando eles chegam no lugar, eles são despejados, eles podem (inaudível), pode ser diferente para eles.	Argumentação: nível 0 OE: Indução	Levantamento de hipótese Explicação
133	Professora: Muito bem. Igor, por que que você marcou esta parte?		
134	Igor: Por causa que assim. É, aquele animal, ele come aquele alimento daquela região, aí ele sobreviveu no lastro e vai pra um lugar onde não tem aquele alimento, ele pode morrer.	Argumentação: nível 1 OE: Dedução	Organizar informações Raciocínio lógico Explicação Previsão Justificativa
135	Professora: (concordando) Ele pode morrer. Daniel.		
136	Daniel: Por causa que, é, se um, se um animal come o outro no lastro, quando o lastro vai ser despejado, ou pode poluir aquela parte, senão prejudica os outros seres que estão vivendo ali.	Argumentação: nível 1 OE: Dedução	Levantamento de hipótese Raciocínio lógico Previsão
137	Professora: (dando ênfase à fala do aluno) Que estão vivendo naquela parte. Raquel.		
138	Raquel: Porque se eles morrem, eles poluem a água...	Argumentação: nível 1 OE: Causalidade	Levantamento de hipótese Raciocínio lógico

Neste episódio, alunos e professora conversam sobre os trechos destacados e a professora os instiga a compreender as informações do texto, criando explicações e relações entre elas e conhecimentos anteriores que eles já possuem.

Após a leitura de mais um trecho do texto pela professora, Marina, no turno 130, comenta o porquê de ter selecionado aquele excerto.

*“Porque é... Porque alguns desses animais são do mar e que são sugados pelas bombas, pelo lastro, é, uns morrem e outros que conseguem alimento, eles sobrevivem. E, é, se algum bichinho comeu alguma parte daquele peixe que morreu e que foi deixado no fundo do mar, né, é,... ele pode não achar nenhum macho para se reproduzir.”*

Como sua fala é bastante cheia de informações, com o objetivo de melhorar nossa compreensão de suas idéias, realizaremos a análise das duas frases separadamente.

O primeiro trecho (*“Porque é... Porque alguns desses animais são do mar e que são sugados pelas bombas, pelo lastro, é, uns morrem e outros que conseguem alimento, eles sobrevivem”*) mostra a construção de uma **explicação**. Esta explicação começa com a exposição de uma **hipótese** expressa pela sentença: *“alguns desses animais são do mar e que são sugados pelas bombas, pelo lastro”*. Associada a esta hipótese, Marina mostra uma **justificativa** que fornece autenticidade à primeira: *“que são sugados pelas bombas, pelo lastro”*. Com estas informações postas em jogo, ela estabelece uma **previsão** relacionada ao destino dos seres vivos que foram levados pela água de lastro: *“uns morrem e outros que conseguem alimento, eles sobrevivem”*. E vinculada a si, a explicação contém uma **justificativa** que refuta a possível morte desses animais e cria uma condição para o caso daqueles que vêm a sobreviver: *“outros que conseguem alimento”*.

Nesta primeira parte de sua exposição, percebemos que Marina constrói seu argumento de forma lógica e isso fica evidente quando pensamos no padrão de argumentação proposto por Toulmin (op.cit.):

Marina parte de um **dado** expresso como *“Porque alguns desses animais são do mar e que são sugados pelas bombas, pelo lastro”*. Desta alegação ela tira sua **conclusão**: *“uns morrem”*, mas essa conclusão não funcionaria para caso em que a realidade apresentar uma **condição de refutação** que ela expressa ao dizer: *“outros que conseguem alimento, eles sobrevivem”*.

Com tudo isso, percebemos o uso de cinco indicadores da AC por Marina neste primeiro excerto: o **raciocínio lógico** para estruturar as idéias explicitadas; a **explicação** de uma idéia; o **levantamento de hipótese** sobre uma situação que deseja apresentar; a presença de **justificativas** para dar autenticidade às duas colocações; e o estabelecimento de **previsão** que decorre dos pensamentos expostos.

Vale dizer também que esta sua colocação inicial pode ser classificada como pertencente ao nível 3 de argumentação, conforme Driver e Newton (op.cit.), e que Marina busca estabelecer uma relação causa/efeito para suas idéias, o que nos indica que ela utiliza uma das operações epistemológicas (Jiménez-Aleixandre *et al*, 2000), a **causalidade**.

Na segunda parte de sua afirmação, Marina diz: *“E, é, se algum bichinho comeu alguma parte daquele peixe que morreu e que foi deixado no fundo do mar, né, é,... ele pode não achar nenhum macho para se reproduzir”*. É um trecho construído de maneira inconsistente e incoerente, por isso mostra informações sem nexos, que não estão logicamente relacionadas. Notamos somente o

**levantamento de hipótese** para apresentar suas idéias: “*E, é, se algum bichinho comeu alguma parte daquele peixe que morreu e que foi deixado no fundo do mar*”, mas a colocação inserida logo na seqüência não se relaciona com o primeiro argumento, o que nos mostra a falta de coerência entre suas afirmações. Por este motivo, neste segundo momento, a afirmação de Marina é simples, sem justificativas e ela utiliza somente um indicador da AC: o **levantamento de hipótese** para a situação.

Em seguida, no turno 132, é a vez de Davi expressar suas idéias:

*“Por causa que eles, eles podem, dentro do tanque, achar um espaço bem pequeno para eles e quando eles chegam no lugar, eles são despejados, eles podem (inaudível), pode ser diferente para eles.”*

Por sua colocação, podemos afirmar a presença dos seguintes elementos: o início de seu argumento demonstra uma **hipótese levantada** para a situação: “*Por causa que eles, eles podem, dentro do tanque, achar um espaço bem pequeno para eles*”. Davi então constrói uma **explicação**: “*e quando eles chegam no lugar, eles são despejados, eles podem (inaudível), pode ser diferente para eles*”. Sua explicação não se relaciona diretamente com a idéia proposta pela hipótese e também não recebe qualquer justificativa que lhe forneça autenticidade. Por este motivo, é uma explicação pouco convincente, pois todo o seu argumento é desprovido de coerência interna.

Isso fica evidente se olharmos sua fala tendo em mente o padrão de argumentação proposto por Toulmin (op.cit.):

O **dado** do qual Davi parte para apresentar sua idéia aparece quando ele diz que “*eles podem, dentro do tanque, achar um espaço bem pequeno para eles*”, mas este dado não se relaciona com as informações que se seguem, ou seja, ele não tece qualquer **conclusão** a partir de sua alegação. As sentenças que ele profere em seguida são simples afirmações que não conjugam com as informações anteriores.

Por se tratar de afirmações simples, sem justificativas, classificamos seu argumento como pertencente ao nível 0 de argumentação tal como proposto por Driver e Newton (op.cit.). Quanto às operações epistemológicas propostas por Jiménez-Aleixandre *et al* (op.cit.), notamos que Davi procura um padrão capaz de regular o fenômeno, assim, podemos dizer que em sua afirmação ele realiza uma **indução**.

Os indicadores da AC que percebemos serem utilizados por Davi são: o **levantamento de hipótese** e a **explicação**.

No turno 134, Igor expressa suas opiniões:

*“Por causa que assim. É, aquele animal, ele come aquele alimento daquela região, aí ele sobreviveu no lastro e vai pra um lugar onde não tem aquele alimento, ele pode morrer.”*

Podemos observar que toda a fala de Igor é uma **explicação** construída para a situação investigada.

Igor faz referência, inicialmente, a um conhecimento previamente adquirido a partir do qual sua construção se torna possível: “*aquele animal, ele come aquele alimento daquela região, aí ele sobreviveu no lastro e vai pra um lugar onde não tem aquele alimento, ele pode morrer*”. O uso deste conhecimento prévio demonstra que o aluno **organiza as informações** que possui para que, a partir delas, possa dar continuidade à sua afirmação e, assim, estabelecer uma **previsão** para acontecimentos

decorrentes deste cenário: “*ele pode morrer*”. Sua previsão recebe autenticidade devido à **justificativa** que Igor também apresentou: “*vai pra um lugar onde não tem aquele alimento*”.

Percebemos ainda que há uma lógica interna que confere estrutura à sua exposição. Isso pode ser observado quando consideramos o padrão de argumentação de Toulmin (op.cit.):

O **dado** que Igor alega é apresentado em sua colocação “*ele come aquele alimento daquela região*”. A **conclusão** a que ele chega com este dado é a de que “*ele pode morrer*” e, para tanto, Igor recorre a uma **garantia** expressa pela frase: “*ai ele sobreviveu no lastro e vai pra um lugar onde não tem aquele alimento*”.

Igor utiliza cinco indicadores da AC: ele parte da **organização das informações** que possui para, com elas, construir uma **explicação** por meio da qual estabelece uma **previsão** relacionada ao fenômeno e fornece uma **justificativa** à sua idéia como forma de tornar mais autêntica sua colocação. Por se tratar de uma construção coerente e consistente, podemos afirmar ainda que Igor fez uso do **raciocínio lógico** para a estruturação de suas idéias.

Por fim, é possível dizer que o argumento de Igor é uma afirmação justificada, o que nos permite classificá-la como uma argumentação do nível 1, conforme Driver e Newton (op.cit.). Se levarmos em conta as operações epistemológicas propostas por Jiménez-Aleixandre *et al* (op.cit.), podemos dizer que Igor realiza uma **dedução**, pois seu argumento demonstra a identificação de um exemplo particular de lei para esta situação por ele exposta.

O turno de 136 mostra uma colocação de Daniel. Ele afirma:

*“Por causa que, é, se um, se um animal come o outro no lastro, quando o lastro vai ser despejado, ou pode poluir aquela parte, senão prejudica os outros seres que estão vivendo ali.”*

Inicialmente, Daniel **levanta uma hipótese**: “*se um, se um animal come o outro no lastro, quando o lastro vai ser despejado*”. Considerando esta hipótese como válida, ele elabora uma **previsão** decorrente: “*ou pode poluir aquela parte, senão prejudica os outros seres que estão vivendo ali*”. É uma fala logicamente estruturada e isso pode ser percebido por meio do padrão de argumentação de Toulmin (op.cit.):

O **dado** do qual Daniel parte é apresentado quando ele diz: “*Por causa que, é, se um, se um animal come o outro no lastro*”. Com esta alegação, ele estabelece uma **conclusão**: “*ou pode poluir aquela parte, senão prejudica os outros seres que estão vivendo ali*” e esta conclusão recebe uma **garantia** que a autentica quando Daniel afirma: “*quando o lastro vai ser despejado*”.

Após estes apontamentos, percebemos que o aluno fez uso de três indicadores da AC em sua exposição: o **levantamento de uma hipótese** que permitiu o estabelecimento de uma **previsão**. Por expor suas idéias de maneira clara e coerente, notamos também o uso do **raciocínio lógico**.

Vale notar que sua afirmação não apresenta nenhuma justificativa, e, por isso, podemos classificá-la como pertencente ao nível 0 de argumentação de Driver e Newton (op.cit.). Além disso, sua fala nos demonstra a identificação de uma regra, o que nos permite dizer que, conforme Jiménez-Aleixandre *et al* (op.cit.), Daniel fez uso da operação epistemológica que evidencia a **dedução**.

A próxima colocação é de Raquel que, no turno 138, afirma:

*“Porque se eles morrem, eles poluem a água...”*

Sua afirmação é formada por um único elemento: o **levantamento de hipótese**.

De qualquer modo, sua construção tem estrutura lógica e podemos verificar isso quando temos em mente o padrão hipotético-dedutivo (Lawson, op.cit.):

*Porque se eles morrem, [então] eles poluem a água...*

Podemos afirmar que Raquel utilizou dois indicadores da AC em sua explanação: o **levantamento de hipótese** para uma situação e o uso do **raciocínio lógico** para a estruturação de sua idéia.

É interessante notar que a aluna demonstra a busca por uma relação do tipo causa/efeito para a situação que explora, por isso podemos identificar o uso de uma das operações epistemológicas propostas por Jiménez-Aleixandre *et al* (op.cit.): a **causalidade**. Vale notar também que sua afirmação não é justificada, o que nos leva a classificá-la no nível 0 de argumentação, conforme Driver e Newton (op.cit.).

## Segundo episódio

O segundo episódio ocorreu na aula 9 e traz as discussões suscitadas após a análise da tabela gerada a partir do jogo “Presa e Predador”.

A aula inicia-se com uma discussão em pequenos grupos. Neste momento, eles devem responder às questões referentes ao jogo tendo como material de apoio a tabela com os dados. Em um segundo momento da aula mostra uma discussão geral com a sala em que a professora solicita aos alunos que apresentem seus resultados e opiniões.

Turno	Falas transcritas	Breve análise	Indicadores
83	Professora: Pessoal, olhem a segunda rodada. A população de tapitis, ela estava aumentando, ela estava diminuindo ou ela estava, ou ela tinha alcançado o <i>máximo</i> do que ela podia ter alcançado antes?	Pergunta retórica	Organizar informações
84	Eric: (imitando a professora) Máximo.		
85	Professora: Fala, Davi.		
86	Davi: Tava aumentando.	Argumentação: nível 0	Organizar informações
87	Professora: (concordando) Tava aumentando, né? Na segunda. Tava de 9, na primeira passou pra 14. E lá na a última rodada que tava de 7 jaguatiricas, quantos tapitis tinham?	Pergunta retórica	Organizar informações
88	Aluno desconhecido: 9 e 12.	Argumentação: nível 0	Organizar informações
89	Davi: 9.	Argumentação: nível 0	Organizar informações
90	Professora: 9 tapitis. E a população de plantas, como é que estava? Na segunda rodada?	Pergunta retórica	Organizar informações
91	Júnior: 7 e 7.	Argumentação: nível 0	Organizar informações
92	Professora: Tava diminuindo. E na sexta rodada? Tinha...?	Pergunta retórica	Organizar informações
93	Davi: Aumentado.	Argumentação: nível 0	Organizar informações
94	Professora: (concordando) Aumentado de novo. Como é que vocês explicam esse resultado? (pausa) Como é que vocês	Uso de termo apropriado	Classificar informações

	explicam essa movimentação, essa variação?		
95	Breno: Que que é variação?		
96	Professora: Variar, de aumentar, de diminuir. Fala, Luciano.		Classificar informações
97	Luciano: É por causa que um animal, ele nunca sempre vai, ele nunca sempre vai diminuir.	Argumentação: nível 0 OE: indução; consistência com a experiência	Explicação
98	Professora: (pedindo ao aluno para esperar) Luciano.		
99	Guilherme: É isso que eu ia falar.		
100	Professora: (chegando ao grupo) Tudo bem nesse grupo?		
101	Edson: Tudo bem.		
102	Professora: Vocês podem abrir o material, por favor? Obrigada. Desculpa, Luciano, fala.		
103	Luciano: É por causa que, tipo assim, você tem assim, né? As jaguatiricas, elas... Se elas são 14, se elas comer mais 14, elas vão virar 28. Então não dá pra sempre ficar com o mesmo número. Ou ela vai aumentar ou ela vai abaixar. Por causa que nem sempre as jaguatiricas vão comer os tapitis, nem sempre os tapitis vão comer as plantas e nem sempre eles vão deixar de comer.	Argumentação: nível 4 OE: Apelo a exemplo; consistência com a experiência; plausibilidade.	Raciocínio lógico Raciocínio proporcional Levantamento de hipótese Teste de hipótese Justificativa Explicação Previsão
104	Professora: Eu fiquei confusa aí com esse final?		
105	Luciano: É por causa de que... é...		
106	Professora: Fala de novo. (chamando a atenção de outro aluno) Ô Guilherme, se você continuar atrapalhando, eu vou ser obrigada a pedir para você sair. É o último aviso que eu te dou. O Luciano falou e eu não consegui entender o que ele falou porque você estava falando do lado de cá. Então a próxima vez que eu chamar a sua atenção, vai ser pra pedir pra você se retirar. E você vai junto, viu, Breno, se continuar na onda dele. Desculpa, Luciano, me explica essa última parte aí de “nem sempre, nem sempre” que você falou aí.	Professora adverte o comportamento dos alunos e pedem que prestar atenção ao que o colega diz	
107	Luciano: É que é assim: Nem sempre um animal vai ter aquele mesmo número, por causa que uns vão conseguir se alimentar e outros, não, então vai variar.	Argumentação: nível 1 OE: Causalidade	Raciocínio lógico Explicação Justificativa Previsão

As discussões estabelecidas neste episódio abrangem noções que foram discutidas no episódio anteriormente analisado e mostram preocupações em compreender de modo mais geral as relações existentes entre as espécies do jogo “Presas e Predador”. Características de interdependências entre as variáveis começam a ser colocadas em pauta para que se tenha uma idéia mais completa da dinâmica da flutuação das espécies.

Vale perceber que há dois momentos distintos neste mesmo episódio: o primeiro momento ocorre entre os turnos 83 e 96 e é fortemente centrado na figura da professora; e o segundo momento tem início no turno 97 quando o centro da discussão passa a ser as opiniões expressas pelos alunos.

No primeiro momento deste episódio de ensino, as perguntas da professora tendem a fazer com que os alunos, examinando os dados da tabela, possam perceber o que ocorre a uma espécie tendo em vista o comportamento da outra. Deste modo, a professora consegue fazer com que os alunos tomem consciência das relações existentes entre os participantes do jogo e as variáveis que podem influenciar e ocasionar as mudanças em cada grupo.

São perguntas retóricas, mas não é por isso que deixam de ser essenciais para o bom encaminhamento da discussão: para respondê-las, os alunos precisam examinar a tabela com os dados; e, com isso, ela proporcionou que os alunos tivessem que utilizar ao menos um dos indicadores da AC: a **organização de informações**.

Eis então o mérito das questões da professora neste primeiro momento: com estas perguntas, ela levou os alunos a realizarem uma leitura minuciosa dos dados alocados na tabela, pois não bastava olhar somente para um determinado quadro, era necessário também confrontar o número de indivíduos de uma espécie com outra e o número de indivíduos em cada rodada. Deste modo, a professora promove oportunidades para que os alunos construam consciência da dinâmica entre as populações e como a mudança em cada uma delas poderia representar alterações nas outras duas.

Associadas às colocações da professora, os alunos fazem suas interferências. Elas são pontuais e se caracterizam por serem afirmações sem quaisquer justificativas, o que nos permite classificá-las como pertencente ao nível 0 de argumentação proposto por Driver e Newton (1997).

Em seguida, a professora começa a fazer questões mais específicas ao motivo de cada um dos comportamentos associados à dinâmica do jogo. É, então, aquele a que chamamos de segundo momento deste episódio, marcado por respostas mais abrangentes dados pelos alunos que demonstram um outro tipo de relação com os dados: a busca por explicação para o fenômeno visto.

Isso ficará mais claro ao se olhar com cuidado os próximos turnos, lembrando que o objetivo da professora ainda é fazer com que os alunos explicitem as relações que podem ser estabelecidas entre as populações de tapitis e jaguatiricas ao longo do jogo.

O turno 94 mostra-se especialmente interessante pelo fato de que a professora procura fazer, com ajuda das questões, que os alunos **classifiquem informações**, mas em meio à sua colocação, utiliza um termo – variação – desconhecido de alguns alunos:

*Aumentando de novo. Como é que vocês explicam esse resultado? (pausa) Como é que vocês explicam essa movimentação, essa variação?*

Um aluno, então, solicita uma explicação da professora quanto ao significado da palavra “variação”. A isso segue um momento em que ela expõe sinônimos para o verbete.

No turno 97, podemos notar a fala do aluno Luciano no início de uma explanação que observaremos até o turno 107. Ele responde à pergunta da professora sobre o porquê das variações no número de indivíduos de cada espécie ao longo das rodadas:

*“É por causa que um animal, ele nunca sempre vai, ele nunca sempre vai diminuir.”*

Sua fala, apesar de ter sido expressa de maneira confusa, mostra um ponto de vista que merece destaque: Luciano afirma que uma espécie nunca verá o número de seus indivíduos somente diminuir. Deste modo, ele constrói uma **explicação** para o problema da variação mencionado turnos atrás pela professora.

Caracteriza-se por ser uma explicação para a pergunta feita pela professora no turno 94. É também uma afirmação isolada, sem justificativas e, por isso, seu argumento pode ser enquadrado no nível 0 de argumentação (Driver e Newton, 1997) e apresenta uma **indução** que, em conformidade com Jiménez-Aleixandre *et al* (2000), encontra **consistência com a experiência**.

Seguem alguns instantes nos quais a professora solicita que um dos grupos volte a sua atenção para as discussões que estão sendo estabelecidas entre ela e os demais alunos.

Na seqüência, no turno 103, Luciano dá continuidade às suas idéias:

*“É por causa que, tipo assim, você tem assim, né? As jaguatiricas, elas... Se elas são 14, se elas comer mais 14, elas vão virar 28. Então não dá pra sempre ficar com o mesmo número. Ou ela vai aumentar ou ela vai abaixar. Por causa que nem sempre as jaguatiricas vão comer os tapitis, nem sempre os tapitis vão comer as plantas e nem sempre eles vão deixar de comer.”*

Olhando atentamente para as falas de Luciano nos dois turnos (97 e 103), percebemos que esta sua segunda colocação fornece toda a justificativa necessária à primeira colocação, que, embora proferida anteriormente, é a conclusão do pensamento que o aluno proclama agora.

Esta sua afirmação inicia-se com o **levantamento de uma hipótese** e uma projeção a ela associada que demonstra como seria o **teste** da mesma: *“As jaguatiricas, elas... Se elas são 14, se elas comer mais 14, elas vão virar 28”*. Trata-se de uma hipótese porque em momento algum do jogo “Presas e Predador” houve uma situação como a descrita; ou seja, embora sua idéia seja consistente com a experiência, seu exemplo não relata algo de tenha verdadeiramente ocorrido durante a realização da atividade.

Intrinsecamente associada a sua hipótese, o aluno constrói uma **explicação** para aquele comportamento idealizado: *“Então não dá pra sempre ficar com o mesmo número”*. Sua idéia ainda ganha mais confiabilidade pela inserção de uma **justificativa**: *“Por causa que nem sempre as jaguatiricas vão comer os tapitis, nem sempre os tapitis vão comer as plantas e nem sempre eles vão deixar de comer”*. Unindo todos estes elementos, ao se referir ao porquê da variação, Luciano apresenta uma **previsão** que decorre da explicação dada: *“Ou ela vai aumentar ou ela vai abaixar.”*

Para tornar clara a exposição feita por Luciano, reorganizamos suas idéias, apresentando-as na forma proposta por Toulmin (op.cit.):

Como dissemos, seu pensamento exposto no turno 97 é a sua **conclusão** de que o número de indivíduos de uma espécie deve variar ao longo do tempo: *“É por causa que um animal, ele nunca sempre vai, ele nunca sempre vai diminuir.”*. Esta mesma idéia é repetida no turno 103: *“não dá pra sempre ficar com o mesmo número”*. Para convencer seus interlocutores sobre as afirmações que faz, Luciano apresenta-nos o **dado** sobre o qual irá trabalhar: *“se elas são 14, se elas comer mais 14, elas vão virar 28”*. Para ele, então *“ou ela vai aumentar ou ela vai abaixar”* e a **garantia** apresentada é a de que *“não dá pra sempre ficar com o mesmo número”*, considerando seu **conhecimento básico** de que *“nem sempre as jaguatiricas vão comer os tapitis, nem sempre os tapitis vão comer as plantas e nem sempre eles vão deixar de comer.”*

Nesta argumentação, fica explícita a tentativa de Luciano em quantificar o problema da variação no número de indivíduos de uma população como forma de melhor explicar como compreende a questão. Para tanto, lembrando das operações epistemológicas de Jiménez-Aleixandre *et al* (op. cit),

percebemos o **apelo a um exemplo** que possui **consistência com a experiência** fornecendo **plausibilidade** a sua argumentação.

O uso destas operações epistemológicas permitiu que Luciano tecesse uma justificativa bastante coesa para corroborar sua afirmação – a de que é muito pouco provável, na situação proposta, que uma espécie apresente sempre o mesmo número de indivíduos – além de nos demonstrarem a explicitação de um julgamento baseado nas várias afirmações apresentadas. Neste sentido, seu argumento insere-se no nível 4 de argumentação, de acordo com Driver e Newton (op. cit).

Podemos notar sete dos indicadores da AC sendo utilizados por Luciano: ele **levanta hipóteses** para o problema e planeja um **teste para estas hipóteses**. A partir disso, mostra **justificativas** para suas afirmações que permitem a construção de uma **explicação** bem como o estabelecimento de **previsão** para outros fenômenos. O que confere estrutura a toda essa sua explanação são o **raciocínio lógico**, que atribui coerência à argumentação, e o **raciocínio proporcional**, permitindo que se perceba a relação entre as variáveis analisadas e a flutuação nas quantidades de indivíduos de cada espécie.

Para arrematar sua exposição, Luciano conclui, por fim, no turno 107:

*“É que é assim: Nem sempre um animal vai ter aquele mesmo número, por causa que uns vão conseguir se alimentar e outros, não, então vai variar.”*

Logo no início de sua fala, Luciano apresenta sua **explicação** para a pergunta feita pela professora sobre os motivos que levariam à variação no número de indivíduos de cada espécie: *“nem sempre um animal vai ter aquele mesmo número”*. Fornecendo garantia ao que foi dito, ele insere uma **justificativa** em sua fala ao afirmar que: *“por causa que uns vão conseguir se alimentar e outros, não”*. E estes dois elementos permitem que ele mostre a **previsão** que estabeleceu para outros fenômenos dada esta situação: *“então vai variar”*.

Como podemos observar, esta afirmação de Luciano encontra justificativas nela mesma, mas, se relembramos as colocações anteriores do aluno, é possível encontrar ainda mais coerência em seu raciocínio. Além disso, percebemos o uso de uma operação epistemológica (Jiménez-Aleixandre *et al*, op. cit), a **causalidade**, na tentativa de encontrar um mecanismo de causa e efeito para o problema investigado.

A busca por esta causalidade revela o uso de alguns indicadores da AC: a **explicação** como forma de tornar claras suas idéias, o uso da **justificativa** que promova legitimidade à sua colocação e a **previsão** de novos fenômenos para situações semelhantes a esta. Também é possível observar um padrão de argumentação do tipo *se/então/portanto* em sua fala, o que demonstra o uso do indicador **raciocínio lógico** durante sua compreensão da situação.

Cabe tecer mais um comentário a respeito desta fala de Luciano no turno 107: ainda no início deste episódio, no turno 94, ao perguntar aos alunos sobre o aumento e a diminuição do número de indivíduos de uma dada espécie ao longo das rodadas, a professora utiliza o termo **variação**. Esta palavra, tão importante para uma definição rigorosamente mais adequada do acontecimento passado, não havia sido utilizado, até então, por nenhum dos alunos.

Durante sua argumentação, Luciano apresenta indícios de que percebeu este comportamento, contudo continua a utilizar palavras como “aumenta”, “diminuir”, “abaixar” para justificar sua colocação. Somente no turno 107, quanto toda a sua justificação é realizada é que ele utiliza o termo e o faz corretamente.

Este fato oferece-nos uma boa evidência do importante papel do professor no comando das discussões e da necessidade de intervir, de maneira sutil, mas precisa, na tentativa de auxiliar no enriquecimento do vocabulário apropriado dos alunos.

## **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.

Vale notar que as discussões levaram os alunos a usarem as habilidades próprias do “fazer científico”, que aqui denominamos de indicadores da Alfabetização Científica. Esse fato nos demonstra que os alunos participantes destas discussões estão em processo de se alfabetizarem cientificamente e, portanto, as aulas aqui analisadas foram capazes de inseri-los em discussões próprias das Ciências. Outra observação que merece destaque neste nosso trabalho é o fato de que as atividades propostas suscitaram discussões nas quais foi possível aos alunos construir relações entre os conhecimentos das ciências, as tecnologias associadas a estes saberes e as conseqüências destes para a sociedade e meio-ambiente.

Pelas análises do presente artigo, percebemos grande parte dos indicadores da Alfabetização Científica serem utilizados. No primeiro episódio, notamos que os alunos constroem explicações bastante consistentes e coerentes sobre o que poderá ocorrer a seres vivos que forem transportados pela água de lastro e deixados em um novo ambiente com condições favoráveis à sua sobrevivência. A consistência e a coerência de suas explicações estão ligadas ao modo como as informações disponíveis foram utilizadas e conectadas pelos alunos. Estas relações mostram o uso de garantias para as proposições explicitadas na forma de justificativas e de previsões associadas aos fenômenos analisados.

No segundo episódio, pudemos encontrar um uso bastante amplo do indicador da Alfabetização Científica que se refere à organização de informações existentes e, após isso, encontramos a apresentação de construções que buscam explicar as idéias trabalhadas.

Além disso, encontramos nos dois episódios o uso do raciocínio lógico, que proporcionava coesão e coerência aos argumentos apresentados e do raciocínio proporcional pelos alunos como forma de entender e explicar as relações entre seres vivos. O uso de tais indicadores é importante não só por nos trazer evidências de que os alunos encaminham-se para a Alfabetização Científica, mas também porque representam habilidades importantes de serem trabalhadas em aulas de quaisquer disciplinas durante a escolarização dos alunos.

Por fim, é importante dizer que 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

- Astolfi, J.P., “Quelle Formation Scientifique pour l’École Primaire?”, **Didaskalia**, n.7, décembre, 1995.
- Auler, D. e Delizoicov, D., “Alfabetização Científico-Tecnológica Para Quê?”, **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v.3, n.1, junho, 2001.
- Bingle, W.H. e Gaskell, P.J., “Scientific Literacy for Decisionmaking and the Social Construction of Science Knowledge”, **Science Education**, v.78, n.2, 185-201, 1994.
- Brandi, A.T.E. e Gurgel, C.M.A., “A Alfabetização Científica e o Processo de Ler e Escrever em Séries Iniciais: Emergências de um Estudo de Investigação-Ação”, **Ciência & Educação**, v.8, n.1, 113-125, 2002.
- Bybee, R.W., “Achieving Scientific Literacy”, *The Science Teacher*, v.62, n.7, 28-33, 1995.
- \_\_\_\_\_ 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.
- Cajas, F., “Alfabetización Científica y Tecnológica: La Transposición Didáctica Del Conocimiento Tecnológico”, **Enseñanza de las Ciencias**, v.19, n.2, 243-254, 2001.
- Chalmers, A.F., *A Fabricação da Ciência*, São Paulo: Editora da Unesp, 1999.
- Chassot, A., **Alfabetização Científica – Questões e Desafios para a Educação**, Ijuí, Editora da Unijuí, 2000.
- Carvalho, A.M.P., “Building up Explanations in Science Teaching”, *International Journal of Science Education*, v.26, n.4, 2004.
- \_\_\_\_\_ e Gil-Pérez, D., *Formação de Professores de Ciências – Tendências e Inovações*, 6ª. ed, São Paulo, Cortez, 2001.
- \_\_\_\_\_, 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
- Díaz, J.A.A., Alonso, A.V. e Mas, M.A.M, “Papel de la Educación CTS en una Alfabetización Científica y Tecnológica para todas las Personas”, **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.2, n.2, 2003.
- 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.
- Freire. P., **Educação como prática da liberdade**, São Paulo: Paz e Terra, 1980.
- 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.
- Kleiman, A.B., “Modelos de Letramento e as Práticas de Alfabetização na Escola”, In: Kleiman, A.B. (org.), **Os Significados do Letramento – Uma nova perspectiva sobre a prática social da escrita**, Campinas: Mercado das Letras, 1995.
- 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.
- \_\_\_\_\_, “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.
- Mamede, M. e Zimmermann, E., **Letramento Científico e CTS na Formação de Professores para o Ensino de Física**, trabalho apresentado no XVI SNEF – Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Luís, 2007.
- Norris, S.P. e Phillips, L.M., “How Literacy in Its Fundamental Sense is Central to Scientific Literacy”, *Science Education*, v.87, n.2, 224-240, 2003.
- Santos, W.L.P. e Mortimer, E.F., “Tomada de Decisão para Ação Social Responsável no Ensino de Ciências”, *Ciência & Educação*, v.7, n.1, 95-111, 2001.
- Soares, M., **Letramento: um tema em três gêneros**, Belo Horizonte: Autêntica, 1998.
- 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.

Recebido em 22.10.07

Aceito em 06.07.08