

AS EXPLICAÇÕES NO ENSINO: UMA FORMA DE PROMOVER A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA EM SALA DE AULA?

Viviane Briccia

DCIE - Universidade Estadual de Santa Cruz – viviane@uesc.br

Resumo

Este trabalho apresenta inicialmente uma visão geral sobre as explicações na Ciência, procurando observar, segundo alguns trabalhos filosóficos, se realmente é papel da Ciência explicar. Apesar de alguns autores defenderem que a Ciência tem a função de explicar fenômenos do mundo físico, enquanto outros defendem que a Ciência apenas os descreve, quando nos remetemos à sala de aula, nos deparamos com o fato de que a explicação é uma tarefa muito utilizada, através das expressões orais dos estudantes e do professor e, pode, dependendo da maneira como é utilizada, ser uma aliada fundamental no processo de ensino e, inclusive para ajudar a promover uma alfabetização científica e a desenvolver diversas habilidades e competências no ensino de Ciências.

Palavras-chave: Explicações; Alfabetização Científica; Ensino de Ciências.

Abstract

This work is concerned primarily with providing a general view on Science explanations, attempting to find out, according to some philosophical positions, whether or not Science has the role to explain. Although we have found there is no consensus among the authors concerning the issue, we have also noticed that students and teachers usually discuss this subject in classroom, and this activity may be a valuable asset in teaching and in the promotion of scientific literacy and several abilities and competencies in the domain of Sciences.

Key Words: Explanations; Scientific Literacy; Science Teaching

INTRODUÇÃO

Explicar é e sempre foi um desejo do homem, desde a antiguidade, apoiado em mitos ou ainda explicações que justificassem para ele as razões do mundo ser como é, ou o porquê dos fatos acontecidos.

Como objeto de conhecimento humano e um dos fortes pontos da Ciência, a explicação é também transposta para o ensino. Desta forma, as aulas de Ciências acabam se tornando um grande espaço para explicações: o professor está o tempo todo explicando: o que é a luz, como uma lâmpada acende, como acontece a fotossíntese, entre outros conteúdos e conceitos. Alguns autores têm apontado que, apesar de não ser a única, esta é uma das principais tarefas do professor de ciências (Ogborn, Martins e outros, 1999). Porém, podemos estender esta questão para os alunos, que, em determinados contextos são levados a explicarem fenômenos e “entidades” presentes nestes fenômenos.

Durante o desenvolvimento deste trabalho teremos por objetivo principal discutir dois aspectos essenciais no que diz respeito à questão das explicações no ensino: O primeiro se trata de uma indagação: Será que um dos principais papéis da Ciência também é de explicar, assim como é apontado como tarefa do professor? E o segundo, diz respeito a uma investigação ainda pouco avaliada no Ensino de Ciências: Como as explicações fazem parte da sala de aula e de que forma o uso das explicações científicas podem ajudar o estudante a fazer parte do mundo da ciência, incluindo a idéia de ser alfabetizado cientificamente.

Para tanto, faremos a análise de alguns trabalhos de filósofos da ciência, com a intenção de apresentar algumas linhas de pensamento sobre as explicações e a seguir, uma discussão também de trabalhos teóricos, porém, mais voltado para o campo educacional.

A EXPLICAÇÃO NA CIÊNCIA

Conforme já apresentado anteriormente, explicar sempre foi uma necessidade humana e desta forma, se traduz para diversos conteúdos científicos e momentos históricos. As explicações podem ser vistas como construções históricas, que sofreram modificações influenciadas pelo contexto político e social em que estavam inseridas. Um exemplo muito presente disto é a questão da finitude ou não do Universo: segundo a filosofia aristotélica, pregava-se que “fora do mundo não há corpo, lugar nem espaço vazio, de fato nada existe”, como se o céu fosse finito e limitado apenas por sua concavidade interior, tal pensamento afirmava ainda “que nada existe fora dos céus, porque tudo, qualquer que seja seu tamanho, está dentro deles”. Da mesma forma, a questão da infinitude ou não esteve sempre relacionada à perfeição do universo, esta relacionada à idéia de um Deus perfeito e único, Descartes atribuía o qualificativo de “infinito” ao universo, estabelecendo esta relação (Koyré, 2001).

Para Hempel (1974):

“Que o homem sempre e persistentemente preocupou-se em compreender a enorme diversidade das ocorrências no mundo que o envolvia... prova-o a multiplicidade de mitos e metáforas que imaginou para justificar a existência mesmo do mundo e de si próprio, a vida e a morte, os movimentos dos astros, a sucessão regular do dia e da noite, as cambiantes estações, a chuva e o bom tempo, o relâmpago e o trovão.”

Assim, a Ciência também é construída para dar explicações sobre a existência do mundo e sobre o ser humano. Hempel coloca ainda que, explicar os fenômenos do mundo físico é um dos principais objetivos das Ciências Naturais.

Rutherford e Ahlgren, 1990 (apud Edigington, 1997) afirmam que os cientistas se esforçam em dar sentido aos conhecimentos criando explicações para ele que façam uso, ou seja, consistentes com os princípios científicos correntemente aceitos.

Apesar destas opiniões, encontramos que outros diversos filósofos têm questionado e também recorrido sobre o papel das explicações nas Ciências. Dentro deste questionamento, há um debate atual se a Ciência realmente explica ou apenas descreve os fenômenos.

Harré (1988), em um trabalho sobre filosofia da Ciência, apresenta a idéia de que a função das teorias científicas é a de explicar, porém, coloca alguns contrapontos em relação à função explanatória da ciência. Para o autor, as explicações científicas dos acontecimentos, quer se trate de sucessos individuais ou de suas seqüências, consiste em descrever os mecanismos que o produz: este pensamento trás uma dualidade entre a questão da explicação e da descrição. O

autor apresenta neste trabalho alguns momentos em que, segundo ele, o conhecimento científico é capaz de descrever, e outros em que é capaz de explicar.

Em seu texto coloca que:

Só muito remotamente poderá dizer-se que a ciência mecânica explica o curso do movimento. As leis da mecânica são descritivas, e não explanatórias. À parte o tênue e bastante débil conceito de força, esta ciência não faz qualquer tentativa para fornecer um relato dos mecanismos de movimento, para explicar as leis da colisão.

Neste mesmo texto, (Harré, op. cit.) ainda apresentam teorias que segundo seu ponto de vista, realmente explicam as relações causais, usando como exemplo a teoria cinética dos gases. Para ele, tal teoria, constitui uma explicação científica do comportamento dos gases e desta forma, explica o que é necessário sobre tal teoria. Uma explicação sobre uma doença viral também seguiria o mesmo paradigma, pois, segundo ao autor, conteria exatamente tudo o que é necessário à explicação do curso da doença.

Hempel e Oppenheim, já em 1948, (assim como mais tarde Edgington (1997), e do trabalho de revisão e análise realizado por Forato em 2005, entre outros), apresentam uma discussão sobre as explicações na Ciência. Para Hempel e Oppenheim não é apenas necessário que a explicação seja psicologicamente satisfatória, o que significaria um sentimento de “estar em casa” que poderia ser criado por uma metáfora ou por uma redução a algo familiar, mas, além desta satisfação, a explicação também deve levar em conta a aplicação da possível relevância do conhecimento científico.

A partir desta idéia de relevância, que está na verdade relacionada a critérios, passaremos a nos referir a partir de agora, ao fato de que uma explicação pode recorrer a diversos critérios, que são diferenciados, dependendo dos autores que os apresentam.

Michel Scriven (1962) (apud Edgington, 1997) descreve um sumário dos aspectos que devem estar presentes nas explicações (apenas) científicas, e, que podem ser entendidos como critérios, a partir de sete pontos. São explicações, se: (a) respondem a questões do tipo “por que”; (b) são mais do que descrições; (c) são essencialmente similares a predições; (d) fazem parte de uma seqüência de colocações verdadeiras; (e) estas explicações envolvem descrições do que está sendo explicado; e (f) há distinção entre explicações e os graus de explicações; (g) há integralidade das explicações.

Brewer et. al (1999), em uma perspectiva mais prática, apresentam alguns critérios para a *qualidade* das explicações, porém, já distinguindo entre as explicações científicas e cotidianas. Para os autores, as explicações para não cientistas devem seguir os seguintes critérios: (i) uma acurácia empírica relacionada à sua coerência; (ii) alcance da explicação; (iii) consistência; (iv) simplicidade; (v) plausibilidade; e (vi) crenças ‘irracionais’, relacionadas a mitos. Já para os cientistas, os autores dizem que os mesmos critérios estão presentes, com exceção das crenças irracionais, porém, alcançam outros critérios, mais específicos, sendo eles: (i) precisão; (ii) formalismo matemático; (iii) frutibilidade; (iv) que os critérios possam mudar; (v) a natureza das explicações, e sua qualidade.

Achinstein (1971 – apud Edgington, 1999) inclui considerações pedagógicas de um modo geral, dizendo que uma explicação (E) depende de quem (A) explica o que (q), para quem (S). E pode ser um fato, uma sentença ou alguma coisa com o qual uma pessoa (S), se sentirá “iluminada”. O critério para uma explicação E satisfatória requer que S entenda q: Depende do conhecimento e diz respeito aquilo que em S inclui relevância, coerência e profundidade.

Porém, fica uma questão sobre este modelo: O que pode satisfazer o estudante, neste sentido de “iluminação” pode não ser algo que satisfaça também a explicação do ponto de vista na Ciência. Desta forma, estes critérios devem ser analisados e vistos de maneira diferenciada, envolvidos também com a questão do papel do professor em sala de aula. Que será nosso próximo ponto analise.

EXPLICAÇÕES EM SALA DE AULA

Partindo do fato que explicar é, sem dúvida, uma tarefa muito importante do professor de Ciências, temos que ter em conta que as explicações por parte dos estudantes também fazem parte da construção do conhecimento nas aulas. É interessante ressaltar inicialmente, que, somente num ensino onde há o diálogo e a fala de alunos é que se pode detectar se as explicações passam ou não a acontecer.

Atualmente, muitos trabalhos têm apresentado a importância do discurso e da expressão oral em sala, como algo significativo para a aprendizagem, e também como uma forma do professor observar como caminha tal aprendizagem, dentro da idéia que pode ser feita uma retro alimentação constante dos processos de ensino.

Para Jimenéz Alexandre e Díaz de Bustamante (2003):

Na aula de Ciências, e no ensino em geral, a expressão oral é decisiva, entre outras razões, porque a instrução procede, em grande medida, através da linguagem falada e porque a aprendizagem se demonstra em grande medida, através do mesmo.

Em uma busca por trabalhos relacionados a este tema, encontramos diversos autores que definem o papel da fala dos estudantes a partir de discursos e das expressões orais e pouco através de explicações, porém, não podemos deixar de observar que nestas definições, em muitos dos momentos em que os alunos estão construindo estas expressões orais, podem estar também estão construindo explicações.

Para Carvalho (2004), em um trabalho sobre explicações de fenômenos físicos em sala de aula, o momento da fala, e da construção de explicações, está relacionado a atitudes científicas: é nestes momentos em que estas atitudes vão sendo construídas é também há uma etapa de ampliação do vocabulário dos alunos, sendo um processo onde há ajuda por parte do professor. A autora ainda coloca que é neste momento, que segundo Lemke em seu famoso trabalho *Aprendendo a hablar Ciência, de 1997*, através das explicações científicas também se pode dar início ao “aprender a falar Ciência”.

Ainda no trabalho de Carvalho, a autora analisa episódios de ensino onde há a construção de significados e de explicações para uma atividade experimental. Apontando como resultados que, quando os alunos são incitados a contar como resolver problemas, começam a tomar consciência dos eventos necessários para o mesmo e também para poderem estabelecer relações causais, que neste caso, seriam, similares à explicação de um fenômeno. Para a autora:

As relações gradualmente vão sendo desvinculadas das próprias ações para as relações entre os atributos físicos dos objetos e respectivos resultados. Nessa

passagem – das ações executadas pelo próprio sujeito para a relação entre os atributos dos objetos – vai se iniciando a conceituação.

Neste momento, a partir de momentos interiores de interação com o objeto, voltando para *seqüências exteriores* é que se permite a elaboração gradativa de *noções necessárias para a explicação dos fenômenos*. Ou seja, a explicação, neste caso, nasce a partir de atividades e são construídas.

Jimenez-Alexandre e Rodrigues (2000) apresentam um trabalho onde diferenciam o “fazer escola” ou “fazer a lição” do “fazer Ciência”, nele, através da análise de episódios de ensino onde as autoras se apóiam para fazer esta classificação, é apresentado que o “fazer Ciência” se dá através de operações argumentativas (exigências, garantias, etc., que estão presentes no modelo de Toulmin) que são usadas pelos estudantes e que as relações são estabelecidas através delas. A diferenciação entre o fazer escola e Ciência, ainda segundo as autoras, também se dá através da identificação do uso pelos estudantes de operações epistêmicas, onde estão presentes, por exemplo, procedimentos explanatórios, relações causais, e analogias, ou ainda operações relacionadas com a construção do conhecimento, especificamente do domínio da Ciência.

Em seus resultados, interpretam o “fazer Ciência” como uma seqüência de argumentos e operações epistêmicas e como mudanças quando os alunos estão avaliando o conhecimento, discutindo entre eles, oferecendo justificativas para diferentes hipóteses e tentando sustentá-las com analogias e metáforas, ou seja,

Esta questão de analogias e metáforas também aparece como fundamental no trabalho de Ogborn et. al (1996). O uso destas ferramentas (a partir do ponto de vista do professor) é crucial para a transformação do conhecimento em classe e para gerar explicações sobre fenômenos. Alguns exemplos de seus usos podem ser: o olho humano visto como uma câmera fotográfica, o controle dos hormônios visto como um regente mantendo uma orquestra, entre outros. Em um contexto mais prático, através da análise das explicações em sala de aula, os autores propõe que os estudantes, ao criarem tentativas de explicar situações também fazem analogias com o que é mais parecido para ele.

O motivo do uso de analogias e metáforas ser tão crucial no ensino e nas explicações em sala de aula, está exposto no trecho abaixo transcrito de outro trabalho dos mesmos autores (Martins, Ogborn e Kress, 1999):

Parte da dificuldade na explicação de conceitos científicos advém do fato de que aprender ciências envolve não só alargar os horizontes da percepção e adquirir novos conhecimentos e informações, mas, principalmente, passar a conceber o mundo físico de forma diferente e vislumbrar outras dimensões da relação entre o homem e a natureza. Por exemplo: a matéria passa a ser vista como composta principalmente de espaço vazio; germes microscópicos, e não a chuva ou o vento frio, passam a ser a causa dos resfriados; a Terra, normalmente vista como o chão em relação ao qual nos movimentamos, passa a ser considerada como ativa e em constante movimento; a gravidade transforma-se em espaço curvo; a luz ora se comporta como onda, ora como partícula. Aprender ciências é, portanto, aprender a ver o mundo de outras maneiras, algumas totalmente não intuitivas.

Vemos ainda, que as explicações para os autores estão presentes em sala de aula em todos os momentos, uma vez que os mesmos relacionam o aprender ciências com o explicar os fenômenos que estão presentes no mundo físico.

Neste mesmo trabalho, os autores colocam que explicar conceitos científicos na sala de aula envolve tanto entender o conteúdo dessas explicações quanto ser capaz de comunicar esse conteúdo de maneira efetiva. Apontam também que há um perigo de se utilizar um modelo muito limitado de explicações, pois muitas vezes as mesmas são baseadas apenas na linguagem, uma vez que as mesmas poderiam se basear em outros aspectos como, por exemplo, o uso de desenhos, porém, não os autores apresentam trabalhos onde se analisam explicações feitas de outras maneiras, além da oral.

No contexto do ensino, assim como para os filósofos apresentados inicialmente, a qualidade e a satisfação das explicações estão ligadas à satisfação que causam no aluno. Os autores citados acima apontam que é necessário unir as explicações dos estudantes com as explicações dos cientistas, e ressalta o papel das explicações na sala de aula:

Uma explicação que satisfaz o professor, muitas vezes, contraria as idéias que os estudantes têm a respeito do mundo físico. Uma explicação baseada no senso comum freqüentemente não encontra paralelo na visão correntemente aceita pelos cientistas. E o trabalho diário na sala de aula é tentar estabelecer nexos, continuidades, relações entre essas diferentes visões de mundo e aproximar posições que se encontram separadas por abismos conceituais.

Em um trabalho sobre explicações na sala de aula, Custódio Filho, 2007, coloca que as estas são objeto de estudos na área de Ensino de Ciências, e que, embora seja um elemento essencial na comunicação dos saberes em sala, não se sabe ao certo sobre como alguém aceita uma explicação. O autor coloca que apesar de na sala de aula, as características das mesmas estarem longe dos atributos considerados fundamentais para os cientistas, (explicitados na parte inicial deste trabalho) as explicações estão fundadas na *intuição* precisam satisfazer o entendimento dos estudantes. Custódio Filho (op. Cit.), cita o trabalho de Brewer, Chinn e Samarapugavan, que realizam uma “tentativa” de “explicar uma explicação”, para os autores:

Uma explicação é um relato que fornece uma estrutura conceitual para um fenômeno (por exemplo, fato, lei, teoria) que leva a um sentimento de entendimento no leitor/ouvinte. A estrutura conceitual explanatória vai além do fenômeno original, integra diversos aspectos do mundo, e mostra como o fenômeno original decorre da estrutura.

Custódio Filho (op. Cit.) diz acreditar que este sentimento de entendimento seja essencial para que os estudantes construam relações mais permanentes com o saber científico. Porém, não podemos deixar de relevar que muitas vezes explicações que não são cientificamente apropriadas, também podem causar esse sentimento de entendimento. Temos que levar em conta, os critérios apresentados no item anterior, para satisfazerem a explicação pelo lado do raciocínio científico. Neste momento, entraria o papel do professor, para avaliar como e de que maneira, direcionar os estudantes para explicações que sejam adequadas no ponto de vista da Ciência.

Também encontramos em trabalhos sobre ensino, a existência de termos como explicação e descrição. Ogborn et. al (1996) apontam que para explicar em sala, o professor deve se remeter

a diversos outros conhecimentos próximos. Um exemplo disto é o funcionamento de uma lâmpada elétrica. Para explicar-lo, o professor deve falar de diversos conceitos e entidades, como: tensão, corrente elétrica, resistência elétrica, entre outros, e, além disto, descrever, rotular, e apresentar definições para sustentar suas explicações. Desta forma, as descrições para estes autores aparecem como um suporte para as aulas de Ciências e para as explicações e não está envolvida na polêmica ‘descrição X explicação’ que existente entre alguns filósofos.

EXPLICAÇÕES E A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Entendemos que: se as explicações são fundamentais nas aulas de Ciências e que, desta forma estão presentes em processos verbais, fazendo com que em alguns aspectos os estudantes se aproximem de uma cultura científica, as mesmas também podem contribuir para o desenvolvimento de diversas habilidades e para o desenvolvimento de uma *Alfabetização Científica*, que vemos hoje como uma grande meta para o Ensino de Ciências.

O conceito de alfabetização científica é, ainda hoje, um conceito de múltiplas interpretações, visto de diferentes maneiras por diferentes autores. Em 1999, Yore et. al. Publicaram um artigo sobre *science literacy* (aqui traduziremos por alfabetização científica, apesar de alguns autores apresentarem este termo como “enculturação científica”), fazendo uma revisão sobre tal conceito na literatura. Inicialmente, o artigo apresenta que para alguns autores Australianos, a definição básica de *alfabetização científica* seria para todas as pessoas, como a habilidade e hábitos mentais requeridos para construir uma compreensão da ciência, para aplicar estas idéias em problemas reais e situações envolvendo ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, e para informar e persuadir outras pessoas a tomarem ações baseadas nessas idéias científicas.

A partir de um ponto de vista, Norris and Phillips (apud Yore et. al.), fazem uma análise clássica da linguagem e filosofia apresentando dois sentidos essenciais para a alfabetização científica, descritos abaixo: o fundamental e o derivado.

Fundamental: Tradições de ser uma pessoa instruída e as habilidades de ler, falar, e escrever sobre Ciência (presume habilidades, disposição emocional e comunicações de uma corrente básica baseada na definição de alfabetização científica)

Senso Derivado: Presume o entendimento e aplicação de grandes idéias científicas na definição padrão de alfabetização científica incluindo os conceitos unificadores da ciência, a natureza da ciência, as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, os processos da ciência e a relevância social da ciência (tradução nossa).

No mesmo trabalho, Hurd (1999 apud Yore et. al, op. cit.) sugere que uma pessoa cientificamente alfabetizada é uma pessoa que:

1. Distingue peritos de ignorantes; teoria de dogma; dados de mito e folclore, ciência de pseudociência; evidencia de propaganda; fatos da ficção; senso de não senso e conhecimento de opinião.
2. Reconhece a natureza cética, acumulativa e tentativa da ciência, limitação das questões científicas e explicações casuais, a necessidade de evidencia e estabelecer conhecimento para suportar ou rejeitar reivindicações; o impacto ambiental, social,

político e econômico da ciência e tecnologia e a influência da sociedade na ciência e tecnologia.

3. Como analisar e processar dados, que relatam problemas científicos num contexto social e pessoal tem mais de uma resposta aceitável, e em problemas multidisciplinares, sociais e pessoais, tendo também dimensões política, judicial, ética e moral.

Apesar do conceito apresentado por alfabetização científica ser muito amplo e também não estar diretamente focado à questão das explicações, vemos que estas entram como algo fundamental neste processo, ora por que se dão através da linguagem, que é um aspecto muito forte a ser considerado e ora através do uso de explicações causais, como apresentado nos tópicos acima, ou ainda na resposta à pergunta por que, como colocado no item inicial.

Ainda neste trabalho, os autores propõem que a Ciência se distingue de outros campos de conhecimento por usar padrões empíricos, argumentos lógicos, raciocínio plausível (abdução, indução, dedução e hipotético-dedução), e ceticismo para gerar explicações temporais possíveis sobre a realidade. Eles colocam que as explicações devem ser consistentes com a evidência observacional sobre a natureza, dar ênfase à causalidade física e facilitar prognósticos corretos, quando apropriado, sobre os sistemas estudados.

Ou seja, nos processos da sala de aula, os argumentos e as deduções são características que vão gerar as explicações científicas, e, aprender ciência exige a habilidade de construir argumentos e conectar evidências e dados empíricos a idéias e teorias, o que pode ser feito através do uso das explicações.

Até mesmo nos programas de leitura para o Ensino de Ciências, como uma forma de alfabetização ou letramento científico, as explicações aparecem. Os autores colocam que nestes programas, devem haver instruções explícitas e tarefas escritas que considerem toda a extensão do gênero, incluindo narrativa, descrição, explicações, instruções e argumentação, além disso, contribuiriam ainda para o desenvolvimento de outras áreas de conhecimento a própria linguagem.

Porém, existem ainda outras formas de ver o que representa a Alfabetização Científica (AC). Lorenzetti e Delizoicov (2001), em um trabalho sobre a AC nas séries iniciais, coloca que esta alfabetização se estende para além do vocabulário, e se preocupa com a apropriação de esquemas conceituais e métodos processuais, o que inclui compreensões sobre Ciência. Apresentam também um nível de “alfabetização científica multidimensional”, que se direciona a quando os indivíduos são capazes de adquirir e explicar conhecimentos, além de aplicá-los na solução de problemas do dia-a-dia.

Já vimos até o momento que as explicações apresentam-se como fundamentais para se proporcionar a alfabetização científica em sala e também o desenvolvimento de outras habilidades e que muitas vezes podem estar relacionadas à argumentação e a fala dos alunos.

Ainda em seu trabalho sobre “fazer escola” e “fazer ciência” Jimenez Alexandre e Bustamante (2000) colocam que a argumentação é relevante para o ensino de ciências já que um dos fins da investigação científica é a geração e justificação de enunciados encaminhados a compreensão da natureza. Os autores citam o trabalho de Zohar e Nemet (2002- apud Jimenez e Bustamante), que apresenta a necessidade de se dar explicações e escolher entre elas em uma sala de aula:

Para construir explicações do mundo natural e operar com elas, as e os estudantes necessitam além de compreender significativamente os conceitos implicados, desenvolver a capacidade de escolher entre opções distintas, ou explicações e ponderar os critérios que permitem avaliar-las.

Ao estarem trabalhando com estas capacidades, os estudantes estão aprendendo sobre o conhecimento científico e as formas que a ciência utiliza para explicar determinadas situações. Assim, podemos dizer que é um tipo de AC, no sentido colocado por Lorenzetti e Delizoicov (2001 – op. cit.), se preocupando com esquemas conceituais e métodos processuais da Ciência.

Driver et. al. (2000 apud Lorenzetti e Delizoicov) apresentam dois tipos de argumentos existentes numa argumentação:

- Retóricos: razões para convencer aos ouvintes, frente a diálogos, que examinam distintas alternativas, sendo este o maior interesse para a análise do discurso.
- Racionais, que buscam uma solução racional a um problema determinado, frente a convicções, que pretendem chegar a um consenso.

Portanto, não queremos deixar parecer que estamos confundindo argumentação com explicações, mas, que as explicações aparecem dentro das argumentações e da linguagem falada dos estudantes, nem tanto como retóricas, mas, como uma forma de solução racional, neste modelo de Driver ou ainda como uma propriedade emergente do discurso, como assinalam Martins, Ogborn e Kress (1999).

Como um olhar mais voltado para a sala de aula, temos um trabalho recente de Sasseron e Carvalho, 2008, que analisa as explicações como parte da construção da AC em salas de Ciências do ensino fundamental. Baseados em trabalhos como o de Toulmin (2006)¹, que se propõem a estudar a estrutura do argumento, a partir de cinco elementos: os dados, as conclusões, as justificativas, o conhecimento anterior e os qualificadores, que podem enfatizar ou refutar uma afirmação; e também nos trabalhos de Lawson (2000, 2002)² que propõe o raciocínio hipotético-dedutivo como a forma de argumentação utilizada na comunidade científica para expor idéias e justificá-las, e seria expresso na forma de se, então, portanto, havendo espaço para a partícula e quando se deseja tratar algum outro qualificador para a hipótese expressa (Sasseron e Carvalho, 2008).

As autoras apontam que no início do processo de AC é importante que os alunos travem conhecimento e habilidades legitimamente associadas ao trabalho do cientista. Desta forma, a aulas deveriam mostrar indicadores do processo de iniciação para que os alunos atingissem tal Alfabetização.

São estes indicadores que, criados pelas autoras, representam uma maneira interessante de avaliar tais habilidades em sala de aula, e são vistos e analisados a partir das expressões orais dos estudantes em atividades de conhecimento Físico (Carvalho et al, 1998), que focam relações CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente). Segundo as autoras, tais indicadores têm as seguintes características:

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.

¹ Toulmin em seu famoso trabalho sobre os usos do argumento, publicado inicialmente em 1958.

² Trabalhos publicados na Revista Science Education, vol. 9(1) e 11(6), respectivamente.

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.

A explicação, no entanto, aparece como algo maior que engloba diversos indicadores. Para ser construída, necessita estar acompanhada de hipóteses ou evidências, pode estar acompanhada do raciocínio lógico ou proporcional para explicar relações apresentadas nas seqüências didáticas estudadas pelas autoras. A construção de modelos explicativos, nas conclusões das autoras, têm ainda uma importância adicional, pois, para alcançá-lo, os alunos precisam tornar seus argumentos cada vez mais consistentes, o que somente foi possível quando eles traziam à tona justificativas e qualificadores que davam o aval para suas afirmações serem corretas (Sasseron e Carvalho, 2008).

Em um trabalho sobre raciocínio utilizado pelos alunos para resolverem problemas, Locatelli e Carvalho (2007), apresentam o modelo de Lawson (2002 e 2004)³ onde destacam que em ambas as publicações o autor desenvolve e estrutura descobertas segundo o padrão que tem seu início com o termo “Se...” diretamente ligado às hipóteses (uma proposição); o termo “E...” diz respeito ao acréscimo de condições de base (um teste); o termo “Então...” é relativo aos resultados esperados (às conseqüências esperadas); o termo “E...” ou “Mas...” aos resultados e conseqüências reais e verdadeiras. O termo “E...” deve ser utilizado caso os resultados obtidos combinem com os esperados e o termo “Mas...”, caso haja um desequilíbrio nos resultados; desta forma, o ciclo reinicia-se com outras hipóteses e, finalmente, o termo “Portanto...” introduz a conclusão a que se chega.

Os autores apresentam ainda um diagrama que busca sistematizar essa estrutura:



Figura 1: Padrão de argumentação proposto por Lawson (2004)

Para os autores, através também de análises sobre de alguns episódios de ensino em salas de aula de ensino fundamental, ao utilizarem estas estruturas, os estudantes estão trabalhando com um tipo de raciocínio hipotético-dedutivo, motivados pela necessidade de explicar suas ações e também as relações causais existentes num fenômeno, quando vivenciado por eles, desta forma, estas relações “se... então” vão se completar quando os alunos procuram uma causa para a resolução de um problema. Os autores ainda colocam que quando os alunos explicam a relação causal, o raciocínio “se... então... portanto” se completa. Ou seja, utilizam este tipo de raciocínio para explicarem suas relações. Os autores não relacionam esta questão à Alfabetização Científica diretamente, entretanto, se nos reportarmos aos trabalhos de Yore et al (1999), Sasseron e Carvalho (2008), e outros, que apontam que trabalhar tais características da Ciência está ligado ao processo de AC, concluímos que ao trabalharmos com o levantamento de hipóteses

³ Trabalho de Lawson de 2004, publicado na revista *Science Education*, vol. 13(3)

e com o raciocínio hipotético dedutivo, os estudantes estão também se introduzindo neste processo.

É importante ressaltar que este processo, envolve uma nova postura de professores em sala de aula, necessitando que o professor esteja aberto a ouvir as explicações dos estudantes e estabeleçam critérios de plausibilidade, coerência, consistência, entre outros que devem estar presentes no raciocínio dos mesmos, não aceitando qualquer tipo de explicação, uma vez que uma explicação não correta do ponto de vista da Ciência pode gerar uma satisfação ou sentimento de entendimento no estudante.

CONCLUSÕES

Em um debate inicial sobre o explicar na Ciência, vimos que independente dessa questão ser uma questão ainda não fechada no universo da filosofia, diversos autores defendem que explicar é uma das tarefas do conhecimento científico e que tais explicações são dependentes de critérios, para sua validação ou não. Desta forma, podemos assumir que explicar é uma tarefa fundamental na Ciência.

Já no ensino, diversos trabalhos apontam que as explicações aparecem como fundamentais, muitas vezes como tarefa do professor, ou nas expressões orais e dentro das argumentações dos estudantes. Vimos que para que estas explicações sejam construídas existem estruturas e que muitas vezes para isso, os estudantes utilizam metáforas, analogias, e também descrições, que neste caso, não aparecem como algo que concorrem com as explicações, mas, que sustentam as mesmas, e também estão sujeitas a critérios, não podendo ser qualquer explicação que a satisfaça. O que se parece com o caso científico.

Desta forma, uma visão para explicações é que elas ocorrem de maneira natural nas aulas de ciências e fazem parte de um processo de fazer Ciência em sala, de se trabalhar também como a Ciência trabalha, uma vez que se assuma que a Ciência também é criada para explicar o mundo físico. Explicar é uma maneira de aproximar o estudante de uma cultura científica. Assim, as explicações podem ser grandes aliadas dentro de um processo de AC, uma vez que ensinam sobre a Ciência e que aparecem dentro de um movimento de se estabelecer formas de argumentação e também ajudar a desenvolver tipos de raciocínio e métodos processuais que são fundamentais para uma AC, assim como o próprio desenvolvimento do estudante.

Conclui-se, portanto, que explicar é sim, fundamental, tanto na Ciência e em na sala de aula, por poder desenvolver habilidades importantes que gerem elementos significativos no processo de Alfabetização Científica e também conhecimentos sobre a Ciência, uma vez que presumem idéias científicas, trabalham com métodos da ciência, está dentro de um processo de entendimento de conceitos, busca de soluções a problemas, e podem desenvolver habilidades como argumentar e aplicar conceitos científicos, entre outros aspectos significativos.

Referências

BREWER, W. *et. al.* Explanation in scientists and children. **Minds and Machines**. 8: 119-136, 1998.

- CARVALHO, A.M.P. Building up explanation in physics teaching. **International Journal of Science Education**, v.26 (2) p. 225-237, 2004.
- 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.
- CUSTÓDIO, Filho. J. F. Explicando explicações na Educação Científica: Domínio Cognitivo, Status afetivo e sentimento de Entendimento. Tese de Doutorado apresentado no Programa de Educação Científica da UFSC, Orientação de Frederico F. S. Cruz, 2007.
- 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
- EDGINGTON, J. R. **What constitutes a Scientific Explanation?** Trabalho apresentado no encontro anual da Associação Nacional para Pesquisa em Ensino de Ciências. Oak Brook II, EUA, março, 21-24, 1997.
- FORATO, T. C. M.; PIETROCOLA, M. O arrastamento parcial do éter de Fresnel como explicação científica. In: V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2005, Bauru. ATAS DO V ENPEC. Bauru : ABRAPEC, 2005. CD ROM.
- HARRÉ, Rom. **As Filosofias da ciência**. Lisboa: Edições 70, 1988.
- HEMPEL, C. G. **Filosofia das Ciências Naturais**. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1974.
- HEMPEL, C. G; OPPENHEIM, P. Studies in the Logic of Explanation. **Philosophy of Science**, Vol. 15, No. 2. (Apr., 1948), pp 135-175. Trabalho completo disponível em: <http://links.jstor.org/sici?sici=0031-8248%28194804%2915%3A2%3C135%3ASITLOE%3E2.0.CO%3B2-E>
- JIMÉNEZ-ALEXANDRE, 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.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P.; BUSTAMANTE, J. D. Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: Cuestiones Teóricas y Metodológicas. **Enseñanza de las Ciencias**, 21 (3), 359-370, 2003.
- KOYRÉ, Alexandre, **Do Mundo Fechado ao Universo Infinito**, Lisboa, Gradiva, 2001. 3ª ed.
- OGBORN, J.; KRESS, G.; MARTINS, I.; MCGILLICUDDY, K. (1996) **Explaining Science in the Classroom**. Milton Keynes: Open University Press.
- SASSERON, L. H. ; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de . **Ensino de Ciências por CTSA: Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental**. In: VI ENPEC. Florianópolis. VI ENPEC, 2007. CD-ROM.
- YORE, Larry D.; BISANZ, Gay L.; HAND, Brian M. Examining the literacy component of science literacy: 25 years of language arts and science research. In:**Internacional Journal of Science Education**. v.25, n.6, p.689-725, 2003.