

Os conhecimentos prévios dos estudantes como ponto referencial para o planejamento de aulas de Física: análise de uma atividade para o estudo da formação do arco-íris

Wanderley Pivatto Brum
Sani de Carvalho Rutz da Silva

RESUMO

Apresentamos os resultados de uma investigação sobre o tema formação do arco-íris, com estudantes de segunda série do Ensino Médio de uma escola da rede pública de Florianópolis, Santa Catarina. Como ponto de partida, buscou-se identificar e valorizar os conhecimentos prévios, muitas vezes diferente dos saberes científicos apresentados pela escola sobre o tema arco-íris. Os conhecimentos prévios são explicações funcionais para os objetos e fenômenos, muitas vezes pouco elaborados que precisam ser identificados e levados em consideração pelos professores de Física. A investigação esteve assentada em alguns pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e colaboradores. A pesquisa, de caráter qualitativo, buscou apresentar o registro das ideias por intermédio de desenhos, fotografias e a prática da leitura e da escrita, visando à sistematização dos conhecimentos e a organização do pensamento. Os resultados apontaram, inicialmente, que o cotidiano influencia fortemente na formação dos subsunçores dos estudantes e que as atividades realizadas por intermédio de uma sequência didática puderam conduzir os estudantes à significação e à apropriação dos conhecimentos, assimilando e diferenciando conceitos no campo da óptica. Esse trabalho pode servir de referência para futuros estudos na tentativa de contribuir para a melhoria do ensino de Física, em especial de Óptica.

Palavras-chave: ensino de Física. Conhecimentos prévios. Conceitos científicos. Arco-íris. Aprendizagem significativa.

Wanderley Pivatto Brum é licenciado em Matemática pela UFSC e mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela FURB SC. Endereço para correspondência: Fundação Regional de Blumenau (SC) FURB. E-mail: ufsc2013@yahoo.com.br

Sani de Carvalho Rutz da Silva é Doutora em Engenharia de Materiais pela UFRGS/RS. Atualmente, é professora do quadro permanente da UTFPR/PR. Endereço para correspondência: Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Ponta Grossa – Av. Monteiro Lobato, Km 04, 84.016-210, Ponta Grossa-PR – Brasil. E-mail: sani@utfpr.edu.br

Recebido para publicação em 14/05/2013. Aceito, após revisão, em 30/04/2014.

Acta Scientiae	Canoas	v.17	n.1	p.189-212	jan./abr. 2015
----------------	--------	------	-----	-----------	----------------

Prior knowledge of students as reference point for physical planning classes: Analysis of an activity for the study of the formation of the rainbow

ABSTRACT

We present the results of research on the topic of training rainbow, with students of second series of secondary education in a school of public of Florianopolis, Saint Catherine. As a point of departure, we attempted to identify and appreciate the prior knowledge, often different from scientific knowledge presented by the school on the theme rainbow. The prior knowledge is functional explanations for the objects and phenomena, often little drawn up that need to be identified and taken into account by teachers of physics. The research has been sitting in some assumptions of the Theory of Meaningful Learning Ausubel and collaborators. The research of a qualitative nature, sought to present the record of ideas through drawings, photographs, and the practice of reading and writing, for the sake of systematization of knowledge and the organization of thought. The results showed that, initially, that the quotidian strongly influences the formation of subsunçores of students and that the activities carried out by means of a sequence didactics, could lead students to the significance and the ownership of knowledge, assimilating and differentiating concepts in the field of optics. This work serves as a reference for future studies in an attempt to contribute to the improvement of the teaching of Physics, in particular Optical.

Keywords: Physics teaching. Previous knowledge. Scientific concepts. Rainbow. Meaningful learning.

INTRODUÇÃO

Uma questão recorrente nos atuais debates sobre o ensino de Física refere-se à necessidade de conceber o estudante não apenas como ponto de passagem, mas como ponto de partida do processo de ensino (CARRASCOSA; PEREZ; VALDÉS, 2005). Nessa perspectiva, vem ganhando relevância a consideração dos conhecimentos prévios que os estudantes carregam para a sala de aula. O conhecimento prévio conceituado por Ausubel, Novak e Hanesian (1980) é aquele caracterizado como declarativo, que segundo Novak e Gowin (1996), é o conhecimento ou consciência de algum objeto, caso ou ideia, mas que pressupõe um conjunto de outros conhecimentos como afetivos e contextuais que igualmente configuram a estrutura cognitiva prévia do estudante.

A teoria da aprendizagem significativa, ao estabelecer o conhecimento prévio do sujeito como referência, explicita claramente que este é elemento básico e determinante na organização do ensino. Segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p.137), “se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: o fator singular que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra isso e ensine-o de acordo”.

Embora a ideia possa parecer simples as suas implicações são complexas. O que um ser humano sabe pertence à estrutura cognitiva e é de natureza idiossincrática.

Isso significa que não é um processo simples avaliar e na sequência agir de acordo; no entanto, é possível encontrar indícios. Para isso, se faz necessário transformar o conhecimento prévio em ações e expressá-lo em forma de linguagens falada, escrita ou por meio de símbolos. O fato é que subestimar as experiências pessoais dos estudantes seria um erro por parte dos professores, uma vez que a educação ocorre através da própria experiência do estudante.

Por conseguinte, parece aparente que não só a presença de ideias ancoradas claras, estáveis, discrimináveis e relevantes na estrutura cognitiva é o principal fator de facilitação da aprendizagem significativa, como também a ausência de tais ideias constitui a principal influência limitadora ou negativa sobre a nova aprendizagem significativa. Um destes fatores limitadores é a existência de ideias preconcebidas erradas, mas tenazes. Contudo e infelizmente, tem-se feito muito pouca investigação sobre este problema crucial, apesar do fato de que a não aprendizagem de ideias preconcebidas, em alguns casos de aprendizagem e retenção significativas, pode muito bem provar ser o único e mais determinante e manipulável fator na aquisição e retenção de conhecimentos de matérias. (AUSUBEL, 2003, p.155)

Para o autor, os conhecimentos prévios se relacionam em função de uma mudança na qual certa estrutura cognitiva já existente está em relação a um novo conhecimento. Neste sentido, quando trata do conhecimento prévio, Ausubel está referindo-se à situação de ancoragem, ou seja, ao processo de integração de novos conteúdos à estrutura cognitiva do sujeito. Para (CARVALHO; BOSSOLAN, 2009), há uma compreensão de que a aprendizagem não ocorre como uma simples assimilação dos conhecimentos que são ensinados pelo professor, mas uma reorganização e desenvolvimento dos conhecimentos prévios dos estudantes, processo complexo que denominamos *mudança conceitual*.

Neste trabalho, o foco é o ensino da formação do arco-íris, cujo objetivo deste estudo, além de identificar os conhecimentos prévios dos estudantes de Ensino Médio sobre óptica, em particular, a formação do arco-íris, busca analisar a construção do conhecimento por meio da realização de atividades, como desenhos, leitura, fotografias e escrita. O intuito é identificar fatores que possam vir a contribuir na proposição de novas estratégias pedagógicas para o ensino em ciências.

Nessa direção, surgiram as seguintes perguntas problemas nesta investigação: *até que ponto os estudantes passaram a considerar os conceitos apresentados sobre o tema arco-íris sendo relevantes para a compreensão desse fenômeno na natureza? Ou ainda, os estudantes alcançaram maturidade cognitiva transformando seus conhecimentos prévios a respeito desse tema?*

Para responder a estes questionamentos, o trabalho no que segue, apresenta os conhecimentos prévios como elemento teórico, relata a metodologia caracterizada por

uma sequência didática utilizada para a construção do conhecimento referente ao tema arco-íris e descreve a experiência didática vivenciada, relata seus resultados e, por fim, aponta algumas considerações de teor geral.

OS CONHECIMENTOS PRÉVIOS COMO ELEMENTO TEÓRICO

O ser humano, inserido em um universo de conceitos, constituído por imagens, símbolos, modelos e representações geométricas, permite uma compreensão do mundo que o cerca (MENINO; CORREIA, 2011). Os conceitos consistem em abstrações dos elementos essenciais e comuns de uma determinada categoria de objetos, eventos ou fenômenos e que são designados em determinada cultura por um símbolo. Desde cedo, Paiva (2013) cita que o indivíduo busca aprender o significado de alguns objetos ao seu redor, formando em sua estrutura cognitiva uma teia de conceitos, denominado de conhecimentos prévios. Esses conhecimentos, geralmente, são frutos da curiosidade.

Como consequência, ele aprende a identificar, fornecer nomes e atribuir significados. Segundo Moreira e Masini (2001), a representação simplificada e generalizada da realidade adquirida mediante a existência e o uso de conceitos torna possível a invenção de uma linguagem com certo significado, facilitando a comunicação e permitindo ao homem constantemente se situar no mundo e decidir sobre suas ações. Basta que os conhecimentos prévios sejam úteis e permitam a criação das explicações e previsões que facilitam e viabilizam a adaptação dos indivíduos ao seu meio físico e social.

Um aspecto importante relacionado a aprendizagem de certo conteúdo está relacionado à capacidade extraordinária do indivíduo de usufruir de símbolos escritos ou falados para representar as regularidades que percebe nos acontecimentos que o rodeia. No entanto, Novak e Gowin (1996) alertam que a linguagem contribui a tal ponto de efetivamente ser assumida como fato adquirido, não havendo uma reflexão sobre sua importância na descrição dos pensamentos, sentimentos e ações. Os conhecimentos prévios tornam possível a aquisição de ideias que podem ser utilizadas no universo das categorizações de novas situações, bem como, serve de pontos de ancoragem e descobertas de novos conhecimentos (GIL-PÉREZ; FERNÁNDEZ; CARRASCOSA; CACHAPUZ; PRAIA, 2009).

Pozo (1998)¹ nos apresenta três origens dos conhecimentos prévios, entre elas, aqueles de origem escolar. Basicamente, são concepções decorrentes da carência por

¹ Pozo (1998, p.88) sugere como são formados os conhecimentos prévios dos alunos: "predomínio do perceptivo, uso do raciocínio causal simples, influência da cultura e da sociedade (canalizadas através da linguagem e dos meios de comunicação), influência da escola". E, em Pozo et al. (1991), essas causas são classificadas em três grupos que dão origem a diferentes concepções prévias: origem sensorial (concepções espontâneas); origem cultural (concepções induzidas); origem escolar (concepções analógicas).

parte do estudante de conhecimentos anteriores e que podem ser geradas tanto pelos estudantes como induzidas pelo professor. Entretanto, Breu, Bejarano e Hohenfled (2013) entendem que, geralmente, esses conhecimentos prévios originam-se de aprendizagens escolares precedentes caracterizadas por assimilações parciais do conhecimento lógico apresentado.

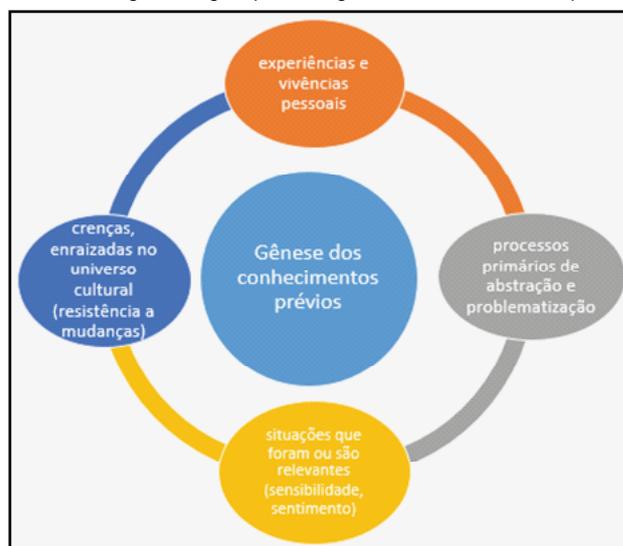
A partir dos estudos de Polanyi (1967), Lessa et al. (2009) relembram que não há uma diferença fundamental entre as grandes conquistas da ciência ou aquelas verificadas na experiência escolar em diferentes níveis de ensino. Toda a descoberta pressupõe uma interação entre o conhecimento prévio explícito e o tácito que compõem o conhecimento pessoal. Sobre o conhecimento prévio explícito, Saiani (2003) referencia como sendo a dimensão estruturada e objetiva do conhecimento, que pode ser descrita, portanto, compartilhada. Por outro lado, o conhecimento prévio tácito compreende a dimensão não estruturada do conhecimento idiossincrático, aprendido ou captado pela observação, imitação ou convivência entre pares (AZEVEDO, 2013). Nonaka e Takeuchi (1997, p.65) sintetizam a questão do conhecimento prévio explícito e tácito da seguinte forma:

(...) seres humanos criam conhecimento prévio explícito envolvendo-se com os objetos, ou seja, através do envolvimento e compromisso pessoal, ou o que Polanyi chama de “residir em”. Saber algo é criar sua imagem ou padrão através da integração tácita de detalhes. (...) Portanto, objetividade científica não constitui a única fonte de conhecimentos. Grande parte de nossos conhecimentos prévios é fruto de nosso esforço voluntário de lidar com o mundo.

Nesse ponto de reflexão referente a origem do conhecimento prévio, é bastante oportuno destacar Pereira (2001) apoiado em Ausubel, Novak e Hanesian (1980), que focaliza a gênese das primeiras ideias para a formação conceitual (figura 1). Nessa direção, mais que certos ou errados, independentemente de sua origem, os conhecimentos prévios devem ser para o professor o ponto de partida para desenvolver o processo de mudança conceitual no estudante. Para Oliveira, (2000, p.72):

As disciplinas científicas trabalham com a construção de categorias formalizadas de organização de seus objetos e com processos deliberados de generalização, buscando leis e princípios universais, estruturados em sistemas teóricos com clara articulação interna. A predição e o controle são objetivos explícitos do empreendimento científico, o que envolve tanto a criação de instrumentos e artefatos e tecnologia, como a produção de conhecimento sem aplicabilidade imediata, visando descrever e explicar os fenômenos que constituem objetos de conhecimento para os seres humanos.

FIGURA 1 – Algumas origens para o surgimento dos conhecimentos prévios.



Fonte: Pereira (2001, adaptado).

Nesta perspectiva, aprender a formação de um arco-íris pressupõe reinventar o conhecimento prévio. Para Azevedo (2013), a escola é o local onde os estudantes entrarão em contato com um grande variado conjunto conceitual, hierarquicamente organizados a partir das diferentes áreas do conhecimento que compõem seu currículo. Em princípio, esse amálgama de conceitos deveria ampliar e transformar as relações dos estudantes com seu cotidiano, ou seja, transformar e ampliar sua estrutura cognitiva.

Os conceitos libertam o pensamento, a aprendizagem e o domínio do mundo físico. Tornam possíveis a aquisição de ideias abstratas na ausência de experiência empírico-concreta, ideias que podem ser usadas tanto para categorizar situações novas sob rubricas existentes como para servir como foco básico para assimilação e descoberta de novos conhecimentos. (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p.75)

Como já argumentamos anteriormente, um conceito não pode ser simplesmente transmitido do professor para o seu estudante. A experiência tem mostrado que o ensino que acontece pela transmissão da informação e sua recepção de forma passiva não somente é inadequado como também infrutífero. Para Schroeder (2013), o desenvolvimento conceitual pressupõe muitas funções mentais como a abstração, a memória lógica, a atenção, ou seja, implicam consciência e pensamento reflexivo, processos que encontram na adolescência as condições ideais denominada generalização teórica.

Essa afirmativa apontada por Schroeder (2013) se aproxima do pensamento de Ausubel, Novak e Hanesian (1980), quando trata da generalização teórica como um

nível que o estudante precisa alcançar, ou seja, exige-se dele em determinado momento escolar maturidade cognitiva. Moreira e Masini (2001) reforçam que a maturidade cognitiva é evidenciada pela reorganização conceitual que sofre a estrutura cognitiva obtida com maior frequência durante a aprendizagem por descoberta. Para Ausubel (2003), a formação de um conceito ocorre por descoberta de maneira indutiva em crianças na pré-escola, sendo característica da aquisição indutiva e espontânea de ideias genéricas e que passam a constituir seu conhecimento prévio, como por exemplo, casa, cachorro, a partir da experiência empírico-concreta. No cotidiano, a formação de conceitos é um processo prolongado e menos sistemático oriundos de uma variedade de objetos (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN; 1980).

METODOLOGIA

A experiência didática relatada neste artigo ocorreu em uma escola do município de Florianópolis, Santa Catarina, com quinze estudantes cursando o segundo ano do Ensino Médio tendo como foco o assunto formação do arco-íris. Para o desenvolvimento do trabalho, optamos pelo caráter participante com abordagem qualitativa. Por motivos éticos, os estudantes foram representados por (E1, E2...E15). A pesquisa participante é uma pesquisa qualitativa que segundo Bogdan e Biklen (1994), apresenta o pesquisador como seu principal instrumento para a coleta dos dados. Estes dados, quando coletados são predominantemente descritivos e está contida em uma das metodologias da pesquisa social. É uma linha de pesquisa associada a várias formas coletivas de colaboração, com o objetivo de se pensar possíveis soluções para dificuldades e problemas que ocorrem em determinados campos de atuação, neste caso, o professor e os seus estudantes (ESTEBAN, 2010).

Inicialmente, foi realizada uma entrevista com o intuito de levantar os conhecimentos prévios dos alunos sobre formação do arco-íris e, a partir desses conhecimentos, identificar sua gênese, desenvolvimento e amadurecimento cognitivo. A proposta da entrevista atende às inquietações manifestadas por Borges e Moraes (1998), quando os autores afirmam que não existem respostas prontas sobre como ensinar Ciências, pois as situações de sala de aula são imprevisíveis e é importante estar atento ao que acontece no cotidiano da escola e aos problemas manifestados pelos estudantes valorizando suas contribuições.

Posteriormente, foi aplicado uma sequência didática, cujo componente principal foi o registro das ideias por intermédio da produção de textos, desenhos, fotografias e a prática da leitura e da escrita, visando à sistematização dos conhecimentos e a organização do pensamento com relação ao tema: arco-íris. Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) recomendam que os estudantes são sujeitos de sua aprendizagem e que acontece pela mediação com outros sujeitos, com o ambiente natural e os recursos materiais, criando oportunidades para a significação dos conhecimentos. Segundo Zabala (2007, p.18), uma sequência didática é “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecido

tanto pelos professores como pelos estudantes”. A sequência didática foi estruturada em três módulos didáticos, a partir dos resultados obtidos no pré-teste. Cada módulo (quadro 1) é constituído de objetivo de sua execução, o tempo de sua duração e os instrumentos de coletas de dados que serviram para apresentação de resultados e discussões.

QUADRO 1 – Sequência didática planejada após a aplicação do pré-teste para o tema formação do arco-íris.

Módulo didático	Informações do módulo didático
Formação do arco-íris	Neste módulo, o objetivo foi mostrar a formação do arco-íris na natureza. Foram utilizados três encontros, com aproximadamente 3 horas de duração cada um. Os instrumentos utilizados para coleta de dados foram: as produções dos estudantes, concretizadas nas atividades desenvolvidas em sala de aula e fora dela, gravações, fotografias, seminários, levantamento de informações em laboratório de informática e exposição de painel.
As cores do arco-íris	Neste módulo, o objetivo foi identificar e compreender a existência de cores na formação do arco-íris. Neste módulo, foram utilizados quatro encontros, com aproximadamente 4 horas de duração. Os instrumentos utilizados para coleta de dados foram: cartazes, mapas conceituais, apresentações orais, laboratório de ciências, uso de projetor multimídia, vídeo e texto.
O arco-íris solar e lunar	Este módulo didático teve como objetivo apresentar e diferenciar os tipos de arco-íris existentes na natureza. Neste módulo, foram utilizados quatro encontros, com aproximadamente 4 horas de duração. Os instrumentos utilizados para coleta de dados foram: mapas conceituais, apresentações orais com uso de projetor multimídia, texto e fôlder.

RESULTADOS E ANÁLISE

A atividade teve início por meio de uma entrevista conduzida pelo professor, autor desse artigo, em que os estudantes foram motivados a expor suas ideias, conhecimentos e inquietações a respeito do arco-íris. No transito das conversas, foi possível obter um conjunto de informações e que foram registradas pelo professor (quadro 2).

QUADRO 2 – Ideias e conhecimentos prévios associados.

Os conhecimentos prévios (subsunçores)
<i>“O arco-íris representa uma aliança de Deus com os seres vivos”</i>
<i>“Eu já ouvi que no fim de um arco-íris estariam escondidos diversos tesouros”</i>
<i>“Eu sei que precisa de sol e chuva para aparecer”</i>
<i>“É um fenômeno encantador, hipnotiza as pessoas”</i>
<i>“Meu pai disse uma vez que é formado durante o dia pela combinação do sol e da chuva e que precisa ser em um determinado momento do dia para aparecer”</i>
<i>“São formados por sete cores”</i>
<i>“O arco-íris se forma assim: a luz vem, bate na água e reflete dentro da água. Ai ela retorna e forma o arco-íris”</i>

A partir do diálogo estabelecido na entrevista, os dados apontaram que as ideias e conhecimentos prévios (subsunçores) expressados pelos estudantes denotam que grande parte converge para os estudos já apontados por Pereira (2001), resultados estes de experiências e vivências pessoais e muitas têm sua origem nas crenças enraizadas no universo cultural, carregadas de aspectos do senso comum, conforme análise sintetizada no quadro 3.

QUADRO 3 – Interpretação das ideias e conhecimentos prévios dos estudantes e a visão da Física.

As ideias e os conhecimentos prévios dos estudantes associados (gênese do subsunçor)	Interpretação	As ideias e os conceitos científicos (os conceitos que poderiam ser apresentados na aula de Física, a fim de reestruturar a estrutura cognitiva)
<p><i>“O arco-íris representa uma aliança de Deus com os seres vivos”</i></p> <p>(Crenças enraizadas no universo cultural)</p>	<p>Trata-se de uma crença popular muito difundida na região (ideia disseminada socialmente), mas sem fundamento científico. É possível que este fato confira ao símbolo um caráter sobrenatural, alimentando o folclore popular a seu respeito.</p>	<p>O arco-íris é um fenômeno óptico e meteorológico que separa a luz do sol em seu espectro (aproximadamente) contínuo quando o sol brilha sobre gotas de chuva.</p>
<p><i>“Eu já ouvi que no fim de um arco-íris estariam escondidos diversos tesouros”</i> (Crenças enraizadas no universo cultural)</p>	<p>Como no caso anterior, trata-se de uma crença popular, não comprovada cientificamente. A ideia da existência de tesouros no fim do arco-íris é uma fantasiosa apoiado muitas vezes pelos livros e em meios de comunicação.</p>	<p>Esta forma de pensar origina-se pela falta de conhecimentos a respeito da formação do arco-íris. O que há no fim do arco-íris é nada, pois é uma ilusão de ótica e por isso parece que tem começo, meio e fim.</p>
<p><i>“Eu sei que precisa de sol e chuva para aparecer”</i> (Processos primários de abstração e generalização)</p>	<p>Identificamos aqui uma percepção simples e generalizada da ocorrência de um fenômeno, sem qualquer conexão entre os conceitos sol e chuva.</p>	<p>Para isso acontecer o Sol deve estar às nossas costas (não mais que 42° acima do horizonte), e na frente ter uma “cortina” de gotículas de água na atmosfera, que farão o papel de elementos dispersores para formar os diversos arcos concêntricos nas cores que vão do vermelho ao violeta.</p>
<p><i>“É um fenômeno encantador, hipnotiza as pessoas”</i> (Experiências e vivências pessoais)</p>	<p>Identificamos aqui uma percepção antropomórfica sobre os arco-íris, que atribui ao fenômeno um comportamento humano.</p>	<p>Podemos inferir que o primeiro conhecimento objetivo da natureza pode conduzir a equívocos. Este pensamento possivelmente tem sua origem na falsa impressão causada pelas cores cintilantes do arco-íris.</p>

As ideias e os conhecimentos prévios dos estudantes associados (gênese do subsunção)	Interpretação	As ideias e os conceitos científicos (os conceitos que poderiam ser apresentados na aula de Física, a fim de reestruturar a estrutura cognitiva)
<p><i>“Meu pai disse uma vez que é formado durante o dia pela combinação do sol e da chuva”</i></p> <p>(Experiências e vivências pessoais, crenças enraizadas no universo cultural, Situações que foram ou são relevantes (sentimentos, sensibilidade)</p>	<p>Concepção antropomórfica, induzida e incentivada pela autoridade paterna. Também podemos perceber uma concepção com origem sensorial que confunde causa e efeito.</p>	<p>O arco-íris lunar, também conhecido como arco-íris branco, é incomum e acontece apenas à noite. Os arco-íris lunares são criados a partir da quantidade de luzes fornecidas pela Lua, o que deixa as cores um pouco fracas. Possui esse outro nome, arco-íris branco, porque é assim que o olho humano o vê. É difícil conseguir ver colorido como o arco-íris normal. Para ver com todas as cores, é preciso usar fotografia de longa exposição.</p>
<p><i>“São formados por sete cores”</i> (Processos primários de abstração e generalização)</p>	<p>Identificamos, novamente aqui, uma percepção simples e generalizada da ocorrência de um fenômeno, sem qualquer conexão entre o surgimento das cores.</p>	<p>As diferentes cores do arco-íris derivam de processos físicos simultâneos que ocorrem quando a luz solar, branca, atravessa gotículas de água presentes no ar e se decompõe em outras cores. Uma pessoa no solo consegue ver as sete cores do arco-íris (violeta, anil, azul, verde, amarelo, laranja e vermelho) porque as luzes dispersas dentro de cada gotícula seguem em diferentes direções. A luz branca, que dá origem às demais, é composta de luzes de vários comprimentos de onda, indo do violeta (que tem cerca de 400 nanômetros) ao vermelho (de 700 nanômetros).</p>
<p><i>“O arco-íris se forma assim: a luz vem, bate na água e reflete dentro da água. Aí ela retorna e forma o arco-íris”</i> (Processos primários de abstração e generalização)</p>	<p>Neste caso, temos uma ideia de origem sensorial: o pensamento do estudante não limitou o seu objeto; a partir de uma experiência específica, procurou generalizá-la aos mais variados domínios.</p>	<p>A falta de conhecimentos daí gerado podem dificultar a compreensão sobre a formação do arco-íris. É importante apresentar as fases para a ocorrência do arco-íris</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Refração Ao passar de um meio (o ar) para outro (a gotícula de água), a luz solar tem sua velocidade alterada. Com isso, muda também sua direção. Ao voltar ao ar, a luz sofre outra refração. 2. Dispersão A velocidade da luz solar se altera de forma diferente para cada comprimento de onda. Como consequência, os desvios são diferentes. O fenômeno provoca a decomposição da luz em várias cores. 3. Reflexão No interior das gotículas, a luz do Sol decomposta sofre mudanças de direção ao incidir sobre a superfície interna da água. Em seguida, continua a se propagar. Depois, refrata-se de novo.

APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ESTUDO: ARCO-ÍRIS

Após a entrevista e identificados alguns subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos estudantes, o professor iniciou uma sequência didática para o aprofundamento do tema arco-íris.

1º módulo da sequência didática: *formação do arco-íris*

Neste módulo, o objetivo foi mostrar a formação do arco-íris na natureza. Foram utilizados três encontros, com aproximadamente 3 horas de duração cada. Os instrumentos utilizados para coleta de dados foram: as produções dos estudantes, concretizadas nas atividades desenvolvidas em sala de aula e fora dela, gravações, fotografias, levantamento de informações em laboratório de informática, seminários e exposição de painel. Para ilustrar este módulo, a partir do conjunto de atividades desenvolvidas para a compreensão do tema formação do arco-íris, apresentamos uma atividade que correspondeu a um seminário e, na sequência, uma redação realizada pelos estudantes.

Para a ocorrência do seminário, inicialmente o professor distribuiu a turma em quatro equipes e os temas que seriam abordados na apresentação “reflexão”; “refração”; “prisma” e “luz”. Cada equipe recebeu um tema para o desenvolvimento e, a partir de diferentes materiais de apoio (livros, artigos científicos, vídeos, fotos, sala de informática), cada equipe organizou a apresentação, para que os conhecimentos pudessem ser socializados na forma de seminário. Nesta fase, o professor atendia às equipes e as orientava na organização das atividades. Após a socialização e discussões feitas pelos estudantes após o seminário, o professor sugeriu que cada equipe construísse uma redação, a partir do que havia aprendido e assimilado no seminário. Na figura 2, apresentamos uma redação de um determinado equipe que exemplifica este momento.

FIGURA 2 – Texto produzido pelo equipe G1, baseado no seminário sobre o arco-íris.

O arco-íris é um fenômeno óptico que se forma em razão da refração das cores que formam a luz solar. Não pode ser observado sempre que existem gotículas de água suspensas na atmosfera e a luz solar estiver brilhando acima do observador em baixa altitude ou à noite, ou seja, ele pode acontecer durante ou após uma chuva. Para compreendermos isso em razão da dispersão da luz. A luz do sol é uma onda de luz branca formada por várias cores. Quando essa luz incide sobre uma gota de água as raias luminosas penetram nela e são refratadas, sofrendo assim a dispersão. O feixe de luz refletido, dentro da gota, é refletido sobre a superfície interna da mesma e sofre novo processo de refração, motivo que provoca a separação das cores que um observador consegue ver. É evidente que essa dispersão ocorre com todas as gotas de água que estiverem na superfície recebendo a luz proveniente do sol. O arco-íris não existe, trata-se de uma ilusão de óptica cuja visualização depende da posição relativa do observador. É importante salientar que todas as gotas de água refratam e refletem a luz da mesma forma, no entanto, apenas algumas cores resultantes desses processos é que são captadas pelos olhos do observador.

Fonte: acervo do autor, 2013.

Durante a produção do texto, percebeu-se que os estudantes estavam motivados a colocar, de modo organizado, suas ideias no papel. Sobre a motivação (GIL-PÉREZ; FERNÁNDEZ; CARRASCOSA; CACHAPUZ; PRAIA, 2009) enfatizam que é elemento essencial e deve ser proporcionada pelo professor ao máximo, seja por meio da estimulação à curiosidade intelectual, da utilização de material e situações diversificadas ou pela apresentação de tarefas que sejam apropriadas de acordo com o nível de habilidade de cada estudante. Em linhas gerais, alguns trechos do texto produzido por G1 apontaram uma organização do pensamento sobre a formação do arco-íris. Por exemplo, quando o

grupo escreveu que “*o feixe de luz dentro da gota, é refletido sobre a superfície interna e sofre novamente um processo de refração*”, apontou uma organização no processo para a formação do arco-íris, ou seja, os subsunçores originais, possivelmente, foram modificados ao final do seminário. Essa modificação, cita Lessa (2009), está baseada no princípio que, tanto o subsunçor como o novo conhecimento, fossem assimilados e incorporados à estrutura cognitiva do estudante de modo não arbitrário e não literal.

No entanto, quando o grupo G1 afirmou que “*o arco-íris não existe, é apenas uma ilusão de óptica que depende da posição relativa do observador*” isso demonstrou um posicionamento científico, um certo abandono das ideias oriundas do senso comum, uma compreensão mais crítica acerca dos fenômenos no campo da óptica. Sobre o posicionamento científico, Schroeder (2013) entende que o desenvolvimento conceitual pressupõe o desenvolvimento da consciência e pensamento reflexivo. Se acreditarmos que a escola de um modo geral e o ensino de Ciências de uma forma particular podem de alguma maneira, contribuir para o processo de aquisição e construção de conhecimento pelos estudantes, devemos considerar que o ensino de Ciências deveria sofrer alterações que incluem não apenas inovações de conteúdo, mas também o desenvolvimento de atitudes e valores e a preparação para a tomada de decisões (CARRASCOSA; PEREZ; VALDÉS, 2005). A aprendizagem significativa não trata-se de simples associação entre os conceitos, mas de interação entre os aspectos específicos e relevantes da estrutura cognitiva e as novas informações, por meio da qual essas adquirem significados e são integradas à estrutura cognitiva. Nesse texto, os conceitos subsunçores foram reelaborados, tornando-se mais abrangentes e refinados. Aprender significativamente é, então, compreender a organização lógica do material a ser aprendido.

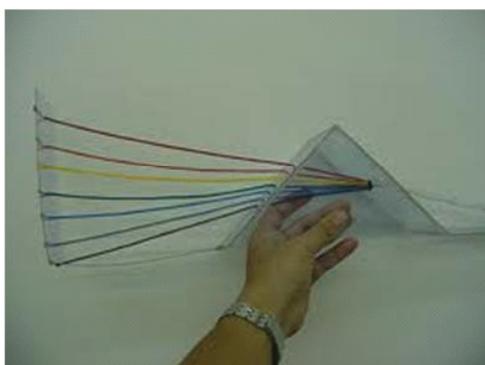
Quando G1 apontou que “*é importante salientar que todas as gotas de água refratam e refletem a luz da mesma forma, no entanto, algumas cores são observadas aos olhos das pessoas*”, atribuiu significação a concatenação dos conceitos envolvidos “refração”, “reflexão”, “cores” e “olhos”. A significação, na concepção de Ausubel (2003) é uma experiência consciente, claramente articulada e precisamente diferenciada que emerge quando proposições ou conceitos, símbolos e sinais potencialmente significativos são relacionados e incorporados numa estrutura cognitiva individual numa base não arbitrária e substantiva. Em geral, os estudantes estavam aprendendo conceitos e seus significados, bem como o processo de formação do arco-íris. Após a entrega da redação, o professor iniciou o segundo módulo da sequência didática.

2º módulo da sequência didática: as cores do arco-íris

Neste módulo, o objetivo foi identificar e compreender a existência de cores na formação do arco-íris. Foram utilizados quatro encontros com aproximadamente 4 horas de duração cada. Os instrumentos utilizados para coleta de dados foram: cartazes, mapas conceituais, apresentações orais, laboratório de ciências, uso de projetor multimídia, vídeo e texto. Para ilustrar este módulo, a partir do conjunto de atividades desenvolvidas para a compreensão da existência das cores do arco-íris, apresentamos como recorte uma atividade realizada no laboratório de ciências que culminou na construção do disco

de Newton. Antes da construção do disco de Newton, o professor passou um vídeo, intitulado “O mundo de *Beakman*: arco-íris²”, com duração de 10 minutos. O objetivo da apresentação do vídeo foi familiarizar os estudantes com as cores do arco-íris e o processo de aparição no céu. Após assistir o vídeo, os estudantes foram levados ao laboratório de ciências para realizar uma experiência acerca do tema reflexão e refração envolvendo prismas e feixe de luz (figura 3).

FIGURA 3 – Representação tátil-visual da dispersão da luz branca em um prisma.



Fonte: acervo do autor, 2013.

Durante o experimento de dispersão da luz branca em um prisma, os estudantes realizavam comentários sobre o fenômeno ocorrido. Por exemplo, (E3) indagou que “a luz é possível de ser vista”. A visibilidade da luz, independente do meio, é um subsunçor detectado nos estudantes com muita frequência em pesquisas realizadas no ensino de Física (ROSA et al., 2009). O estudante (E3) considerou que a luz pode ser observada sem que esteja incidindo nos olhos do observador. O professor aproveitou a ocasião e contribuiu com o grupo explanando que a luz é refletida em várias direções por partículas suspensas no ar. Provavelmente, tal ideia surja de forma natural no cotidiano quando a experiência diária não oferece a propagação no espaço livre.

Já o estudante (E13) afirmou que “a luz se propaga de modo finito no escuro”. Provavelmente seus conhecimentos prévios sobre propagação da luz é resultado de suas experiências do cotidiano, acreditando que a luz propaga por uma distância maior no escuro do que em um ambiente claro. Esse subsunçor viola um dos princípios fundamentais da Física: a conservação da energia. Independentemente da intensidade da fonte, o alcance da luz no espaço livre é infinito; não existe meio para absorver a energia eletromagnética (GRECA; MOREIRA, 2008).

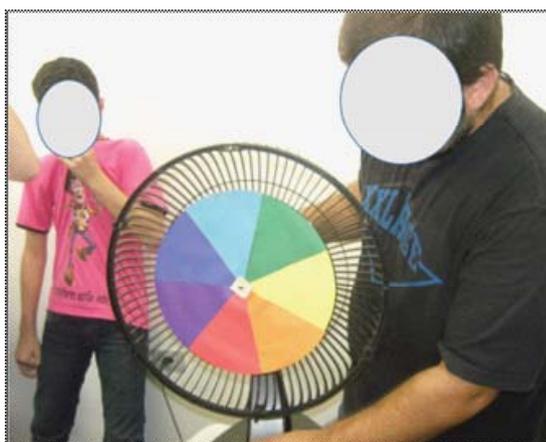
Já o estudante (E5) argumentou que “os raios não se cruzam após a dispersão da luz branca”. O professor lembrou que muitos estudantes confundem propagação retilínea

² O vídeo encontra-se disponível no endereço: <http://www.youtube.com/watch?v=-9ZE5hcM3YA>.

com propagação paralela, considerando somente a emissão de raios paralelos. Uma das possíveis causas para esta ideia tácita (AZEVEDO, 2013), lembrou o professor, é a representação de raios paralelos para fontes distantes descritas em livros didáticos. Nestas descrições nem sempre é explicitado que se pode considerá-los paralelos para distâncias suficientemente grandes do observador à fonte, de forma que o ângulo entre os raios luminosos seja desprezível, ou seja, próximo a zero. Por fim, o estudante (E10) questionou: “Como uma cor se transforma em outra? Eu assisti o vídeo do Beakman, mas ainda estou com dúvida?” O professor explicou que, “o Sol emite radiação eletromagnética e, uma parte dessa radiação, compreende o espectro visível. A soma de todos os comprimentos de onda localizados na região visível do espectro eletromagnético resulta na luz branca. Ela também pode ser obtida somando-se as luzes vermelha, azul e verde, denominadas cores primárias. Entretanto, para compreender o processo de visualização das cores, é necessário considerar a percepção do olho humano, quando há a superposição de diferentes ondas luminosas”. Para Pesa et al. (2003), as células fotossensíveis do olho, os cones e os bastonetes, enviam os sinais ao cérebro e conduzem a percepção das cores. Quando, por exemplo, chegam ao olho do observador as luzes de cores verde e azul, as células sensíveis a essas cores se manifestam e percebemos a combinação aditiva delas, ou seja, a cor entre ambas-ciano.

Em síntese, este momento possibilitou aos estudantes apresentarem seus conhecimentos prévios (subsunçores) com relação as cores que compõem o arco-íris. Obviamente, apenas conhecer tais subsunçores, identificá-las e tentar promover a maturidade cognitiva (AUSUBEL, 2003), não garante a aprendizagem significativa dos conteúdos no campo da Óptica. Entretanto, possibilita, entre outras coisas, o desenvolvimento de materiais e tarefas potencialmente significativas para facilitar a aprendizagem. Nessa perspectiva, o professor apresentou aos estudantes a segunda atividade que foi a construção do disco de Newton (figura 4).

FIGURA 4 – atividade com o disco de Newton.



Fonte: acervo do autor, 2013.

O disco de Newton é um círculo dividido em sete partes, cada parte formada por uma das cores do arco-íris, seguindo a ordem: roxo, azul-escuro, azul-claro, verde, amarelo, laranja e vermelho. Para essa atividade, com objetivo de identificar os conhecimentos prévios dos estudantes, o professor realizou alguns questionamentos antes de iniciar a experimentação.

Professor: Qual o significado dessas cores neste disco?

(E2): Essas cores encontramos no arco-íris.

(E7): essas cores são os espectros da luz branca.

(E10): Temos cores primárias e secundárias, professor.

Professor: O que acontecerá se girarmos o disco de Newton?

(E1): o disco ficará preto.

(E4) Não. O disco ficará branco, são as cores que compõem o arco-íris.

(E1): Olha, quando misturamos as cores de tintas, o resultado é preto, com certeza.

(E12): Acho que não vai ficar branco, mas muito parecido. Vai depender da velocidade que o disco girar.

A ideias ou conhecimentos prévios explicitados pelos estudantes apontaram na primeira pergunta, três posicionamentos diferentes, porém com mesmo significado, o que evidencia, possivelmente uma ocorrência de aprendizagem significativa, uma assimilação do conceito “cor do arco-íris”. Para Paiva (2013), Menino e Correia (2011), o indivíduo na sua tentativa de compreender os fenômenos ao seu redor, busca aprender o significado de alguns objetos, formando em sua estrutura cognitiva uma teia de conceitos, abandonando e modificando conhecimentos já cristalizados a partir de constatações científicas. Esses conhecimentos, geralmente, são frutos da sua curiosidade, do lado investigativo e da situação de estranhamento frente ao objeto de estudo.

Com relação ao segundo questionamento, as ideias dos estudantes parecem contraditórias, com perspectivas divergentes frente ao experimento. O diálogo ocorrido entre (E1) e (E4) evidenciou esse momento de retórica, ou seja, cada um defendendo seu posicionamento a partir dos conhecimentos já construídos, provavelmente, ao longo da vida estudantil ou das experiências vivenciadas no cotidiano. Para Gil-Pérez, Fernández, Carrascosa, Cachapuz, Praia (2009), ao identificarmos a origem das ideias prévias dos estudantes, podemos perceber que apesar das diferentes origens, as mesmas constituem um todo articulado de informações que irá influenciar de forma marcante na apropriação de novos conhecimentos. Assim, faz-se necessário

que professor, conheça o que o estudante já sabe para que possa conduzir uma abordagem segura em relação ao conteúdo que pretende ensinar. Por fim, (E12) lembrou que é preciso considerar a velocidade em que o disco irá girar para definir a cor formada, mas espera-s que seja branca. Lessa et al. (2009) defende que as perguntas direcionadas aos estudantes são cada vez mais importantes antes da atividade ser realizada, tentando desmembrar a informação solicitada para que fique cada vez mais acessível à compreensão dos estudantes no primeiro episódio, que tipo de conhecimento precisa ser mobilizado para iniciar a exploração do conteúdo a ser estudado. Após essa discussão, o professor realizou a experiência com o disco de Newton e os estudantes puderam constatar que a cor emergente foi a branca. Para finalizar, o professor agradeceu a participação dos estudantes na construção do conhecimento acerca do tema “cores do arco-íris” e apresentou ao grupo o último módulo da sequência didática.

3º módulo da sequência didática: *arco-íris solar e lunar*

Este módulo didático teve como objetivo apresentar e diferenciar os tipos de arco-íris existentes na natureza. Neste módulo, foram utilizados quatro encontros, com aproximadamente 4 horas de duração cada. Os instrumentos utilizados para coleta de dados foram: mapas conceituais, apresentações orais com uso de projetor multimídia, texto e fôlder. Para ilustrar este módulo, a partir do conjunto de atividades desenvolvidas para a compreensão na diversidade de arco-íris, apresentamos uma atividade realizada em sala de aula, que culminou na construção de um fôlder informativo.

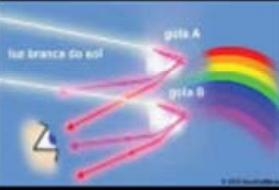
Os estudantes na sala de informática levantaram informações sobre a existência de outros tipos de arco-íris, diferente do que estavam acostumados a pensar e observar na natureza, um arco-íris formado pela presença do sol e de gotículas de água. Inicialmente, houve certo desconforto e um sentimento de dúvida sobre a possibilidade na existência de outros arco-íris, no qual não estavam acostumados a presenciar em seu cotidiano. A atividade proposta pelo professor, consistiu na construção de um fôlder com informações sobre formação, diversidade e cores do arco-íris. O resultado da atividade pode ser observado na figura 5.

FIGURA 5 – Fôlder informativo elaborado pelos estudantes acerca do tema arco-íris.

De onde vêm as cores do arco-íris? *Material produzido pelo 2º Ano*



Refração: Ao passar de um meio (ar) para outro (gotícula de água), a luz tem sua velocidade alterada. Com isso, muda também sua direção. Ao voltar ao ar, a luz sofre outra refração.



Dispersão A velocidade da luz solar se altera de forma diferente para cada comprimento de onda. Como consequência, os desvios são diferentes. O fenômeno provoca a decomposição da luz em várias cores.

Reflexão No interior das gotículas, a luz do Sol decomposta sofre mudanças de direção ao incidir sobre a superfície interna da água. Em seguida, continua a se propagar. Depois, refrata-se de novo.



Outros tipos de arco-íris existentes



O arco-íris lunar acontece apenas à noite.

O arco-íris branco acontece com gotículas menores que 0,05 mm neblinas, não permitindo a dispersão da luz.

O arco-íris branco lunar ocorrendo pelo reflexo da lua.

Motorista fotografa fim de arco-íris em estrada no Reino Unido.

Fonte: acervo do autor, 2013.

Por meio do fôlder construído, foi possível perceber que os estudantes, em geral, foram criativos, constatação feita devido à diversidade de informações apresentadas no material. Moreira (2010) entende que para alcançar níveis altos de criatividade, o fôlder precisa ser organizado de tal forma que o conceito mais geral, no caso “arco-íris” seja apresentado inicialmente e que os demais conceitos respeitem uma hierarquia conceitual à medida que a nova informação é apresentada.

É possível identificar no fôlder que os estudantes representaram relações entre conceitos, na forma de proposições, por exemplo, “refração”, “reflexão”, “dispersão” e

“tipos de arco-íris”. Para Saiani (2003), os estudantes podem englobar um conjunto de significados conceituais, numa estrutura de proposições. As proposições, por sua vez, servem para tornar claro, tanto aos professores como aos estudantes, as ideias chave em que devem focar para uma tarefa de aprendizagem.

Um ponto importante apontado pelos estudantes foi referente à questão da existência de um pote de ouro ao fim do arco-íris, ideia disseminada fortemente pela mídia, por meio de desenhos animados e textos infantis. Carrascosa, Perez, Valdés (2005) lembram que estas ideias ou crenças, geralmente de bases empíricas, são saberes que o sujeito adquire, não raro nas vivências diárias, em ambientes não escolares. Para os autores, as propriedades visuais dos objetos são facilmente identificadas e abstraídas pelo indivíduo, porém, a assimilação dos elementos essenciais do conceito só ocorre posteriormente, na escola, um dos locais adequados para apropriação do conhecimento científico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muito embora o desenvolvimento da atividade acontecesse a partir da utilização de um variado conjunto de atividades, privilegiando a participação dos estudantes com a utilização de diferentes abordagens, duas questões norteadoras emergiram a título de análise: *até que ponto os estudantes passaram a considerar os conceitos apresentados sobre o tema arco-íris foram relevantes para a compreensão desse fenômeno na natureza? Ou ainda, os estudantes alcançaram maturidade cognitiva transformando seus conhecimentos prévios a respeito desse tema?*

Enquanto respostas a esses questionamentos, pode-se perceber que muitos estudantes conseguiram estabelecer, de modo não arbitrário e substantivo, os novos conceitos com seus conhecimentos prévios (subsúcores). Isto se tornou evidente, por exemplo, quando estes estudantes apresentavam suas argumentações durante os seminários baseadas em conhecimento científico sobre o tema arco-íris, estabelecendo relações conceituais, estas por sua vez, estáveis e diferenciadas. A utilização de uma linguagem mais adequada à situação, demonstra o nível de organização que encontra-se a estrutura cognitiva dos estudantes, fato identificado no material informativo elaborado pelos estudantes, entre outras ações.

Na apropriação dos conhecimentos sobre arco-íris, os estudantes por meio de atividades em grupo, por exemplo, foram conduzidos a pensar, refletir, comparar, organizar, sintetizar, enfim, desempenharam um papel mais ativo no processo de apropriação, com a importante participação do professor, que continuamente, dirigia a atenção para o conhecimento prévio, muitas vezes, culturalmente cristalizado. Neste momento, identificamos a importância do ensino e sua relação entre a aprendizagem e desenvolvimento. No decorrer do processo de ensino, também percebeu-se que muitos estudantes conseguiram estabelecer relações de modo não arbitrário e substancial (não ao pé da letra) entre os novos conhecimentos e os conceitos existentes. Isto se tornou evidente, por exemplo, quando estes estudantes apresentavam suas argumentações baseadas em algum conhecimento científico já estudado, estabeleciam relações conceituais, buscavam

utilizar uma linguagem mais adequada à situação, incluindo-se as elaborações escritas, entre outras ações.

Em nosso caso, os estudantes precisaram sair do plano concreto, daquilo que lhes era mais tangível e próximo para fazer relações mais abstratas nas diferentes situações de ensino em sala de aula. Os recursos de ensino utilizados pelo professor (leitura de textos, exibição de vídeos, etc.), em nosso entendimento, desempenharam papel preponderante para a aprendizagem dos conceitos, uma vez que auxiliaram os estudantes no trânsito entre o concreto e os níveis de conhecimentos mais abstratos (os conceitos científicos).

Em relação à experiência didática explanada neste trabalho, podemos tecer algumas considerações que inferimos essenciais no planejamento do professor de Física para o estudo de Óptica, em especial, o tema arco-íris:

I. Grande parte dos conhecimentos prévios tem sua gênese nas experiências vivenciadas ou nas crenças que culturalmente se encontram enraizadas na estrutura cognitiva;

II. Diversos são os fatores que influenciam nesta construção do pensamento: os meios de comunicação, a crença popular, a posição da religião, a família e até mesmo a ciência;

III. Faz-se essencial, conhecer as diversas compreensões que os estudantes possuem para o posterior planejamento das atividades, pois é preciso destacar que estes conhecimentos fazem parte de uma construção extremamente pessoal de cada estudante, ou seja, são conhecimentos que foram elaborados em sua mente a partir de vivências pessoais, do dia a dia. Estes conhecimentos prévios, não costumam ser coerentes do ponto de vista científico, porém são bastante previsíveis em relação a fatos cotidianos, conforme Ausubel, Novak e Hanesian (1980).

No estudo aqui apresentado sobre arco-íris, identificamos uma grande influência da crença enraizada e das experiências vivenciadas na formação dos conhecimentos prévios dos estudantes (conhecimentos construídos culturalmente). Este fato sugere que os conceitos já construídos poderão ser transformados em sua estrutura de imediato nas aulas de Física, uma vez que agora possuem modelos de abstração e sistematização para modelos geométricos. Na experiência didática apresentada, observamos que os estudantes, por intermédio dos seus textos, argumentações e ilustrações, aplicaram adequadamente as informações científicas (baseadas nas investigações bibliográficas e explicações do professor), além do enriquecimento do vocabulário científico, fato que julgamos relevante. De qualquer maneira, podemos afirmar que o processo de construção conceitual dos estudantes tem uma natureza dinâmica e o reconhecimento desta característica é fundamental para a sua aprendizagem.

A ação desenvolvida em sala de aula pelo professor que objetiva a aprendizagem significativa por parte de seus estudantes é qualitativamente diferente da que se baseia simplesmente pela transmissão do conhecimento e sua recepção de modo passivo. Nessa direção, apresentamos a seguir, inspirados em pressupostos teóricos desenvolvidos por Ausubel, Novak e Hanesian (1980) e Novak e Gowin (1996), alguns indicadores

de dimensão psicológica e motivacional no que diz respeito ao planeamento para a construção de conceitos acerca de Óptica, em especial, o tema arco-íris nas aulas de Física:

- a) Compreender que a aprendizagem conceitual é um processo dinâmico;
- b) Compreender que a aprendizagem representacional deve ser estimulada pelo professor;
- c) Conhecer por meio de ações os conhecimentos prévios dos estudantes;
- d) Planejar atividades que tenham como ponto de partida os conhecimentos prévios mais comuns encontrados nos estudantes;
- e) Compreender que a participação do professor, enquanto mediador no processo de construção dos conceitos é essencial, pois se reconhece a dificuldade de transformar situações concretas em pensamento matemático.
- f) Promover momentos de motivação e interatividade no decorrer do processo de ensino, em busca da construção nos significados dos conceitos de Óptica.

No que tange ao planeamento, sugerimos que os professores de Física considerem os seguintes aspectos:

- a) É importante proporcionar momentos em que o estudante apresente suas concepções sobre o tema apresentado;
- b) O ensino deve valorizar fatos que conduzam os estudantes a refletirem sobre suas ideias, ou seja, praticar o metapensamento, neste sentido, as situações-problema podem se transformar em uma possibilidade interessante;
- c) A apresentação de um tema, por meio de perguntas motivacionais e realização de atividades se constitui como uma estratégia interessante para desenvolver de maneira satisfatória a construção de conceitos científicos.
- d) Materiais escritos também são recursos que devem estar presentes nas aulas de Física. Sua utilização pode prover os meios para a reflexão, bem como o emprego da sistematização, uma vez que introduzem e auxiliam os estudantes na compreensão das diferentes formas de representação utilizadas pela comunidade científica: os conceitos visuais e verbais;
- e) Atividades que conduzam os estudantes a apresentar suas ideias e levantar hipóteses, acreditamos que possam contribuir para uma aprendizagem significativa com relação à aquisição do conhecimento.
- f) O professor pode somente apresentar ideias de modo significativo, no entanto, a tarefa de organizar novas ideias num quadro de referência pessoal só pode ser realizada pelo estudante, ideia enfatizada por Novak e Gowin (1996), em que compreendem que a participação do professor durante todo o procedimento de construção é de grande importância.

- g) Além das discussões, os materiais escritos, produzidos pelos estudantes (de forma conjunta ou individual) são instrumentos valiosos para se obter informações a respeito das mudanças que aconteceram e como aconteceram.

A presença do professor em sala de aula justifica-se mais em função de atuar como mediador do conhecimento, de forma que os estudantes aprendam os saberes escolares em interação com o outro, e não apenas recebam-no passivamente, do que se caracterizar como um transmissor de conteúdo. Dessa forma, o papel do professor ganha relevância e importância, ao contribuir para que o estudante desenvolva seus conhecimentos prévios em direção aos científicos despertando o senso crítico. Desse modo, cabe ao professor colocar-se como ponte entre estudante e conhecimento e cabe ao estudante participar ativamente desse processo.

Com relação às estratégias de ensino recomendamos que, no planejamento, o professor utilize metodologias que facilitem o acesso ao pensamento dos estudantes, configurando um interessante aspecto a ser considerado em relação aos problemas enfrentados na prática pedagógica. No universo da sala de aula, professor e estudante relacionam-se o tempo todo. O professor não ensina apenas transmitindo ou reproduzindo conteúdos, mesmo que com métodos testados. O fato é que esse intenso relacionamento pode favorecer a aprendizagem dos estudantes e o estudo de como professor e estudante se aproximam na construção de um laço de confiança e respeito.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano, 2003.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- AZEVEDO, R. L. *Utilização de organizadores prévios para a aprendizagem significativa do magnetismo e do eletromagnetismo*. 2013. 157f. Dissertação (Mestrado no Ensino da Matemática e Ciências) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- _____. Uso de organizadores prévios na aprendizagem significativa do eletromagnetismo. *Acta Scientiae*, v.15, n.2, p.304-320, maio/ago. 2013.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora, 1994.
- BORGES, M. R.; Moraes, R. *Educação em Ciências nas séries iniciais*. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 1998.
- BREU, L.; BEJARANO, N.; HOHENFELD, D. O conhecimento físico na formação de professores do Ensino Fundamental I. *Revista Investigações no Ensino de Ciências*, vol. 18, n.1, p.23-42, 2013.
- CARRASCOSA, J., PEREZ, D.; VALDÉS, P. *Como ativar a aprendizagem significativa conceitos e teorias?* Santiago: OREALC/UNESCO, 2005.

CARVALHO, J. C.; BOSSOLAN, N. R. S. Algumas concepções dos alunos do Ensino Médio a respeito de proteínas. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. *Anais...* Florianópolis, 2009.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2002.

ESTEBAN, M. P. S. *Pesquisa qualitativa em educação: fundamentos e tradições*. Porto Alegre: Artmed, 2010.

GIL-PÉREZ, D.; FERNÁNDEZ I.; CARRASCOSA, J.; CACHAPUZ, A. E PRAIA, J. Superación das visões deformadas da ciência e da tecnologia: um requisito essencial para a renovação da educação científica. In: CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P. C.; PRAIA, J. E VILCHES, A. (Org.). *A necessária renovação do ensino de Ciências*. São Paulo: Cortez, 2010. p.37-70.

GRECA, I. M.; MOREIRA, M. A. Modelos mentales y aprendizaje de física en electricidad y magnetismo. *Enseñanza de las Ciencias*. Barcelona, v.16, n.2, p.289-303, jun. 2008.

LESSA, D. B. et al. Como se forma os conhecimentos prévios? Um estudo das concepções alternativas de estudantes sobre sistema imunológico. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 14. 2009, Curitiba. *Anais...* Curitiba: UFPR/DQ, 2009.

MENINO, H. L.; CORREIA, S. O. Concepções alternativas: ideias das crianças acerca do sistema reprodutor humano e reprodução. *Educação & Comunicação*, n.4, p.97-117, s.d, 2011.

MOREIRA, M. A. *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. São Paulo: Centauro, 2010.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Centauro, 2001.

NONAKA, IKUJIRO; TAKEUCHI, HIROTAKA. *Criação de conhecimento na empresa*. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

NOVAK, J. D.; GOWIN, B. D. *Aprender a aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.

OLIVEIRA, L. L. Imaginário histórico e poder cultural: as comemorações do descobrimento. *Estudos Históricos*, Rio de Janeiro: CPDOC; FGV, v.14, n.26, 2000, p.183-202.

PAIVA, A. L. B. Concepções prévias de alunos de terceiro ano do Ensino Médio a respeito de temas na área de Genética. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v.7, n.3, 2008.

PEREIRA, M. O conhecimento tácito substantivo histórico dos alunos – no rastro da escravatura. In: BARCA, Isabel (Org.). *Perspectivas em Educação Histórica*. Braga: Universidade do Minho; Centro de Estudos em Educação e Psicologia, p.45-54, 2001.

PESA, M. A.; BRAVO, S. V.; COLOMBO, E. M. *Investigando la luz y la visión*. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología – Universidad Nacional de Tucumán (UNT). Editora da UNT, 2003.

POLANYI, M. *The Tacit Dimension*. London. Routledge & Kegan Paul Ltd. 1967.

POZO, J. I. *Teorias cognitivas da aprendizagem*. 3.ed. São Paulo: Artes Medicas, 1998.

ROSA, C.; MAYER, M.; PATRIZI, P.; MISSONI, M. V. Commonsense knowledge in optics: Preliminary results of investigation into the properties of light. *European Journal of Science Education*, v.6, n.4, p.387-397, 2009.

SAIANI, C. *Valorizando o conhecimento tácito: a epistemologia de Michael Polanyi na escola*. Tese (Doutoramento em Educação). SP: USP. 2003.

SCHROEDER, E. Os conceitos espontâneos dos estudantes como referencial para o planejamento de aulas de ciências: análise de uma experiência didática para o estudo dos répteis a partir da teoria histórico-cultural do desenvolvimento. *Experiências em Ensino de Ciências*, v.8, n.1, 2013.

ZABALA, A. *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artmed, 2007.