



AS COMPREENSÕES DOS ESTUDANTES ACERCA DO CONHECIMENTO SOBRE ÓTICA: ANÁLISE DE UMA ATIVIDADE PARA O ESTUDO DE FENÔMENOS DA NATUREZA

Understandings students about the knowledge about optics: analysis of an activity for the study of the phenomena nature

Wanderley Pivatto Brum¹

Elcio Schuhmacher²

Resumo: Os estudantes trazem à sala de aula um conjunto de explicações sobre determinado assunto, conhecido como conhecimentos prévios, muitas vezes diferente dos saberes científicos apresentados pela escola. Este ponto é essencialmente importante, uma vez que possibilita ao professor desacreditar que a apropriação de um conhecimento acontece pela simples transmissão. 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. Neste sentido, apresentamos uma experiência didática para o estudo do arco-íris, vivenciada em aulas de Física com estudantes da segunda série do ensino médio, analisada a partir dos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa. Entendemos que o ensino deve basear-se nas experiências pessoais que o estudante vivencia e que o papel do professor está na orientação e regulação das atividades, com vistas à transformação dos conhecimentos prévios em sua estrutura cognitiva. Assim, de acordo com o pensamento ausubeliano, se o professor deseja ensinar significativamente, é preciso descobrir aquilo que o estudante já sabe, para enfim, direcionar seus ensinamentos.

Palavras-chave: Ensino de Física. Conhecimentos prévios. Conceitos científicos. Arco-íris.

Abstract: The students bring to the classroom a set of explanations about a particular subject, known as prior knowledge, often different from scientific knowledge presented by the school. This point is especially important, as it enables the teacher to discredit the appropriation of knowledge happens for the simple transmission. Previous knowledge are functional explanations for the objects and phenomena, often undeveloped that need to be identified and taken into consideration by teachers of physics. In this sense, we present an educational experience for the study of the rainbow, experienced in physics classes with students of the second year of high school, analyzed from the assumptions of the Theory of Meaningful Learning. We believe that education should be based on personal experiences that students experience and the teacher's role is to advise and regulation of activities with a view to transforming existing knowledge into their cognitive structure. Thus, according to the ausubeliano thought, if the teacher wants to teach significantly, you need to discover what the student already knows, to finally direct their teachings.

Keywords: Physics Teaching. Prior knowledge. Scientific concepts. Rainbow.

¹ Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela FURB (SC), Brasil, Universidade Federal de Santa Catarina, ufsc2013@yahoo.com.br

² Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela FURB (SC), Brasil, Universidade Federal de Santa Catarina, ufsc2013@yahoo.com.br

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 no processo de ensino. 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, afetivos e contextuais, que igualmente configuram a estrutura cognitiva prévia do estudante que aprende. A teoria da aprendizagem significativa ao estabelecer o conhecimento prévio do sujeito como referência explícita 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 a 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, é 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 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 ao 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. 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*.

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. 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, o indivíduo busca aprender o significado

de alguns objetos ao seu redor, formando em sua estrutura cognitiva uma teia conceitual, 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. O conhecimento prévio torna possível a aquisição de ideias que podem ser utilizadas no universo das categorizações de novas situações, bem como, serve de ponto de ancoragem e descoberta de novos conhecimentos.

Pozo³ (1998) apresenta três possíveis origens para os conhecimentos prévios, entre eles, aqueles de origem escolar. Basicamente, são concepções decorrentes da carência por parte do estudante de conhecimentos anteriores e que podem ser geradas tanto pelos estudantes como induzidas pelo professor. Entretanto, geralmente esses conhecimentos prévios originam-se de aprendizagens escolares precedentes caracterizadas por assimilações parciais do conhecimento lógico apresentado¹.

Segundo os estudos de Polanyi (1967), 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, pela imitação ou pela convivência entre pares. 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):

³ 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).

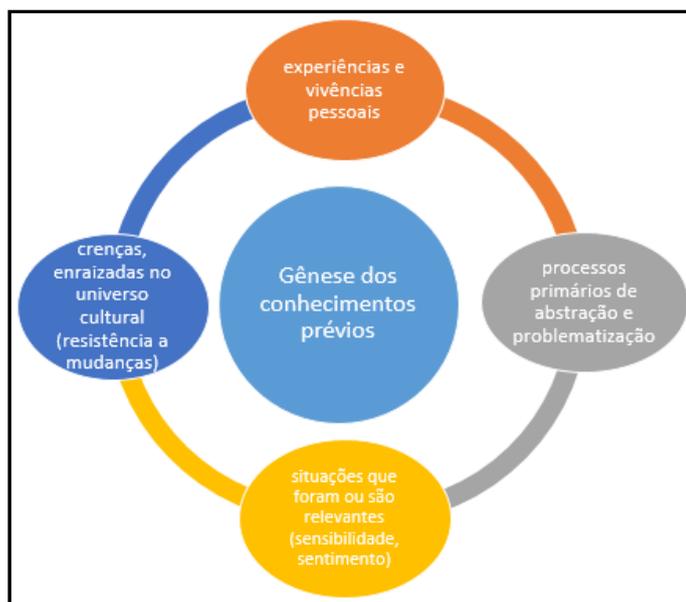


Figura 1: Algumas origens para o surgimento dos conhecimentos prévios.
Fonte: Pereira, (2001, adaptado).

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, com o objetivo de contribuir para que este pense de modo distinto do pensamento cotidiano, tendo como referência as características da ciência. 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.

Nesta perspectiva, aprender a formação de um arco-íris, pressupõe reinventar o conhecimento prévio. A escola, portanto, é o local onde os estudantes entrarão em contato com um grande variado conjunto conceitual, hierarquicamente organizado 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 argumentado 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 de informação e sua recepção de forma passiva não somente é inadequado como também é infrutífero. Para Schroeder (2013), o desenvolvimento conceitual pressupõe o desenvolvimento de 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.

Esta afirmativa apontada por Schroeder 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. 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).

O estudo da formação do arco-íris: um exemplo vivenciado no ensino médio e os conhecimentos prévios como referencial de análise

O arco-íris encontra-se presente nos desenhos animados, na religião, na história da navegação, na natureza, nas artes e na ciência, ocupando desde tempos remotos, diferentes papéis na história da humanidade. Campo de estudo da Física, a óptica⁴ estuda os fenômenos relacionados à luz. A óptica explica o fenômeno da reflexão, refração e difração. Nesta parte da Física, são estudados os fenômenos ópticos relacionados às trajetórias seguidas pela luz, bem como a formação de arco-íris. Este fato, possivelmente contribuiu para formação dos conhecimentos prévios que acabam se transformando em obstáculos. Conhecer este sistema e compreender o mundo que vive, exige a tarefa de investigar sua gênese e desenvolvimento ao largo da história da Física, o que para muitos, é uma missão misteriosa e desafiadora.

A experiência didática relatada neste artigo ocorreu em uma escola do município de Florianópolis, Santa Catarina, com estudantes cursando o segundo ano do ensino médio, tendo como foco, o assunto formação do arco-íris. A proposta trabalhada na atividade aqui apresentada atendeu às inquietações manifestadas por Borges e Moraes (1998), quando os autores afirmaram 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.

A atividade teve início por meio de uma conversa, 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 1).

⁴ As diretrizes programáticas para o ensino de Óptica sugerem o estudo da Óptica Geométrica no segundo ano do ensino médio, assim organizado: 1. Fontes de luz. 2. Meios. 3. Princípio de propagação da luz. 4. Reflexão. 5. Refração.

Quadro 1: Ideias e conhecimentos prévios associados

<i>Os conhecimentos prévios</i>
<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>

Realizando uma análise das ideias e conhecimentos prévios expressados pelos estudantes, percebemos que grande parte são resultados 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 2.

Quadro 2: Interpretação das ideias e conhecimentos prévios dos estudantes e a visão da Física.

As ideias e os conhecimentos prévios dos estudantes associados	Interpretação	As ideias e os conceitos científicos (os conceitos que poderiam ser apresentados na aula de Física, a fim de reestruturar a estrutura cognitiva)	Possível origem do conhecimento prévio apresentado
<i>“O arco-íris representa uma aliança de Deus com os seres vivos”</i>	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.	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.	Crenças enraizadas no universo cultural
<i>“Eu já ouvi que no fim de um arco-íris estariam escondidos diversos tesouros”</i>	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.	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.	Crenças enraizadas no universo cultural
<i>“Eu sei que precisa de sol e chuva para aparecer”</i>	Identificamos aqui uma percepção simples e generalizada da ocorrência de um fenômeno, sem qualquer conexão entre os conceitos sol e chuva.	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	Processos primários de abstração e generalização

		diversos arcos concêntricos nas cores que vão do vermelho ao violeta.	
<i>“É um fenômeno encantador, hipnotiza as pessoas”</i>	Identificamos aqui uma percepção antropomórfica sobre os arco-íris, que atribui ao fenômeno um comportamento humano.	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.	Experiências e vivências pessoais
<i>“Meu pai disse uma vez que é formado durante o dia pela combinação do sol e da chuva”</i>	Concepção antropomórfica, induzida e incentivada pela autoridade paterna. Também podemos perceber uma concepção com origem sensorial que confunde causa e efeito.	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.	Experiências e vivências pessoais Crenças enraizadas no universo cultural Situações que foram ou são relevantes (sentimentos, sensibilidade)
<i>“São formados por sete cores”</i>	Identificamos, novamente aqui, uma percepção simples e generalizada da ocorrência de um fenômeno, sem qualquer conexão entre o surgimento das cores.	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).	Processos primários de abstração e generalização
<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>	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.	A falta de conhecimentos daí gerado pode dificultar a compreensão sobre a formação do arco-íris. É importante apresentar as fases para a ocorrência do arco-íris 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.	Processos primários de abstração e generalização

		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.	
--	--	---	--

Descrição das atividades desenvolvidas pelo professor para esta unidade

As informações foram coletadas em uma aula de Física em que foi introduzida a unidade de estudo. Na etapa seguinte, o professor iniciou um conjunto de atividades para o seu aprofundamento. Os objetivos para o estudo de Óptica, especificamente, formação do arco-íris foram construídos a partir do pressuposto que o conhecimento mais inclusivo influencia no sentimento de questionamento e readequação dessa parte da Física por parte dos estudantes, uma vez que o fenômeno arco-íris faz parte da vida das pessoas e seu conhecimento é essencial para compreender sua existência e os procedimentos para sua formação na natureza.

A atividade central para o desenvolvimento da unidade consistiu no estudo de quatro temas distintos⁵ a partir da organização das equipes de trabalho. Cada equipe recebeu um tema para o desenvolvimento e, a partir de diferentes materiais de apoio (livros, artigos científicos, vídeos, fotos), os estudantes organizaram apresentações (figura 2), apresentados e discutidos, posteriormente, 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.



Figura 2: Elaboração das sínteses, a partir de leituras e do apoio do professor de Física. Foto do acervo particular do autor.

Após a realização da socialização e discussões feitas pelos estudantes no seminário com o auxílio de recursos tecnológicos, conforme figura 3, o professor sugeriu a leitura de um artigo científico, como introdução para um vídeo educacional da TV Escola, intitulado “*Kika: de onde vem o arco-íris?*” com duração de 5 minutos. Após a leitura e exibição do vídeo, procedeu-se uma discussão sobre as dúvidas e um levantamento de informações

⁵ Temas trabalhados: 1. Formação do arco-íris 2. As cores do arco-íris. 3. Arco-íris solar e lunar. 4. Desmistificação de crenças acerca do arco-íris.

científicas, comparando-se o texto lido com o vídeo assistido. A unidade foi finalizada com a produção de um material informativo realizado pelos estudantes referente aos estudos e seminários realizados durante a aula de Física.



Figura 3: Apresentação das sínteses produzidas sobre a Desmistificação de crenças acerca do arco-íris. Foto do acervo particular do autor.

A avaliação das atividades do seminário aconteceu com a participação dos estudantes. Ao final, os estudantes elaboraram um material informativo, resultados das atividades que foram desenvolvidas durante o estudo sobre o tema arco-íris.

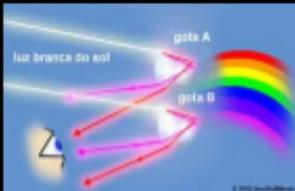
Análise da metodologia utilizada pelo professor

Muito embora o desenvolvimento da unidade 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? Durante o processo de ensino, pode-se perceber que muitos estudantes conseguiram estabelecer, de modo não arbitrário e substantivo, os novos conceitos com seus conhecimentos prévios (subsunçores). 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 (figura 4), entre outras ações.

De onde vêm as cores do arco-íris? *Material produzido pelo 5º 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.

Figura 4: Material informativo elaborado pelos estudantes acerca do tema arco-íris.

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, 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 a experiência didática explanada neste trabalho, foi possível 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.

Considerações finais

Dos conhecimentos prévios identificados na aula de Física sobre arco-íris, encontramos os que surgem a partir das experiências e vivências pessoais, crenças enraizadas no universo cultural, processos primário de abstração e generalização e por situações que foram ou são relevantes.

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 planejamento 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 estimulado 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 planejamento, 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 possa 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 aos professores que no planejamento, utilizem 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 se relacionam 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 estudar sobre 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.
- BORGES, M. R.; MORAES, R. **Educação em Ciências nas séries iniciais**. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 1998.
- 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, vol. 14, n. 26, 2000, p.183-202.
- PEREIRA, M. **O conhecimento tácito substantivo histórico dos alunos – no rastro da escravatura**. BARCA, Isabel (org.) *Perspectivas em Educação Histórica*. Braga: Universidade do Minho. Centro de Estudos em Educação e Psicologia, p. 45-54, 2001.
- 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.
- SAIANI, C. Valorizando o conhecimento tácito: a epistemologia de Michael Polanyl 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.