

Os conhecimentos prévios dos estudantes como ponto referencial para o planejamento de aulas de matemática: Análise de uma atividade para o estudo de geometria esférica

The prior knowledge of students as referential point for the planning of maths: analysis of an activity to the study of spherical geometry

Wanderley Brum Pivatto
ufsc2013@yahoo.com.br

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 Matemática. Neste sentido, apresentamos uma experiência didática para o estudo de Geometria Esférica, vivenciada em aulas de Matemática com estudantes do segundo ano 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 Matemática; Conhecimentos Prévios; Conceitos Científicos; Geometria Esférica.

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 essentially important, since it enables the professor discredit that the ownership of a knowledge happens by simple transmission. The prior knowledge are functional explanations for the objects and phenomena, often little drawn up that need to be identified and taken into account by teachers of Mathematics. In this sense, introducing a didactic experience to the study of Spherical Geometry, experienced in Math class with students of the second year of middle school, analyzed from the assumptions of the Theory of Meaningful Learning. We believe that education must be based on personal experiences that the student experience and that the role of the teacher is to guide and regulate the activities, with a view to processing of prior knowledge in their cognitive structures. Thus, in accordance with the thought ausubeliano, if the teacher wants to teach significantly, you need to find out what the student already knows, to finally, directing his teachings.

Keywords: Mathematics; prior knowledge; scientific concepts; Spherical geometry.

Introdução

Uma questão recorrente nos atuais debates sobre o ensino de Matemática refere-se à necessidade de conceber o estudante não apenas como ponto de passagem, mas como ponto de partida do processo de ensino. Nessa perspectiva, vem ganhando relevância a consideração dos conhecimentos prévios que os estudantes carregam consigo 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, 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. 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 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.

Pozo (1998) nos apresenta três origens dos conhecimentos prévios, entre elas, aquelas 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.

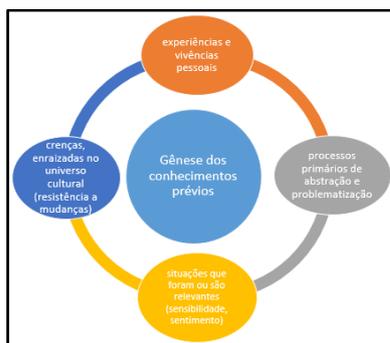
Segundo os estudos de Polanyi (1967), não há uma diferença fundamental entre as grandes conquistas da ciência ou aquelas verificadas na experiência escolar em diferentes níveis de ensino. Toda a descoberta pressupõe uma interação entre o conhecimento prévio explícito e o tácito que compõem o conhecimento 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, 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):

Figura 1: Algumas origens para o surgimento dos conhecimentos prévios.



Fonte: Pereira, (2001, adaptado).

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).

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 pense 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 conceitos de Geometria Esférica, pressupõe reinventar o conhecimento prévio. A escola, portanto, 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 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.

Essa 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 geometria esférica: um exemplo vivenciado no ensino médio e os conhecimentos prévios como um referencial de análise

A geometria esférica 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 da Matemática desenvolvido no fim do século XVII, a geometria² esférica provocou a ira de diversos filósofos, não conseguindo de imediato aceitação no meio científico. A relação do homem com este sistema geométrico permitiu pensar, certa vez, que o mundo era plano, e que no fim do horizonte, os navios desapareceriam.

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 Matemática, o que para muitos, é uma missão desafiadora.

A experiência didática relatada neste artigo ocorreu em uma escola do município de Tijucas, com estudantes cursando o segundo ano do ensino médio, tendo como foco, o assunto Geometria Esférica. A proposta trabalhada na atividade aqui apresentada atende às inquietações manifestadas por Borges e Moraes (1998), quando os autores afirmam que não existem respostas prontas sobre como ensinar Matemática, 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

² As diretrizes programáticas para o ensino de Geometria, sugerem o estudo da Geometria Esférica no segundo ano do ensino médio, assim organizado: geometria euclidiana, noções e propriedades e geometria tridimensional.

inquietações a respeito da Geometria Esférica. No transito das conversas, foi possível obter um conjunto de informações e que foram registradas pelo professor (quadro 1).

Quadro 1: Ideias e conhecimentos prévios associados

Perguntas motivadoras durante a conversa com os estudantes	Os conhecimentos prévios
É possível ocorrer que um caçador ao partir de certo ponto da Terra, e andar 10 km para Sul, 10 km para Leste e 10 km para Norte, voltar ao ponto de partida?	<ul style="list-style-type: none"> • Voltará ao ponto de partida se o caminho for segmentos de reta, formando um triângulo. • Para voltar ao ponto de partida, caminharia sobre um círculo. • Acho que ele não voltará ao ponto de partida. Não é possível a menos que haja uma alteração no problema.
Imagine que um avião saia de São Paulo com destino a New York e percorre aproximadamente oito mil quilômetros. Se o avião resolvesse realizar a viagem em linha reta, o que aconteceria com esse avião?	<ul style="list-style-type: none"> • Ele iria bater talvez sofrer turbulências, pressão, falta de oxigênio e até mesmo combustível, necessitando realizar algumas curvas para chegar ao destino. • Meu pai disse uma vez que o avião chegaria ao seu destino, não aconteceria nada a ele. • Os passageiros não chegariam ao destino, pois o avião iria em linha reta saindo da Terra.

Fazendo-se 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 Matemática

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 Matemática, a fim de reestruturar a estrutura cognitiva	Possível origem do conhecimento prévio apresentado
<i>“Voltará ao ponto de partida se o caminho for segmentos de reta, formando um triângulo”</i>	Neste caso, temo a ideia de que o estudante não considerou a representação geométrica do planeta, desconhecendo a existência de outras geometrias além da Euclidiana.	O conhecimento de outras geometrias contribui para dar significado à Geometria de Euclides, no entanto, muitos estudantes mostram uma desorganização conceitual. É importante mencionar que a Terra não é plana e que o triângulo formado seria esférico e não euclidiano.	Experiências e vivências pessoais
<i>“Para voltar ao ponto de partida, caminharia sobre um círculo”</i>	Como no caso anterior, ocorre aqui a generalização do pensamento euclidiano, no entanto, o caminho formado seria por meio de arco de círculos.	Sobre a possibilidade de o caçador voltar ao ponto de partida, cuja trajetória seria por meio de arcos de círculo, é preciso lembrar da possibilidade de retorno partindo do “pólo Norte” ou “pólo Sul”.	Processos primários de abstração e generalização

<p><i>“Acho que ele não voltará ao ponto de partida. Não é possível a menos que haja uma alteração no problema”</i></p>	<p>Trata-se de uma percepção euclidiana, entretanto, o problema situa o planeta Terra cuja geometria não é euclidiana (plana). É possível que a escolha por este posicionamento esteja condicionada a obrigatoriedade dos estudantes encontrarem geralmente uma resposta, característica do ensino de Matemática.</p>	<p>Para aprendermos os procedimentos e conceitos matemáticos temos que estar sempre retomando as ideias principais, a fim de interpretarmos o que está sendo mostrado. Faz parte dos conceitos mais básicos, relacionados ao conteúdo de Geometria.</p>	<p>Situações que foram ou são relevantes (sentimentos, sensibilidade)</p>
<p><i>“Ele iria bater talvez sofrer turbulências, pressão, falta de oxigênio e até mesmo combustível, necessitando realizar algumas curvas para chegar ao destino”</i></p>	<p>A combinação de conceitos pertencentes a outras áreas do conhecimento foram evidenciadas na conversa com os estudantes, ao afirmarem a necessidade de utilizar uma trajetória curvilínea pelo avião, evitando assim, possíveis problemas como “pressão”, “oxigênio” e “combustível”.</p>	<p>As relações criadas entre trajetória e pressão, pressão e oxigênio, trajetória e combustível, são reconhecidas como uma criatividade que, muitas vezes, é difícil de reconhecer, e ainda, mais difícil de mostrar aos outros. A trajetória do avião será reconhecida como geodésica, que é o arco pela qual o avião realizará sua viagem.</p>	<p>Experiências e vivências pessoais Crenças enraizadas no universo cultural</p>
<p><i>“Meu pai disse uma vez que o avião chegaria ao seu destino, não aconteceria nada a ele”</i></p>	<p>Nesta explicação, de origem familiar, identificamos a influência paterna agindo sobre o pensamento do estudante.</p>	<p>É preciso considerar duas situações: a primeira, teórica, em que o avião continuaria em linha reta e se perderia no espaço, considerando que pudesse chegar lá. A segunda, real, em que o avião não realiza sua viagem em linha reta, mas percorre uma trajetória que acompanha a curvatura da Terra.</p>	<p>Experiências e vivências pessoais Crenças enraizadas no universo cultural Situações que foram ou são relevantes (sentimentos, sensibilidade)</p>
<p><i>“Os passageiros não chegariam ao destino, pois o avião iria em linha reta saindo da Terra”</i></p>	<p>Identificamos aqui uma ideia bastante comum sobre o comportamento do avião, incentivada, principalmente, pelos meios de comunicação.</p>	<p>O pensamento não é neutro e é continuamente alimentado pelas experiências da vida diária do estudante. A trajetória é corrigida automaticamente pela atração gravitacional exercida pela Terra. Nesse sentido, o avião consegue manter sua altura constante, cuja manutenção é resultado da composição da força gravitacional e da força de sustentação do avião.</p>	<p>Processos primários de abstração e generalização Crenças enraizadas no universo cultural</p>

Descrição das atividades desenvolvidas pelo professor para esta unidade

As informações foram coletadas em uma aula de Matemática 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 Geometria Esférica foram construídos a

partir do pressuposto que o conhecimento mais inclusivo iria influenciar no sentimento de questionamento e readequação dessa parte da Geometria por parte dos estudantes, um vez que a Geometria Esférica faz parte da vida das pessoas e seu conhecimento é essencial para compreender a existência de objetos pertencentes a diversas geometrias no espaço que vivem.

A atividade central para o desenvolvimento da unidade consistiu no estudo de quatro temas distintos³, 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), 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 Matemática.
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, produzido pelo Departamento de Matemática da Universidade de Oxford, intitulado “*The non Euclidian Geometry*”.

Após a leitura e exibição, procedeu-se uma discussão sobre as dúvidas e um levantamento de informações científicas, comparando-se o texto lido com o vídeo assistido. A unidade foi finalizada com a apresentação de situações e construções de objetos que envolvesse conceitos de Geometria Esférica.

³ Temas trabalhados: 1. Visão geral da Geometria. 2. Os tipos de Geometria. 3. A Geometria Esférica. 4. Características da Geometria Esférica

Figura 3: Apresentação das sínteses produzidas sobre as características da Geometria Esférica, por uma das equipes. Foto do acervo particular do autor.



A avaliação das atividades do seminário aconteceu com a participação dos estudantes. Ao final, todos elaboraram textos escritos e desenhos, resultados das atividades que foram desenvolvidas durante o estudo sobre Geometria Esférica.

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 emergem a título de análise: até que ponto os estudantes passaram a considerar os conceitos de geometria esférica como relevantes para a compreensão do espaço em que vive? Ou ainda, os estudantes alcançaram maturidade cognitiva transformando seus conhecimentos prévios a respeito da existência de outro sistema geométrico?

No transito do 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 baseadas em algum conhecimento científico já estudado sobre Geometria Esférica, 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, por exemplo, nas elaborações escritas e por meio desenhos (figura 4 e 5), entre outras ações.

Figura 4: Texto explicativo por uma das equipes para o seminário de socialização, diferenciando propriedades em três sistemas geométricos.

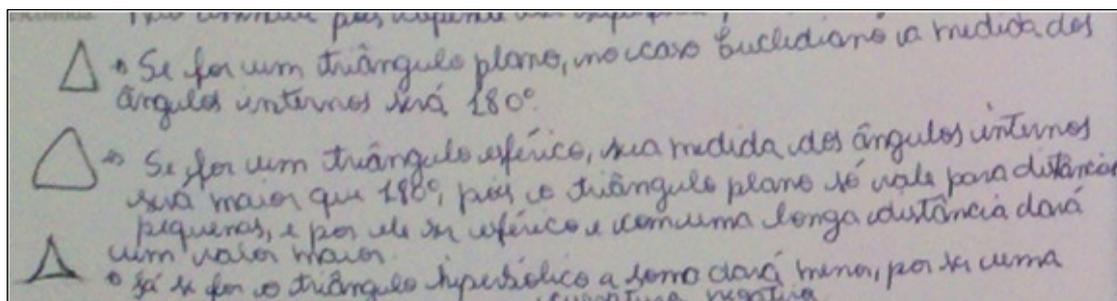
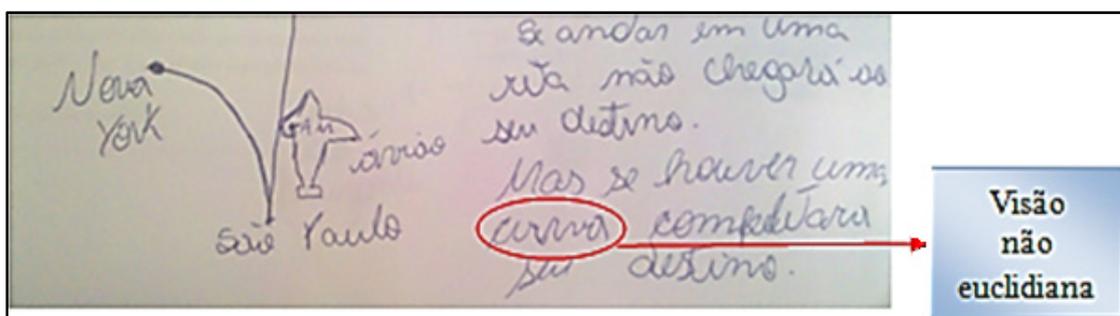


Figura 5: Texto e desenho explicativo produzido por um estudante, baseado no texto e vídeo assistido em aula.



Na apropriação dos conhecimentos sobre Geometria Esférica, 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, podemos tecer algumas considerações que inferimos essenciais no planejamento do professor de Matemática para o estudo de Geometria, em especial para o Estudo de Geometria Esférica:

- 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 Geometria Esférica, 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 Matemática, 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 Matemática sobre Geometria Esférica, 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 de Geometria Esférica nas aulas de Matemática:

- 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 Geometria Esférica.

No que tange ao planejamento, sugerimos que os professores de Matemática 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 Matemática. 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, que no planejamento, 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 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**. 3ª. 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.