

Uma experiência a respeito de trajetórias hipotéticas de aprendizagem em geometria espacial envolvendo alunos e professores do ensino médio

Armando Traldi Júnior, Maria de Fátima Aleixo de Luna

Resumo

Esta investigação faz parte de um projeto mais amplo sobre Trajetórias Hipotéticas de Aprendizagem (THA). A fundamentação teórica apoiou-se nas obras de Simon (1995). Verificou-se que, embora as THAs sejam potencialmente ricas, no sentido de produzir situações em que o professor cogite e participe constantemente da (re) organização do planejamento escolar, considera-se que a atuação do professor, continua sendo um caminho desafiador, pois é necessário apoiar-se em diferentes metodologias e procedimentos didáticos, além da formação continuada

Abstract

This research is part of a wider project on hypothetical paths of learning (THA). The theoretical foundation was based on the works of Simon (1995). It was found that although the THAs are potentially rich in order to produce situations in which the teacher participates cogito is constantly (re) organization of school planning, it is considered that the performance of teachers remains a challenging way, as must rely on different teaching methodologies and procedures, as well as continuing education

Resumen

Esta investigación forma parte de un proyecto más amplio sobre Trayectorias Hipotéticas de Aprendizaje (THA). La fundamentación teórica se apoyó en las obras de Simon (1995). Se verificó que, aunque las THAs sean potencialmente ricas, en el sentido de producir situaciones en que el profesor medite y participe constantemente de la (re) organización de la planificación escolar, se considera que la actuación del profesor, continúa siendo un camino desafiador, pues es necesario apoyarse en diferentes metodologías y procedimientos

1. Introdução

Este trabalho faz parte de um projeto de pesquisa mais amplo sobre Trajetórias Hipotéticas de Aprendizagem (THA). Especificamente, este artigo, retrata as THAs sobre Geometria Espacial.

Pires (2009) cita que é bastante frequente certo desconforto no se tratar da discussão sobre “currículo” - entendido como planificação de uma trajetória a ser realizada por alunos, seja ao longo da educação básica ou do ensino superior. Esse desconforto é causado por uma ideia bastante comum de que, em uma perspectiva construtivista, esse percurso deve ser ditado pelos interesses dos alunos e sem definições prévias de conteúdos.

Nesse contexto, consideramos que as questões curriculares podem ser influenciadas pelo processo de ensino e aprendizagem, pois envolve a postura do

professor, sua prática na sala de aula e seu diálogo com os alunos. Assim, compreender a importância do debate sobre as questões curriculares e metodológicas, especificamente, as ações dos professores na sala de aula, verificar como as dificuldades sentidas por professores e como as THAs podem colaborar no processo metodológico, consideramos que o desenho dessa trajetória, as ações didáticas podem contribuir para verificar a atuação e o olhar dele para a mudança do quadro do conhecimento da Geometria Espacial.

Desse modo, o objetivo da pesquisa foi verificar a possibilidade de compatibilizar perspectivas construtivistas de aprendizagem com a planificação¹ do ensino, em colaboração entre pesquisador e professor; verificar a atuação do professor de Matemática quanto às atividades de planejamento de ensino, de forma compatível com uma perspectiva construtivista de aprendizagem.

A fundamentação teórica apoiou-se nas obras de Simon (1995) a respeito de THA. A partir do ciclo de aprendizagem de Matemática desenvolvido pelo teórico, elaboramos cinco atividades, baseadas em objetivos de aprendizagem para os alunos. O estudo realizado envolveu três professores de Matemática da rede pública de São Paulo e suas atuações com alunos da segunda série do Ensino Médio. Coletamos dados por meio de entrevistas semiestruturadas, questionário e observações em dois diferentes momentos: antes e durante o desenvolvimento das THAs.

Após listar unidades de observações em relação à atuação do professor na sala de aula e diálogos com os alunos, descrevemos nossas considerações e algumas reflexões a respeito da construção do currículo de Matemática frente às situações ocorridas no desenvolvimento das THAs em sala de aula.

Para Simon (1995), a geração de uma THA prima por buscar as formas pelas quais o professor desenvolve seu planejamento para atividades de sala de aula, identificando como o professor interage com as observações dos estudantes, coletivamente, constituindo uma experiência e construindo novos conhecimentos.

2. Considerações sobre perspectivas construtivistas

Simon (1995) considera que embora o construtivismo tenha potencialidade para sustentar mudanças no ensino da Matemática, é necessário formular modelos de ensino baseados no construtivismo².

Pires (2009) relata que o autor discute “a tensão criativa entre a meta dos professores para o ensino e o compromisso de ser sensível ao pensamento matemático dos seus alunos”.

Na opinião de Simon, o construtivismo pode contribuir com importantes caminhos para o ensino da Matemática em sala de aula, embora não estipule um modelo particular. O autor inclui não apenas um trabalho multifacetado do professor,

¹Salientamos que, em nossa pesquisa e nas considerações de Simon (1995), o termo planificação de ensino tem um sentido amplo e, relaciona-se à ação de desenvolver (desenhar) um plano de ensino que, em colaboração, professor e pesquisador verifiquem a possibilidade de desenvolver, na perspectiva construtivista, o ensino da Geometria Espacial. Nesse sentido, planificar o ensino potencializa desenhar um contexto vivo e atual do movimento da sala de aula, mostrar possibilidades de trabalhos, envolvendo os principais agentes do processo de ensino e aprendizagem: estudantes e professores.

²Os dados apresentados no artigo de Simon foram coletados dentro de uma sala de aula experimental, de 25 alunos, em que pesquisador acompanhou um professor de Matemática em tarefas sobre a construção do conceito de área; a partir da análise dos dados coletados, trabalhou em uma fundamentação teórica, visando à formulação de uma Pedagogia da Matemática.

mas também o currículo a ser construído e o desenvolvimento de materiais de ensino. Desse modo, o foco específico de seu trabalho está na tomada de decisão a respeito dos conteúdos matemáticos e nas tarefas de ensino da Matemática que o professor propõe-se a organizar, como as interações com os alunos e as modificações de suas estratégias e metodologias de atuação em sala de aula.

Em suas reflexões, Simon ressalta que o desenvolvimento do conhecimento está presente no professor ou no ensino realizado. Não existe uma simples função que mapeie a metodologia de ensino dentro de princípios construtivistas. *Ou seja: o construtivismo epistemológico não determina a apropriação ou inapropriação de estratégias de ensino.*

Em sua experiência com alunos, Simon relata que se perguntava: “Como poderia entender o pensamento daqueles estudantes e como poderia trabalhar com eles para verificar se seriam capazes de desenvolver raciocínios mais poderosos? Em suas considerações, o autor conclui que, “nessas experiências com alunos, ficou bem nítida a relação entre o projeto de atividades do professor e a consideração do pensamento que os alunos podem trazer em sua participação nessas atividades” – que conduzem à formulação da ideia das trajetórias hipotéticas de aprendizagem.

Trajétórias Hipotéticas de Aprendizagem

Para Simon (1995) uma trajetória hipotética de aprendizagem é estabelecida a partir de objetivo da aprendizagem, as atividades de aprendizagem e o pensamento e conhecimento dos estudantes. A composição dos três elementos constitui parte chave do que ele denomina Ciclo de Ensino de Matemática.

Assim, o processo do desenvolvimento das THAs em sala de aula e toda sua dinâmica possibilitam referir-se ao conhecimento dos professores de Matemática, além das hipóteses sobre o conhecimento dos alunos, outros diferentes saberes profissionais podem intervir, como por exemplo, teorias de ensino sobre Matemática; representações matemáticas; materiais didáticos e atividades e teorias sobre como os alunos constroem conhecimentos a respeito de um dado assunto – saberes estes derivados da pesquisa em literatura e/ou da própria experiência docente.

Nesse contexto, quando uma THA é apresentada e desenvolvida pelos alunos sob as orientações do professor, com um objetivo inicial planejado, geralmente, este deveria ser modificado muitas vezes (talvez continuamente), durante o estudo de um conceito matemático particular. Quando os alunos começam a comprometer-se com as atividades planejadas, os professores deveriam “comunicar-se” com as observações dos alunos nas quais eles formatam novas ideias sobre esse conceito. Assim, o ambiente de aprendizagem envolveria resultados da interação entre o professor e os alunos e o modo como eles se engajam em um conteúdo matemático.

A esse respeito, Simon (1995) faz a seguinte reflexão:

Façamos uma analogia: considere que você tenha decidido viajar ao redor do mundo para visitar, na seqüência, lugares que você nunca tinha visto. Ir para a França, depois Havaí, depois Inglaterra, sem uma série de itinerário a seguir. Antes, você adquire conhecimento relevante para planejar sua possível jornada. Você faz um plano. Você pode inicialmente planejar toda a viagem ou uma única parte dela. Você estabelece sua viagem de acordo com seu plano. No entanto, você deve fazer constantes ajustes, por causa das condições que irá encontrar. Você continua a

adquirir conhecimento sobre a viagem e sobre as regiões que você deseja visitar. Você muda seus planos a respeito da seqüência do seu destino. Você modifica o tamanho e a natureza de sua visita, de acordo com o resultado da interação com as pessoas no decorrer do caminho. Você adiciona os destinos à sua viagem e que não eram de seu conhecimento. O caminho que você utilizará para viajar é sua “trajetória”. O caminho que você antecipa em algum ponto é a sua “trajetória hipotética”. (Simon, 1995, p.35)

Concordamos com Simon, quando relata que a modificação da trajetória hipotética de aprendizagem não é algo que somente ocorre durante o planejamento entre aulas. Mas, especialmente, no transcorrer do desenvolvimento das atividades, observações sobre os pensamentos dos alunos, suas comunicações entre seus pares e o professor, porque, nessa interação e experiências, o professor constantemente poderá exercitar possíveis ajustes na THA hipotetizada por ele.

O autor afirma que este processo, baseado na visão do construtivismo, é um grande desafio para a Educação Matemática e adverte também que este campo de atuação não produzirá métodos com ideias fixas ou plataformas para as ações docentes, e as estruturas metodológicas deverão sempre suportar transformações experimentais. Assim, o Ciclo de Ensino Matemático estabelecido por Simon retrata uma visão das resoluções construídas pelo professor, a respeito do conteúdo e das tarefas, modeladas pelo encontro de uma perspectiva do construtivismo social com o desafio das aulas de Matemática.

En fim, consideramos os aportes do Ciclo de Ensino de Matemática construído por Simon, apoiamo-nos em pesquisas sobre Educação Matemática a respeito do ensino, particularmente, sobre a Geometria Espacial e, em nossas experiências como professor para verificar a possibilidade de compatibilizar perspectivas construtivistas de aprendizagem com a planificação do ensino, em colaboração pesquisador e professor e verificar a atuação do professor de Matemática no que se refere às atividades de planejamento de ensino, de forma compatível com uma perspectiva construtivista de aprendizagem.

3. Síntese sobre as revisões bibliográficas a respeito de investigações sobre o ensino e aprendizagem da geometria espacial

Buscamos algumas pesquisas na área do ensino e aprendizagem de Geometria. Assim, podemos destacar algumas referências sobre os problemas de ensino e aprendizagem de Geometria, como por exemplo, Cavalca (1998), Kaleff (2003) e Montenegro (2005), também, incluímos pesquisas dos Programas de Pós - graduados de duas Universidades de São Paulo. Em nossas considerações, observamos entre outros fatores, que a singularidade entre essas pesquisas é a “negligência” no ensino de Geometria. Por exemplo:

- 1) Abordagem dos conteúdos de maneira estagnada, com fórmulas prontas, não desenvolvendo a capacidade de pensamento geométrico dos estudantes;
- 2) Formação precária docente em assuntos envolvendo Geometria, provocando práxis inadequadas à aprendizagem do aluno ou ao desenvolvimento do pensar geométrico; e
- 3) Assuntos envolvendo Geometria restrita aos capítulos finais dos livros didáticos, provocando uma aparente justificativa para impossibilitar sua planificação de ensino.

Embora as pesquisas listadas destaquem a importância de se ensinar Geometria, pouco ou nada se ensina sobre esse tema. No entanto, estes estudos contribuem para compreender o modo como o ensino e a aprendizagem da Geometria são diagnosticados por esses pesquisadores. Para isso, os estudiosos citados contribuem, especialmente, no que se refere à preocupação em desenvolver habilidades básicas, como a intuição e a visualização dos objetos geométricos, indicações da utilização de materiais concretos, reflexão sobre a elaboração de material didático de modo a permitir aos alunos o desenvolvimento do raciocínio espacial, bem como a desenvoltura da criatividade e a autonomia no processo da aprendizagem, além de incentivar a exploração de softwares nas aulas de Matemática.

Consideramos proveitosas as contribuições e sugestões dos pesquisadores mencionados, compartilhamos da ideia de Simon quando se refere que “a aprendizagem é como um processo de construção individual e social, mediado por professores com a concepção de um trabalho estruturado na qual se entende a aprendizagem dos alunos”, ponderando “o construtivismo como uma teoria epistemológica que não define uma orientação particular de ensino”.

Assim, o desenvolvimento do conhecimento está presente no professor ou no ensino realizado, apreciamos o desenvolvimento das THAs como uma possibilidade de permitir ao professor a construção de uma prática pedagógica que capacite seus alunos a percorrerem o caminho da aprendizagem em Geometria Espacial.

Desse modo, uma THA possibilita organizar não apenas o plano de ensino do professor, mais alia também fatores importantes, como: objetivos e as atividades das aprendizagens, o pensamento e o conhecimento do estudante, como fatores essenciais em seu Ciclo de Conhecimento Matemático apresentado por Simon que iremos descrever mais adiante.

Com os aspectos de organização do ensino, está o trabalho do professor em relação ao desenvolvimento do conhecimento de assuntos relacionados à Geometria Espacial nos alunos, possibilitando verificar em que medida esses alunos comprometem-se nas atividades planejadas e, ao mesmo tempo, buscando observar como os professores comunicam-se com a maneira de pensar dos alunos, que ideias os alunos têm sobre assuntos geométricos de forma que o professor sistematize os conhecimentos de fato.

Simon (1995) relata que o ciclo de aprendizagem da Matemática consiste em uma dinâmica do envolvimento entre professor e aluno que pode potencializar a construção do conhecimento.

Por compreender que ensinar e aprender são atos complexos por uma série de interferências, sociais, culturais e do próprio currículo da Matemática, consideramos que as THAs podem fornecer ao professor um papel desafiador pelo próprio contexto da interação entre o pensamento dos alunos e suas interferências.

4. A construção das THAs

Para a construção das trajetórias hipotéticas de aprendizagem sobre Geometria Espacial, baseamo-nos nas discussões do grupo de pesquisa e em estudos preliminares, como as revisões bibliográficas a respeito do ensino da Geometria, documentos oficiais e artigos.

Agregados a essas leituras e discussões, temos os conhecimentos da própria docência que nos permitiram elaborar uma primeira versão da trajetória hipotética de aprendizagem, considerando o estudante como agente principal de sua aprendizagem, levando em consideração as interações entre professores e estudantes no processo de ensino e aprendizagem em uma perspectiva construtivista.

Para delimitar nosso trabalho, definimos algumas expectativas de aprendizagem aos estudantes que podem ser importantes para desenvolver o raciocínio do pensamento geométrico, que são identificadas a seguir:

- ✓ Usar formas geométricas tridimensionais para representar ou visualizar partes do “mundo real”;
- ✓ Associar objetos sólidos às suas diferentes representações bidimensionais;
- ✓ Reconhecer elementos e características de prismas, estabelecendo relações entre vértices, faces e arestas e elaborando conjecturas sobre tais relações;
- ✓ Explorar os Poliedros Regulares, seu papel na arte e na explicação sobre o universo; e
- ✓ Explorar secções cônicas, identificando suas curvas em objetos tridimensionais.

Ao elaborarmos as THAs, buscamos diversificar as estratégias de trabalho em diferentes atividades, entre elas, o recurso tecnológico como um dos meios alternativos de incentivar os alunos no processo de ensino e aprendizagem. Assim, optamos por proporcionar aos alunos o programa Poly³ por dois motivos: (1) ser um programa livre (versão avaliação) e de manipulação; (2) a investigação da própria tarefa em explorar poliedros convexos, permitindo aos estudantes realizarem conjecturas por meio da visualização e rotação das imagens.

5. O desenvolvimento das trajetórias hipotéticas de aprendizagem em sala de aula e a atuação dos professores e estudantes

Apresentamos alguns dados listados com base no relatório de observações do desenvolvimento de duas atividades do projeto. A finalidade da observação direta teve o propósito de compreender melhor a atuação dos professores em atividades que se apoiam em uma perspectiva construtivista de ensino em relação às atividades organizadas e definições de objetivos de aprendizagem.

Destacamos sete categorias que emergiram da leitura desses relatórios em relação aos acontecimentos das três turmas. São elas:

- ✓ Organização da classe e “clima” dominante;
- ✓ Consignas do professor sobre tarefas e explicitação dos objetivos de aprendizagem;
- ✓ Atitudes dos estudantes no desenvolvimento das tarefas e as implicações deles na busca de soluções;
- ✓ Dificuldades observadas e possíveis causas;
- ✓ Interesse dos estudantes por tarefas contextualizadas ou interdisciplinares e recursos tecnológicos;

³ www.peda.com/poly/welcome.html

- ✓ Adequação do tempo previsto para as tarefas; e
- ✓ Intervenções do professor durante a realização das atividades, socialização e sistematização das conclusões;

Atividades desenvolvidas em sala de aula

Para trabalhar com assuntos relacionados à Geometria Espacial foram elaboradas e desenvolvidas diferentes atividades, entre elas destacamos a segunda e quarta atividade do projeto de pesquisa, como seguem:

Segunda atividade – composta de cinco tarefas

- **Objetivo Geral:**
Reconhecer objetos sólidos e suas diferentes representações bidimensionais.
- **Objetivos específicos:**
Perceber as diferentes planificações do tetraedro;
Desenhar as diferentes planificações do cubo;
Investigar as planificações do cone e do cilindro;
Identificar a representação bidimensional de uma embalagem; e
Identificar a planificação de objetos tridimensionais;

A segunda atividade visou a favorecer o desenvolvimento do pensamento geométrico dos estudantes em relação às diferentes planificações de um mesmo sólido geométrico, bem como reconhecer as planificações de algumas figuras tridimensionais, facilitando o trabalho com as áreas das superfícies de sólidos em estudos futuros.

Elaboração

A preocupação para elaborar a segunda atividade, cujo objetivo geral foi reconhecer os objetos sólidos e suas diferentes representações bidimensionais que surgiram dos resultados insatisfatórios de algumas atividades fornecidas durante minhas experiências em sala de aula.

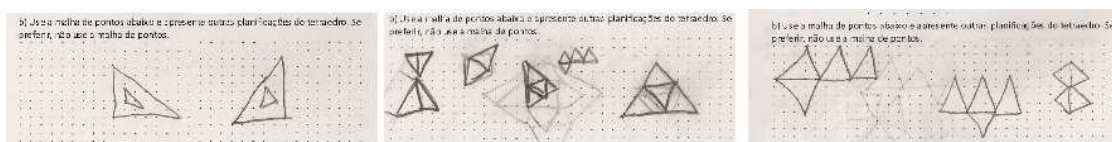
Quando do desenvolvimento de algumas tarefas relacionadas a encontrar a área de superfícies sólidas, os estudantes enfrentavam dificuldades para visualizar suas faces. E, também, pelo fato de alguns livros didáticos apenas apresentarem a planificação dos sólidos de maneira pronta e em uma única representação bidimensional, não estimulando outras maneiras de planificar um mesmo sólido.

Segundo as Orientações Curriculares para o Ensino Médio – OCEM: "... as expressões que permitem determinar a medida da área das superfícies dos sólidos podem ser estabelecidas facilmente a partir de suas planificações". (OCEM, BRASIL, 2006, p. 76).

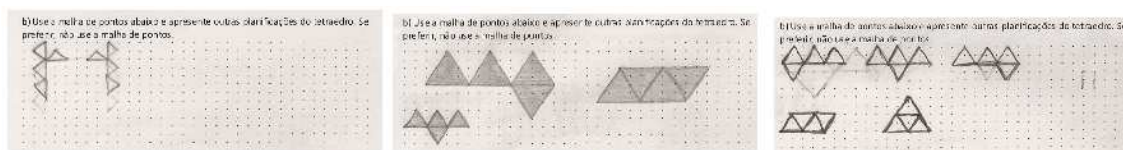
Nesse sentido, a segunda atividade compõe-se de cinco tarefas: as duas primeiras exploraram as diferentes planificações que podem ser feitas ao tetraedro e ao cubo, possibilitando aos estudantes identificar estratégias para encontrar essas planificações. Na sequência, investigou-se como podem ser representadas as planificações do cilindro e do cone. Já as tarefas 3 e 4 contemplaram os objetivos específicos para identificar a representação bidimensional de uma embalagem e Identificar a planificação de objetos tridimensionais, respectivamente. O último item

da tarefa 4 exigiu dos estudantes a justificativa para cada erro cometido ao tentar planificar um tetraedro, uma vez que a primeira tarefa buscava explorar as diferentes planificações desse sólido geométrico.

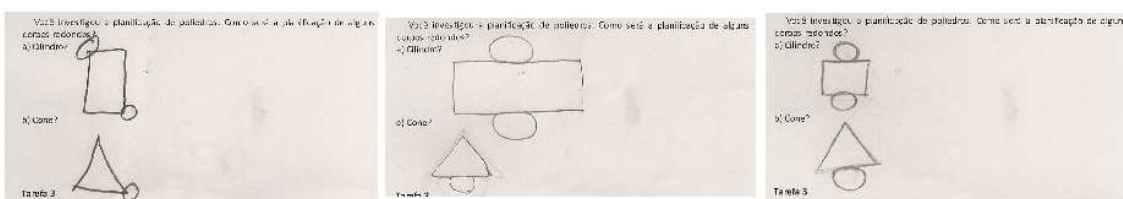
A seguir, alguns protocolos a respeito do desenvolvimento das atividades pelos alunos, referente às turmas dos professores P1, P2 e P3:



Primeiras tentativas de planificar um tetraedro - alunos do 2ºB - período vespertino



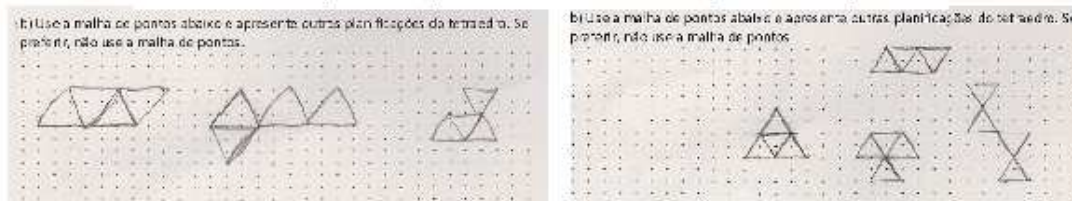
Planificações de um tetraedro, utilizando material concreto - 2º B - período vespertino



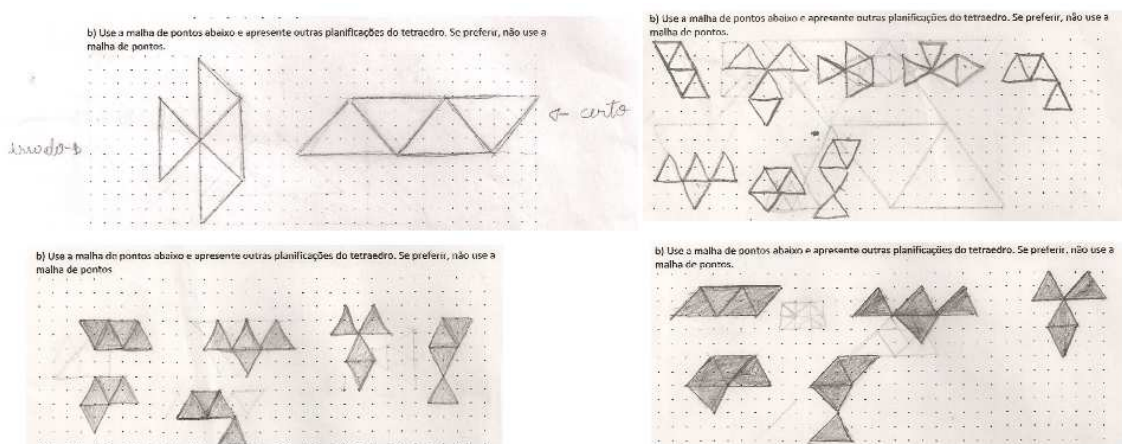
Tentativas de planificar o cilindro e o cone - 2ºB - período vespertino



Tentativas de planificação do tetraedro - 2ºA - período vespertino



Tentativas de planificar o tetraedro - 2º C - período noturno



Algumas representações de planificações do tetraedro - 2ºC - período noturno

Análise do desenvolvimento da segunda atividade

Observou-se que, as maiores dificuldades dos estudantes estavam no fato deles não terem contato anterior com planificações de sólidos geométricos. Notou-se, também, que a estratégia de utilizar o molde, especialmente, para o tetraedro regular favoreceu aos estudantes realizarem conjecturas sobre outras possibilidades de planificação do mesmo sólido.

Nenhum aluno concluiu que havia 11 planificações diferentes para representar o hexaedro (cubo). Esta foi uma atividade em que todos se envolveram bastante, ficaram ansiosos para ver quem construía uma planificação considerada correta. Este foi um momento de troca de informações interessante entre eles. Tanto a observadora como os professores colaboradores ouviam as seguintes falas: “Não pode ser assim, porque se você tentar fechar a pirâmide, não vai conseguir... um lado (se referindo à face) vai ficar em cima da outra”; “Desse jeito, tá errado... olha só... tem um ponto (referindo-se ao vértice) que une quatro pontas dos triângulos..., na hora de montar vai precisar de uma figura quadrada pra fechar o negócio”.

Relatos como estes mostram indícios de que os estudantes apresentam potencialidades de aprendizagem. Neste caso, as estratégias de apoio do material concreto são necessárias para melhorar a compreensão do estudante, estimulando-os a levantarem hipóteses, verificando seus próprios erros e corrigindo-os entre seus pares.

Quarta atividade – composta de cinco tarefas

- **Objetivo Geral:**
Explorar os “Poliedros Regulares”, seu papel na arte e nas explicações sobre o Universo.
- **Objetivos específicos**
Explorar os poliedros regulares por meio do software Poly e investigar suas propriedades;
Verificar a existência de apenas cinco poliedros regulares por meio da construção de polígonos regulares;
Explorar a história dos “Poliedros de Platão” na literatura e provar a existência de apenas cinco poliedros regulares com base nas informações do texto;

Identificar a relação de Euler nos sólidos considerados poliedros regulares e, com auxílio dessa relação demonstrar a existência desses poliedros regulares; Pesquisar sobre os poliedros regulares, seu papel na arte e nas explicações sobre o Universo.

Elaboração

O objetivo geral da quarta atividade foi explorar os poliedros regulares, seu papel na arte e nas explicações sobre o Universo. Este é um momento rico e oportuno para investigar os diferentes aspectos de interesses desses poliedros e especial atenção do por que da existência de apenas cinco poliedros regulares.

Para isto, a quarta atividade foi composta por cinco tarefas. Sendo reservada para a tarefa 1, uma exploração desses poliedros no ambiente informatizado., com o propósito de investigarem virtualmente aspectos de suas propriedades. Consideramos que, embora as escolas públicas estejam estruturadas com sala de informática, pouquíssimos alunos e professores têm acesso às novas tecnologias de comunicação em relação a softwares matemáticos para complementar seus estudos e aprendizagens no espaço escolar.

Ressaltamos que os recursos tecnológicos fazem parte do contexto da sociedade contemporânea, embora não seja a única possibilidade para aprendizagem, o mesmo é um meio de colaborar de modo investigativo nas aulas de Matemática.

Em relação à tarefa 2, procuramos explorar a construção desses sólidos para perceber suas propriedades por meio de situações empíricas. Lauro (2007) ressalta a importância entre a articulação dos quatro processos necessários à construção dos conhecimentos geométricos: Percepção – Construção – Representação – Concepção.

Escolhemos algumas atividades diversificadas para a quarta atividade, porque, quando os Poliedros Regulares são apresentados aos estudantes, geralmente, aparecem de forma direta, como os livros didáticos apresentam, destacando seus elementos e disponibilizando suas propriedades de modo linear.

Desse modo, não propicia aos estudantes conjecturarem a respeito de suas características, prejudicando o processo de ensino e aprendizagem desse assunto.

A seguir, alguns protocolos sobre o desenvolvimento das atividades pelos alunos, referente às turmas dos professores P1, P2 e P3:



Imagens de alguns alunos desenvolvendo a 4ª atividade - 2º B - período vespertino



Imagens de alguns alunos desenvolvendo a 4ª atividade - 2º A - período vespertino

Análise do desenvolvimento da quarta atividade

Esta atividade foi bastante representativa para os alunos, considerando que eles envolveram-se mais nas tarefas, este entusiasmo deu-se pelo fato do apoio do programa Poly e as próprias construções dos poliedros. Em relação às dificuldades que os alunos apresentaram, foram marcadas por não se comprometerem com materiais de apoio à construção de figuras geométricas: como régua, compasso, transferidor, por exemplo.

No segundo momento, as três turmas sentiram dificuldade para construir os polígonos regulares: pentágono e hexágono consideramos que esses alunos não tenham tido oportunidade anteriormente com essas construções. Em relação aos conhecimentos dos professores colaboradores, consideramos que não houve problemas, exceto a respeito da ansiedade do fechamento da atividade devido ao tempo programado para a realização das tarefas, pois, demandou um maior número de aulas para desenvolvimento.

Outro aspecto foi em relação aos textos: os alunos não têm o hábito de leitura, especialmente, assuntos matemáticos, assim, muitos dos alunos pontuavam que os textos eram longos. No final, da quarta atividade, os alunos deveriam pesquisar os poliedros regulares, seu papel na arte e nas explicações sobre o Universo. As três turmas realizaram a pesquisa, e os alunos de P1 e P3, apenas entregaram a pesquisa aos professores; alguns comentavam com os professores a respeito de suas pesquisas e que tinham descobertos outras informações do assunto, pela internet. Já a turma de alunos de P2, apresentar a pesquisa na forma escrita, na forma de seminário para os grupos de colegas apreciarem as pesquisas. Ainda em relação à turma do professor P2, um dos grupos de alunos, elaborou uma espécie de livreto, como segue o protocolo:





Autores da obra:

Estilosos da Grafia

Período vespertino - (P2)

6. Considerações

Impulsionados pelo desafio de elaborar Trajetórias Hipotéticas de Aprendizagens organizadas com base nos objetivos, hipóteses de aprendizagens dos alunos, expectativas de alterações das tarefas a partir da interação aluno-professor, concordamos com Simon, quando afirma ser um “desafio” e consideramos que a sua valorização e a incorporação dependem da atuação do professor de Matemática, pois é quem vivencia a dinâmica da sala de aula.

Quanto a compatibilizar perspectivas construtivistas de aprendizagem com a planificação do ensino, em colaboração pesquisador e professor, no caso da Geometria Espacial, percebemos que a teoria construtivista não estipula um caminho definitivo para a aprendizagem dos alunos, verificamos que suas

contribuições podem ser significativas no processo de ensino e aprendizagem. Desde que o professor garanta não apenas uma organização e decisão dos conteúdos matemáticos e das tarefas que serão desenvolvidas pelos alunos, porém investigue o pensamento do aluno na realização das atividades em sala de aula, para enriquecer e reformular as expectativas estabelecidas anteriormente, redirecionando o planejamento de aulas.

Embora os professores não tenham alterado significativamente as THAs, notamos que o desenvolvimento do projeto e o compartilhar das discussões, baseadas na dinâmica da sala de aula proporcionaram aos professores reflexões sobre suas práticas pedagógicas e sobre as hipóteses de aprendizagem dos alunos.

As THAs são potencialmente ricas, para produzir situações em que o professor cogite e participe constantemente da (re) organização do planejamento escolar. Mas compreendemos que as THAs, por si só, não garantem uma aprendizagem com perspectivas construtivistas.

Concordamos com Simon, quando alerta que a “Educação Matemática não produzirá métodos com ideias fixas ou plataformas às ações docentes, e as estruturas metodológicas deverão sempre suportar transformações experimentais”.

Nesse contexto, as THAs oferecem um panorama de inter-relações cíclicas dos aspectos do conhecimento do docente, pensamento, tomada de decisões, bem como a interação dos alunos. Portanto, uma oportunidade do professor gerenciar não só os conteúdos, mas as tarefas matemáticas e modelá-las pelo encontro de uma perspectiva construtivista de ensino, à medida que ocorre a influência mútua entre professor e aluno.

O Ciclo do Ensino de Matemática elaborado por Simon, além de fundamental, é desafiador no processo para compatibilizar perspectivas construtivistas de aprendizagem com a planificação do ensino, pois o professor precisa envolver-se com o pensamento/entendimento dos alunos, para buscar compreender seus pensamentos na resolução matemática, gerando a transformação constante do conhecimento do professor, bem como sua (re) organização na elaboração das atividades.

Conforme mencionado por diferentes autores, o professor exerce papel fundamental na mediação da construção do conhecimento de seus alunos. Muito embora entendamos que a perspectiva construtivista congregada à planificação do ensino não garanta sucesso nas práticas pedagógicas. Observamos que, no mínimo, podem garantir um caminho para a reflexão da atuação do professor, tanto no aspecto profissional como no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes.

Quanto à atuação do professor de Matemática, no que se refere às atividades de planejamento de ensino, de forma compatível com uma perspectiva construtivista de aprendizagem, consideramos que a dinâmica oferecida pelas tarefas das THAs em Geometria Espacial proporcionou aos docentes outro olhar na possibilidade de atuar em sala de aula, como na diversidade de recursos didáticos e inclusão de textos, favorecendo a aprendizagem dos alunos.

Os professores em suas metodologias de trabalho não tinham o hábito de utilizar a manipulação de matérias nem usam recursos tecnológicos para enriquecer suas aulas de Geometria Espacial. Observamos que esses recursos podem ser instrumentos valiosos para a efetivação das tarefas solicitadas. A esse respeito Simon (apud PIRES, 2009), comenta que “indicações sobre a importância da interação de pequenos grupos e a manipulação de materiais, por exemplo, podem ser instrumentos valiosos nas mãos dos professores de Matemática”.

No entanto, Pires (2009) afirma que estes “instrumentos não são suficientes para permitir que professores sejam arquitetos da produção de situações de aprendizagens que resultariam em crescimento conceitual de seus alunos”.

Faz-se necessário que o professor tenha uma atuação frente às novas possibilidades de metodologias, enfrentando o desafio de estar atualizado com pesquisas em sua área de atuação e cursos de formação continuada. Apenas a seleção e a organização dos conteúdos não podem ser os únicos critérios de atuação do professor. As atividades de planejamento de ensino, de forma compatível com uma perspectiva construtivista de aprendizagem, levam em consideração aspectos relacionados ao uso de recursos diversificados, bem como as interações que ocorrem no desenvolvimento de tarefas.

Portanto, valorizar e melhorar o desempenho dos alunos depende muito da atuação do professor. Ele decide sobre a disposição de mergulhar no universo das diferentes possibilidades de metodologias e procedimentos didáticos. O caminho continua sendo desafiador, pois é preciso estar engajado no processo permanente de construção do saber, ou seja, no mínimo estar a par das pesquisas relacionadas à sua área de atuação.

Nossas discussões decididamente são cada vez mais pautadas no sentido de que o professor de Matemática deve buscar a reflexão em todas as suas ações que, a partir delas, deve compreender e readaptar suas ações, no constante desafio de rever suas práticas pedagógicas. A apropriação efetiva de resultados de pesquisas relevantes sobre o conhecimento matemático de alunos, inovações curriculares, planejamento, construções de atividade são fundamentais para melhorar a qualidade de ensino dos estudantes.

Esta investigação sobre THAs é apenas um desafio inicial para futuros trabalhos que pretendem objetivar contribuições para a Educação Matemática e suas ações na dinâmica da sala de aula.

Este artigo é resultado do projeto de pesquisa: “Construção de Trajetórias Hipotéticas de Aprendizagem e implementação de Inovações Curriculares em Matemática no Ensino Médio”, inserido em uma das linhas de pesquisa: “Matemática na Estrutura Curricular e Formação de Professores” do Programa de pós-graduados em Educação Matemática da Universidade Católica de São Paulo – PUC/SP

Referências

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica, Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio (PCNEM), Matemática, Brasília, 1999.

- _____. Ministério da Educação. PCN+ Ensino Médio (PCNEM+): Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília, 2002.
- _____. Ministério da Educação. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Secretaria de Educação Básica, Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM); v. 2. Brasília, 2006.
- Camilo, C. (2007). Geometria nos Currículos dos anos finais do Ensino Fundamental: Uma análise à Luz dos Modelos teóricos de Josep Gascón. Dissertação de Mestrado em Educação Matemática. São Paulo: PUC.
- Carvalho, L. (2008). Análise da organização didática da geometria espacial métrica nos livros didáticos. Dissertação de mestrado em Educação Matemática. São Paulo: PUC.
- Cavalca, A. (1998). Espaço e representação gráfica: visualização e interpretação. São Paulo: EDUC.
- Kaleff, A. (2003). Vendo e entendendo poliedros: do desenho ao caçulo do volume através de quebra-cabeças e outros materiais concretos. Niterói: EdUFF.
- Lauro, M. (2007). Percepção – Construção – Representação – Concepção Os quatro processos do ensino da Geometria: uma proposta de articulação. Dissertação de Mestrado em Educação. São Paulo: USP.
- Mariano, Vanderlei. (2004). Estudo de fatores para um bom desempenho dos alunos concluintes do Ensino Médio nos exames do ENEM, em Geometria. Dissertação de Mestrado em Educação Matemática. São Paulo: PUC.
- Montenegro, G. (2005). Inteligência visual e 3D: Compreendendo Conceitos Básicos de Geometria Espacial. São Paulo: Edgard Blucher.
- Pires, C. (2009). Perspectivas construtivistas e organizações curriculares: um encontro com as formulações de Martin Simon. Revista Educação Matemática. São Paulo, v. 11, nº 1, pp. 70-89.
- Silva, B. da. (2004). Identificando sinalizações referentes às expectativas de aprendizagem sobre Geometria ao término da Educação Básica. Dissertação de Mestrado em Educação Matemática. São Paulo: PUC.
- Simon, M. (1995). Reconstructing mathematics pedagogy from a constructivist perspective. Journal for Research in Mathematics Education, 26(2), 114-145.
- Simon, M. y Tzur, R. (2004). Explicating the role of mathematical tasks in conceptual learning: an elaboration of the hypothetical learning trajectory. Mathematical Thinking and Learning, 6(2), 91-104.

Armando Traldi Júnior. Prof. Dr. do Programa de pós-graduados em Educação Matemática da Universidade Católica de São Paulo – PUC/SP. atraldi@pucsp.br

Maria de Fátima Aleixo de Luna. Mestranda do Programa de pós-graduados em Educação Matemática da Universidade Católica de São Paulo. PUC/SP.
fatima-luna@uol.com.br

