emd Ensino da Matemática em Debate

DOI: https://doi.org/10.23925/2358-4122.2019v6i2p112-126

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE MATEMÁTICA EM UM CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA UTILIZANDO O GEOGEBRA

MEANINGFUL MATHEMATICS LEARNING IN A HIGHER ENGINEERING COURSE USING GEOGEBRA

Cristiana Abud da Silva Fusco[1]
Lydia Rossana Nocchi Ziccardi[2]

RESUMO

No presente artigo apresentamos um estudo de caso na disciplina matemática que é oferecida num curso superior de Engenharia. Relatamos uma aula realizada num laboratório de informática para aprofundar alguns conceitos relativos à geometria analítica e ao cálculo vetorial, utilizando o software de matemática dinâmica GeoGebra. Tal atividade teve como objetivos verificar como os estudantes reagiriam diante de uma nova estratégia de aula, diferente da estratégia usual e, além disso, se tal intervenção tornaria a aprendizagem do conteúdo abordado mais significativa. Realizamos um estudo teórico sobre a aprendizagem significativa de Ausubel (1968) e ampliamos a discussão apresentando duas estratégias de ensino consideradas por Ponte (2005): o ensino direto e o ensino e aprendizagem exploratórios. Concluímos que a utilização do recurso tecnológico favoreceu a aprendizagem significativa.

Palavras-chave: *Aprendizagem Significativa; Ensino Superior; Geometria Analítica e Cálculo Vetorial; GeoGebra.*

1. Doutora em Educação e Currículo – PUC-SP. Professora do Departamento de Matemática – PUC-SP. E-mail: cfusco@pucsp.br.
2. Doutora em Educação Matemática – PUC-SP. Professora do Departamento de Matemática – PUC-SP. E-mail: lydia@pucsp.br.

ABSTRACT

In this paper we present a case study within a mathematics subject that is offered in a higher engineering course. We report a class held in a computer lab to deepen some concepts related to Analytical Geometry and Vector Calculus using the dynamic mathematics software GeoGebra. This activity aimed to verify how students would react to a new lesson strategy, different from the usual strategy and, moreover, if such intervention would make learning the content addressed more meaningful. We conducted a theoretical study on Ausubel's (1968) meaningful learning and broadened the discussion by presenting two teaching strategies considered by Ponte (2005): direct teaching and exploratory teaching-learning. We conclude that the use of technological resources favored meaningful learning.

Keywords: *Significant Learning; Higher education; Analytical Geometry and Vectorial Calculus; GeoGebra.*

Introdução

As pesquisas na área de Educação Matemática que tratam de aprendizagem significativa já são em muitas e continuam aumentando. Com relação ao ensino de matemática em cursos superiores da área de exatas, existe um grupo de pesquisa da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo que tem investigado como conceitos de geometria analítica (GA) e álgebra linear (AL) são trabalhados em algumas disciplinas não matemáticas nos cursos de Engenharia Civil e de Produção. Os pesquisadores Bianchini et al. (2017) observaram que as disciplinas pesquisa operacional I, eletricidade e ciências térmicas fazem uso de vetores representando números complexos, esboços e interpretações de gráficos, além de algumas abordagens geométricas em problemas de otimização de funções, conceitos esses estudados em GA. Eles ainda identificaram que os métodos de raciocínio utilizados em GA auxiliam na aprendizagem da disciplina pesquisa operacional I. Tais constatações reforçam a necessidade de que as disciplinas básicas de matemática sejam mais significativas para o estudante.

A preocupação do docente em tornar as aulas de matemática mais atraentes para os estudantes passou a ser mais evidente com o avanço das tecnologias. Os estudantes nascidos a partir da década de 1980 pertencem a uma era digital e estão habituados a ter todo tipo de informação de forma rápida e fácil. No entanto, a maneira como os currículos são organizados, ainda em muitas universidades, é a tradicional que consiste em um conjunto de disciplinas que são oferecidas por semestre durante quatro ou cinco anos, e as aulas ainda são tradicionais, ou seja, aulas expositivas numa sala com lousa e giz.

Com relação a esse hábito de ensino na sala de aula, D'Ambrosio (2000) critica, sobretudo, os professores universitários de matemática que lecionam anos a fio a mesma disciplina e da mesma forma, chegando a compará-los a verdadeiros "fósseis vivos". O autor afirma:

> Ao começar a aula, o professor tem uma grande liberdade de ação. Dizer que não dá para fazer isso ou aquilo é desculpa. Muitas vezes é difícil fazer o que se pretende, mas cair numa rotina é desgastante para o professor ... A aparente aquisição de uma rotina de execução conduz à falta de criatividade e consequentemente à ineficiência. (D'AMBROSIO, 2000, p. 104-105)

Procuramos quebrar um pouco a rotina da sala de aula fazendo uso de um recurso tecnológico em uma das aulas de geometria analítica e cálculo vetorial e tivemos como objetivos verificar como os estudantes reagiriam diante de uma nova estratégia de aula, diferente da estratégia usual e, além disso, se tal intervenção tornaria a aprendizagem do conteúdo abordado mais significativa.

Aprendizagem significativa e ensino exploratório

A teoria da aprendizagem significativa do psicólogo norte-americano David Paul Ausubel (1910-2008), que data na década de 1960, tem como uma das principais preocupações o sistema de compreensão, alteração, conservação e utilização das informações preexistentes nas estruturas cognitivas de um indivíduo, ou seja, o total dos conteúdos, conceitos, ideias, proposições que estão em sua estrutura de conhecimentos. Tais conhecimentos já adquiriram significados para o aprendiz, segundo uma hierarquia de experiências sensoriais e poderão funcionar como pontos de ancoragem para novas ideias.

Para Ausubel (1968), o fator que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o estudante já sabe com determinado grau de estabilidade e diferenciação e isso poderá funcionar como ponto de partida para novas ideias. O autor afirma que:

> Se tivermos que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria que o fator isolado mais importante, influenciando a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Determine isso, e ensine-o de acordo. (AUSUBEL et al., 1980, p. 137)

Tal teoria difere da teoria da aprendizagem mecânica ou automática, sem relação com os conhecimentos preexistentes, sem atribuição de significados pessoais e na qual o conhecimento é armazenado de maneira arbitrária e facultativa pelo estudante que poderá ser capaz de reproduzi-lo durante algum tempo, mas para o qual tal conhecimento não terá significado. O novo conteúdo passa a ser armazenado isoladamente ou por meio de associações arbitrárias na estrutura cognitiva.

Para que ocorra a aprendizagem significativa de um determinado conteúdo, é necessário que haja um envolvimento emocional, para integrar o novo conhecimento com o já existente numa estrutura de conhecimentos bem organizada e relevante. Já, na aprendizagem mecânica, pode não haver nenhum envolvimento emocional para relacionar com um pequeno ou nenhum conhecimento relevante prévio existente.

Quando ocorre a aprendizagem significativa, o aprendiz transforma o significado lógico do material pedagógico em significado psicológico, à medida que esse conteúdo se insere de modo particular na sua estrutura cognitiva. A aprendizagem mecânica ou memorística acontece com a absorção literal e não substantiva do novo material. O esforço necessário para esse tipo de aprendizagem é muito menor e muitas vezes mais utilizado quando os estudantes se preparam para exames escolares.

Ausubel (1968) destaca a importância do relacionamento de ideias que o aprendiz realiza:

> A essência do processo de aprendizagem significativa é que ideias simbolicamente expressas sejam relacionadas, de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária, ao que o aprendiz já sabe, ou seja, a algum aspecto de sua estrutura cognitiva especificamente relevante, isto é, um subsunçor que pode ser, por exemplo, uma imagem, um símbolo, ou um conceito ou uma proposição já significativos. (AUSUBEL, 1968, p. 37-41)

Quando parece não haver subsunçores (palavra que tenta traduzir a palavra inglesa "*subsumer*") ou conceitos âncora, uma estratégia para manipular a estrutura cognitiva é recorrer a organizadores prévios que servem para explicitar ao aprendiz o que ele sabe, mas não percebe que está relacionado ao conhecimento novo, mais do que criar subsunçores. Podem ser usados para "resgatar", "ativar", recuperar" um conhecimento esquecido (obliterado) ou perceber a relação entre conhecimento prévio e conhecimento novo.

A aprendizagem significativa procura explicar o processo de assimilação que ocorre com o aprendiz na construção do conhecimento considerando-se seus conhecimentos prévios. Para isso, serão necessários disposição do sujeito para relacionar o conhecimento, material a ser assimilado com potencial significativo e existência de um conteúdo mínimo na estrutura cognitiva do indivíduo, com subsunçores em suficiência para suprir as necessidades relacionadas. Os estudantes têm problemas a resolver e decisões a tomar em função do que se propõe.

A teoria de Ausubel (1968) é uma teoria de aprendizagem na sala de aula, diferentemente de outras teorias nas quais a ideia de aprendizagem significativa está subjacente e baseia-se em uma reflexão específica sobre aprendizagem escolar e ensino. Para que ocorra aprendizagem significativa, é preciso que o estudante tenha uma predisposição para aprender, pois, se ele quiser somente memorizar o conteúdo de maneira literal e arbitrária, a aprendizagem poderá ser mecânica. Assim, a pessoa decora fórmulas, leis, mas esquece após a avaliação, além disso o conteúdo escolar deve ser potencialmente significativo. Cada aprendiz faz uma seleção de conteúdos que têm ou não algum significado para ele.

Segundo Ausubel (1978) podemos relacionar três tipos de aprendizagem significativa. A mais básica é a aprendizagem representacional, que consiste na atribuição de significado a símbolos ou palavras. A mais geral é a aprendizagem significativa de conceitos que são objetos, eventos, situações e propriedades que possuem atributos comuns, designados por símbolos ou signos culturais. E, por fim, a aprendizagem proposicional que relaciona os conceitos e proporciona aprender o significado de ideias em forma de proposições, além da soma dos significados das palavras. Os seguintes benefícios podem ocorrer na aprendizagem significativa: o conhecimento é lembrado, retido por um período maior, por mais tempo; há um aumento da capacidade de aprender outros conteúdos de maneira mais fácil, além de facilitar a reaprendizagem, ou seja, se algo for esquecido, facilita a aprendizagem seguinte.

Ainda com relação à aprendizagem significativa, Moreira (2011) pondera que:

> Infelizmente, a escola básica continua fomentando a aprendizagem mecânica, o modelo clássico em que o professor expõe no quadro-de-giz ou com slides PowerPoint, o aluno cópia ou recebe eletronicamente os slides, memoriza na véspera das provas, nelas reproduz conhecimentos memorizados sem significado, ou os aplica mecanicamente a situações conhecidas, e os esquece rapidamente. (MOREIRA, 2011, p. 19)

Em razão desse sistema de ensino, quando o estudante chega à Universidade, ele já esqueceu o que foi aprendido mecanicamente, ele "deleta" de sua memória os conteúdos que utilizou para passar nas provas de ingresso à universidade. Além disso, ele depara-se com o mesmo esquema: copiar, memorizar, reproduzir e esquecer.

Moreira (2011) também menciona que há aprendizagem mecânica na forma como os conteúdos são organizados nos programas das disciplinas e que devem ser cumpridos rigorosamente:

> Os conteúdos estão listados em um programa que é seguido linearmente, sem idas e voltas, sem ênfases, e que deve ser cumprido como se tudo fosse importante, ou como se os aspectos mais importantes devessem ficar para o final. O resultado desse enfoque é, geralmente, aprendizagem mecânica. (MOREIRA, 2011, p. 25)

Consideramos necessário ampliar nossa discussão a respeito de aprendizagem significativa identificando duas estratégias de ensino. Ponte (2005) considera que, no ensino de matemática, é possível distinguir duas estratégias básicas – o ensino direto e o ensino e aprendizagem exploratórios. Segundo o autor, o ensino direto, caracterizado pela exposição de tópicos pelo professor, seguida da resolução de exercícios, não responde aos desafios da forma de aprendizagem da matemática com compreensão. No ensino exploratório, a principal característica é que não cabe ao professor explicar tudo, mas deixar "uma parte importante do trabalho de descoberta e de construção do conhecimento para os estudantes realizarem. A ênfase desloca-se da atividade ensino para a atividade mais complexa ensino e aprendizagem" (PONTE, 2005, p. 13).

Uma aula de ensino exploratório da matemática desenvolve-se em três ou quatro fases. Na primeira, ocorre o “lançamento” ou “introdução da tarefa” pelo professor. Na segunda, a “exploração” ou “realização da tarefa” pelos estudantes, com apoio e acompanhamento pelo professor, sem diminuição do nível cognitivo da tarefa. As últimas duas fases da aula realizam-se no coletivo da turma: “discussão da tarefa”, o professor desempenha um papel decisivo pela forma como gere o discurso, ao favorecer o estabelecimento de conexões entre ideias, a comparação de distintas resoluções e a discussão da respetiva diferença e eficácia matemática. A fase final de “sistematização das aprendizagens matemáticas” é fundamental para que os objetivos que o professor estabelece previamente possam ser atingidos.

Ainda com relação ao ensino exploratório, a autora Canavarro (2011) valoriza a discussão coletiva como forma de aquisição de conhecimento com mais significado afirmando que:

> O ensino exploratório da matemática defende que os alunos (...) têm a possibilidade de ver os conhecimentos e procedimentos matemáticos surgirem com significado e, simultaneamente, de desenvolver capacidades matemáticas como a resolução de problemas, o raciocínio matemático e a comunicação matemática. (CANAVARRO, 2011, p. 11)

Nas práticas de ensino exploratório, os estudantes aprendem de acordo com o seu envolvimento com tarefas que tenham potencial para promover o seu engajamento com os novos conteúdos e conhecimentos e que contemplam ideias e representações matemáticas que eles podem compreender e produzir significado.

Procedimentos Metodológicos

Nesse trabalho, adotamos a metodologia de estudo de caso que nos permite investigar o comportamento de pequenos grupos. Nesse caso, uma turma de estudantes habituados ao esquema tradicional de aula de matemática oferecida numa sala com lousa e giz foram levados a um ambiente computacional para realizar uma atividade da disciplina de geometria analítica utilizando um *software* de matemática dinâmica. Investigamos como os estudantes se comportariam diante de a uma nova estratégia de aula diferente da usual. Segundo Yin (2010), existem pelo menos quatro aplicações diferentes de estudos de caso: explanatórios, descritivos, ilustrativos e exploratórios. Optamos por descrever uma intervenção e o contexto da vida real no qual ela ocorreu.

Desenvolvemos essa pesquisa num curso de graduação em Engenharia de uma renomada Universidade particular da cidade de São Paulo. Existe um conjunto de disciplinas de matemática que são obrigatórias em todos os cursos superiores da área de exatas e que fazem parte da grade curricular, dentre elas, geometria analítica e cálculo vetorial (GACV). A disciplina tem sido oferecida de modo tradicional, isto é, aulas expositivas em salas com lousa e giz e o com apoio de material fotocopiado.

Então nos propusemos a realizar uma aula diferente das usuais, levando os estudantes a um laboratório de computação para que o *software* de matemática dinâmica, GeoGebra, pudesse ser utilizado individualmente por eles. Nesse artigo, vamos descrever, em detalhes, essa aula no laboratório e discutir como atividades em ambiente computacional podem contribuir para a aprendizagem significativa de conceitos matemáticos de geometria analítica e cálculo vetorial, especificamente os de retas paralelas na direção de um vetor e ângulo entre retas. Nesse sentido, Almeida, Silva e Vertuan (2016) entendem que uma das condições para que a aprendizagem seja significativa é a predisposição positiva do estudante para aprender, o que não depende de sua estrutura cognitiva, mas sim de características do ambiente de ensino e aprendizagem e de fatores motivacionais. No final dessa aula, realizamos um pequeno levantamento de opinião junto aos estudantes a respeito da atividade que eles haviam acabado de realizar. Os resultados desse levantamento serão apresentados após a descrição da atividade.

O GeoGebra é um *software* gratuito desenvolvido para o ensino e aprendizagem de matemática nos vários níveis de ensino (do básico ao universitário). Foi desenvolvido pelo austríaco Markus Hohenwarter, atualmente diretor do projeto GeoGebra da Universidade Johannes Kepler, localizada em Linz, Áustria, entre os anos de 2001 e 2002, como parte do seu trabalho de mestrado em Educação Matemática e Ciências da Computação na *University of Salzburg*, também na Áustria. O desenvolvimento do *software* permaneceu como parte do seu projeto de doutorado em 2010 sobre Educação Matemática. Tal *software* foi vencedor de vários prêmios internacionais, recebendo tradução em inúmeros idiomas, incluindo a língua portuguesa.

O GeoGebra é um *software* de matemática dinâmica para todos os níveis de ensino que reúne geometria, álgebra, planilha de cálculo, gráficos, probabilidade, estatística e cálculos simbólicos em um único pacote fácil de se usar. Por meio de suas múltiplas janelas, o GeoGebra reúne, em um único ambiente, recursos gráficos, numéricos, simbólicos e de programação em geometria, aritmética, álgebra, funções, estatística e probabilidade. Ele tem a vantagem didática de apresentar, ao mesmo tempo, representações diferentes de um mesmo objeto que interagem entre si.

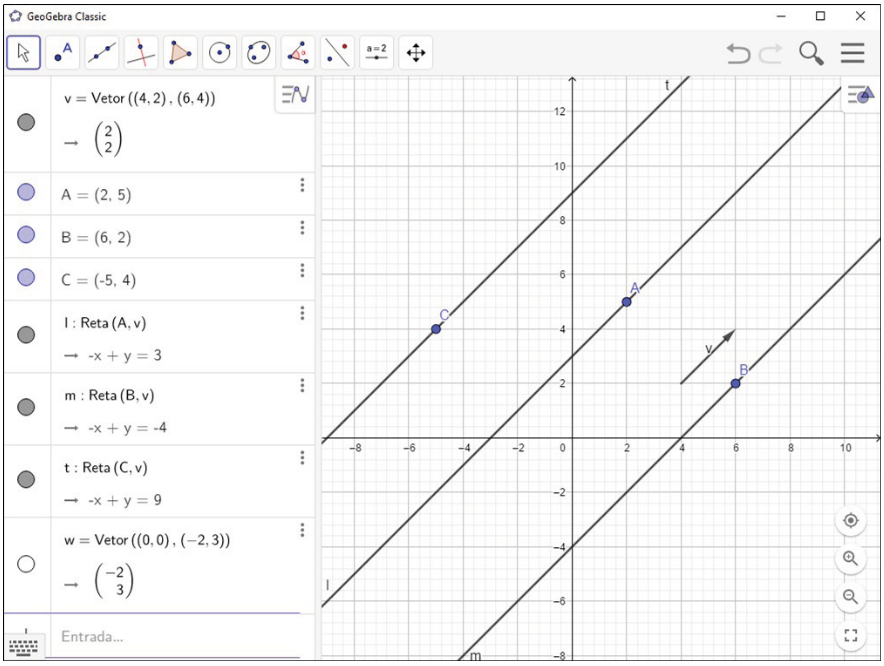
A pesquisadora Abar (2013) acredita que o *software* GeoGebra tem um grande potencial na construção de conceitos matemáticos e pondera que:

> A ideia é que o professor utilize o *software* GeoGebra não apenas como mais um recurso tecnológico, mas, sim, como um recurso que colabore no desenvolvimento de conceitos matemáticos, uma vez que, por si só, o *software* não faz Matemática. (ABAR, 2013, p. 352)

A aula foi realizada num laboratório de informática previamente reservado e que comportava até 40 estudantes. Participaram dessa atividade 37 estudantes, cada um deles ficou diante de um computador. A aula teve duração de 100 minutos. Contamos com a presença de um monitor, isto é, um estudante de uma série mais adiantada e com conhecimentos do *software* GeoGebra. Esse monitor desempenhou um papel fundamental ajudando a sanar dúvidas dos estudantes com relação à utilização do *software*, pois a maioria deles estava tendo contato com esse aplicativo pela primeira vez. Inicialmente, foi distribuída uma folha a cada estudante contendo instruções de como acessar o *software,* bem como o roteiro das atividades que eles deveriam realizar. Por tratar-se de estudantes do primeiro ano da graduação, acreditávamos que a maioria deles não conhecia o Geogebra, por isso tivemos a preocupação de redigir detalhadamente os passos que deveriam executar para que conseguissem fazer todas as construções. Optamos também por trabalhar com objetos do plano cartesiano para facilitar essas construções.

Para o desenvolvimento das atividades utilizando o GeoGebra, os estudantes inicialmente construíram um vetor de origem (4,2) e extremidade (6,4), isto é, o vetor v = (2,2). Posteriormente, representaram três retas a saber: l, m e t passando respectivamente, pelos pontos A (2,5), B (6,2) e C (-5,4) e na direção do vetor v construído anteriormente. Em seguida, eles deveriam responder à questão: o que você observa com relação as retas l, m e t? Todos os estudantes responderam corretamente que as retas eram paralelas.

Figura 1. Retas paralelas visualizadas pelos estudantes.



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Em seguida, os estudantes construíram outro vetor w = (-2,3) e uma reta r passando pelo ponto A, mas agora na direção de w e conseguiram responder que as retas l e r eram concorrentes. Ainda com essas duas retas na tela, utilizaram o comando “ângulo” e apareceu que o ângulo formado entre as retas era de 78,69º. O texto solicitava que fizessem o cálculo utilizando a fórmula do ângulo entre retas que é equivalente ao ângulo formado pelos vetores que dão as direções das retas l e r. Então eles utilizaram a seguinte fórmula que deveriam completar com os dados e calcular o ângulo com o auxílio de uma calculadora:

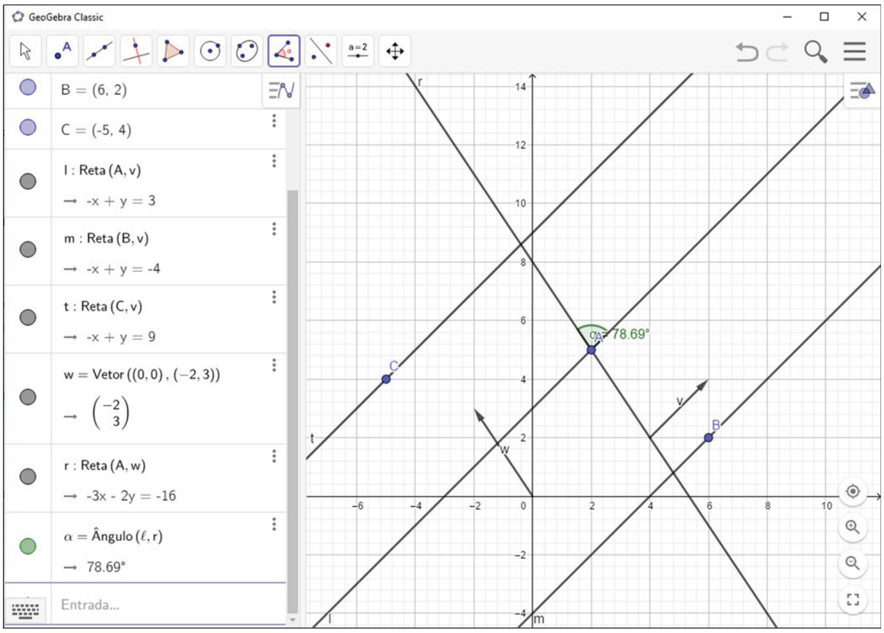
$$cos\theta = \frac{\vec{w} \cdot \vec{v}}{|\vec{w}| \cdot |\vec{v}|} \rightarrow \cos\theta = \frac{(\ ,\ ) \cdot (\ ,\ )}{|(\ ,\ )| \cdot |(\ ,\ )|} \rightarrow \cos\theta = \cdots \ldots$$

Após esse cálculo no papel, os estudantes constataram que o resultado obtido aplicando a fórmula do cosseno entre dois vetores foi igual ao resultado que apareceu automaticamente na tela do computador, demonstrando o ângulo entre as retas l e r. Vejam, a seguir, o cálculo realizado pelos estudantes:

$$cos\theta = \frac{\vec{w} \cdot \vec{v}}{|\vec{w}| \cdot |\vec{v}|} \rightarrow \cos\theta = \frac{(-2\,,3\,) \cdot (\,2\,,2\,)}{|(-2\,,3\,)| \cdot |(\,2\,,2\,)|} \rightarrow \cos\theta = \frac{2}{\sqrt{13}.\sqrt{8}} =$$

$$= \frac{2}{10{,}198} = 0{,}1961 \rightarrow \theta = 78{,}69^{o}$$

Figura 2. Ângulo entre as retas r e l visualizado pelos estudantes



Fonte: Elaborado pelas autoras.

A professora e o monitor circularam todo o tempo pelo laboratório sanando dúvidas tanto de como colocar os comandos no *software* quanto conceituais. Como a atividade se desenrolou bem, restaram alguns minutos para término da aula e, nesse tempo, projetaram na tela, disponível na sala de aula, alguns objetos como retas no espaço, isto é, os estudantes viram algumas possibilidades de visualizações em 3D. Além disso, viram como esses objetos poderiam se movimentar e, por meio desses movimentos, seria possível, por exemplo, surgir uma superfície cônica.

Algumas Considerações

Essa atividade realizada no laboratório de computação, sem dúvida, propiciou o aprofundamento de conceitos já estudados em sala de aula como o conceito de vetor, retas paralelas e concorrentes e ângulo entre retas. Poder construir esses entes geométricos e enxergar na tela do computador o que ocorre contribui muito na aprendizagem conforme afirma Matos (1997):

> A importância da flexibilidade representacional destes instrumentos (computadores e calculadoras) reside em dois tipos de razões. Por um lado, diferentes representações de uma ideia complexa permitem salientar diferentes aspectos dessa mesma ideia e, dessa forma, favorecem vários tipos de análise. Por outro lado, é um fato que os alunos diferem na sua capacidade de compreender e utilizar certas representações. Desta forma, ao tornar disponível diferentes representações, com recurso ao computador e à calculadora, alargam-se as possibilidades de aprendizagem matemática em face de uma situação real. (MATOS, 1997, p. 42)

No levantamento que realizamos com os 37 estudantes que participaram da aula, 21 não conheciam o GeoGebra e 31 responderam que a atividade auxiliou muito na compreensão dos assuntos abordados e que já haviam sido estudados em sala. Apenas 6 estudantes responderam que a atividade só auxiliou um pouco na compreensão. Destacamos alguns comentários escritos pelos estudantes: “Pode-se ver na prática todo o conteúdo estudado na teoria em sala de aula. Além disso, não existem os erros feitos manualmente no papel, facilitando o entendimento”; “Podemos perceber graficamente os resultados postos em sala de aula, uma aula diferente, que atrai os estudantes para aprender e visualizar o resultado de outras maneiras". Todos os estudantes responderam corretamente que as retas, construídas tendo o mesmo vetor como direção, eram paralelas porque estava evidente no desenho que aparecia na tela. Tal fato, reforça que a visualização é um componente que contribui de forma eficaz na aprendizagem.

Ao terminar a atividade, uma aluna questionou a professora porque não havia mais aulas de GACV no laboratório de computação. E a resposta para essa questão se resume no tempo disponível para o desenvolvimento do conteúdo programático. A disciplina de GACV está inserida numa grade curricular de disciplinas semestrais. Ela deve ser trabalhada em dezoito semanas, com quatro aulas semanais, isto é, duas aulas de 100 minutos, duas vezes por semana. O conteúdo programático inclui o conceito de vetor, operações com vetores no plano e no espaço, produtos escalar, vetorial e misto, equações de reta e do plano, posições relativas entre retas e planos e distâncias entre pontos, retas e planos. Além disso, o critério de avaliação exige duas provas obrigatórias e uma substitutiva e atividades de avaliação para compor a média final da disciplina, o que demanda um certo número de aulas. Sendo assim, embora as aulas no laboratório de informática sejam bastante proveitosas, ainda encontramos dificuldades em inseri-las, com maior frequência, no período letivo.

Conclusões

Optamos por realizar a atividade no laboratório de computação com o objetivo de aprofundar conteúdos já estudados em sala, o que é válido, segundo Ausubel (1978), que acredita que aquilo que o aprendiz já sabe influencia a aprendizagem, conforme discutimos anteriormente. Os estudantes tiveram a oportunidade de visualizar diversas situações envolvendo retas e vetores que já haviam sido representadas sem precisão na lousa. Puderam constatar com exatidão esboços que realizavam no caderno, no máximo, com o auxílio de uma régua. O fato de cada estudante ter um computador, realizar as atividades propostas que estavam na folha fotocopiada que receberam, bem como tirar conclusões, caracteriza uma forma de ensino exploratório na qual uma parte importante do trabalho de construção do conhecimento é deixada para o estudante, conforme expusemos anteriormente segundo os pressupostos de Ponte (2005).

Os objetivos de propiciar aos estudantes contato com uma ferramenta tecnológica que lhes permitisse visualizar com precisão conteúdos já estudados em sala e que participassem de uma aula diferente da usual foram totalmente atingidos. A visualização de vetores e retas na tela se interceptando ou a construção de retas paralelas partindo de um mesmo vetor passando por diferentes pontos, assim como as outras tarefas propostas tornou a aprendizagem, no mínimo, mais atraente. Os estudantes realizaram a atividade com bastante empenho, aprovaram essa aula no laboratório, bem como solicitaram mais aulas desse tipo.

Enfim, os estudantes habituados ao ensino direto responderam positivamente às expectativas nessa aula, uma vez que cada um em seu ritmo puderam fazer descobertas tanto em relação ao *software* Geogebra quanto ao conteúdo de geometria analítica em questão. Por isso, acreditamos que o relato dessas discussões sobre aprendizagem significativa, estratégias de ensino e o exemplo dessa aula no laboratório de informática possam contribuir com as práticas metodológicas de professores nas suas aulas. Esse passo na direção do rompimento de uma rotina acadêmica já pode ser considerado um avanço.

Recebido em: 08/04/2019
Aprovado em: 04/08/2019

Referências

ABAR, C. A. A. P.; ALENCAR, S. V. **A Gênese Instrumental na Interação com o GeoGebra:** uma proposta para a formação continuada de professores de matemática. Bolema, Rio Claro (SP), 2013, v. 27, n. 46, p. 349-365.

ALMEIDA, L.W.; SILVA, K.P.; VERTUAN, R.E. **Modelagem matemática na educação básica.** São Paulo: Contexto, 2016.

AUSUBEL, D.P. **Educational psychology:** a cognitive view. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D. and HANESIAN, H. **Educational psychology:** a cognitive view. 2nd. ed. New York: Holt Rinehart and Winston, 1978.

AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D., HANESIAN, H. **Psicologia educacional.** Tradução Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BIANCHINI, B.; GOMES, E.; LIMA, G.; OLIVEIRA, G.; LEONEL, S. **Mobilização de conceitos de geometria analítica e de álgebra linear nas Engenharias Civil e de Produção.** Anais do Congresso Ibero-Americano de Educação Matemática (CIBEM). Madrid, Espanha, VIII. 2017.

CANAVARRO, A. P. **Ensino exploratório da matemática:** práticas e desafios. Lisboa: Universidade Aberta, 2011.

D'AMBROSIO, U. **Educação matemática:** da teoria à prática. São Paulo: Papirus, 2000.

MATOS, J. F. Modelação matemática: o papel das tecnologias de informação. **Revista Educação Matemática**, Lisboa: APM, 1997, p. 41-43, p.45.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa:** a teoria e textos complementares. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

PONTE, J. P. **Gestão curricular em matemática**. In GTI (Ed.). O professor e o desenvolvimento curricular. Lisboa: APM, 2005.

YIN, R.K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos.** Tradução: Ana Thorell. Porto Alegre: Bookman, 2010.