



UMA APLICAÇÃO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS PARA O ENSINO DE REAÇÕES QUÍMICAS

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2022.4005

Ivete Ana Schmitz Booth - iasbooth@gmail.com
Universidade de Caxias do Sul

Mariluzza Zucco Rizzon - mariluzazr@gmail.com
Colégio São José

Valquíria Villas-Boas - vvillasboas@gmail.com
Universidade de Caxias do Sul

Resumo: Este trabalho relata uma experiência de Aprendizagem baseada em Problemas (PBL), realizada na disciplina de Química Básica e Experimental dos cursos de Engenharia da Universidade de Caxias do Sul, envolvendo problemas relacionados às reações químicas que ocorrem no cotidiano. A experiência foi estruturada segundo os "Sete Passos para a PBL". Os dados foram coletados por meio da utilização de dois instrumentos, um pré-teste e um pós-teste sobre tópicos de interesse com o objetivo de avaliar a aprendizagem dos estudantes por meio da PBL, e um instrumento que constava de uma questão aberta, na qual foi solicitado aos estudantes que descrevessem as principais características de suas aulas com o Modelo Tradicional de ensino e as características das aulas que utilizavam o método PBL. Os resultados do pré e do pós-teste evidenciam a contribuição da PBL na ocorrência de uma evolução conceitual sobre reações químicas. Quanto às verbalizações sobre as características do modelo tradicional e da PBL, os resultados apontam que os estudantes compreendem as desvantagens do ensino no modelo tradicional e as vantagens de se aprender em um ambiente concebido por meio dos fundamentos da PBL. Os depoimentos evidenciam que a PBL favorece o desenvolvimento de habilidades complexas como a de questionar e trabalhar em equipe, e que a tomada de decisão e a investigação estão presentes no processo de suas aprendizagens com a PBL. Por meio desses resultados fica evidente a melhoria nas aprendizagens conceituais, procedimentais e atitudinais dos estudantes que participaram das aulas com o método PBL em função de melhores notas e no desenvolvimento de habilidades mais complexas. Sabemos que um adequado desempenho profissional vai muito além de resultados quantitativos e de percepções de estudantes. Entretanto, estes resultados são animadores para dar continuidade a novos estudos. A experiência descrita e analisada foi desenvolvida em apenas uma disciplina, mas, como em outros





estudos, indicou que a PBL é um método de aprendizagem ativa que é propício para a ocorrência de uma aprendizagem significativa na Educação em Engenharia.

Palavras-chave: *Aprendizagem baseada em Problemas, Aprendizagem Ativa, Educação em Engenharia, Reações Químicas*



UMA APLICAÇÃO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS PARA O ENSINO DE REAÇÕES QUÍMICAS

1 INTRODUÇÃO

Em muitas instituições de ensino superior, a concepção de ensinar ainda é sinônimo de apresentação de conteúdos. Nessas instituições, a ação do professor está centralizada em oferecer aulas expositivas, e a ação dos estudantes em ouvir essas apresentações para acumular informações. Esse processo de ensino e aprendizagem gera predominantemente uma aprendizagem mecânica por parte dos estudantes. Nesse contexto, volta-se o olhar para os cursos de graduação de Engenharia e constata-se que as estratégias e os métodos de ensino também precisam ser adequados à nova realidade globalizada vigente, pois se não houver inovação nos processos de ensino e aprendizagem, dificilmente, o novo profissional ousará inovar no ambiente de trabalho.

É importante, nesse cenário, fundamentar estudos e ações para favorecer a mudança do modelo epistemológico e pedagógico do professor. A concepção de ensinar e aprender, os papéis do professor e do estudante, exigem no cenário atual um processo que crie condições para a ocorrência de aprendizagens duradouras, estabelecendo relações entre conhecimento novo e o que já se conhece. Assim, ensinar é mais que informar. Ensinar é incentivar o estudante a pensar, a interpretar informações e, com isso, produzir formas de resolver situações-problema, interagindo com colegas, analisando demandas, propondo ações e tomando decisões

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), a principal riqueza de uma organização reside na qualidade de seu capital humano (UNESCO, 1998). Por analogia, em uma instituição de ensino, a qualidade do seu corpo docente deve passar pela formação epistemológica e pedagógica, pois é por meio dele que se concretizam as propostas dos projetos pedagógicos dos cursos.

A Lei de Diretrizes e Bases (BRASIL, 1999) para os cursos de Engenharia, bem como o INOVA Engenharia (INOVA, 2006), propõe que seu egresso esteja apto a conceber, projetar, analisar sistemas, produtos e processos; planejar, supervisionar, conduzir experimentos, interpretar resultados, atuar em equipes multidisciplinares, comunicar-se eficientemente, avaliar a viabilidade econômica de projetos e o impacto de atividades da Engenharia no contexto social e ambiental.

Diante dessas necessidades, que estratégias e métodos de ensino possuem potencial para desenvolver essas habilidades? Que aspectos da mediação precisam estar presentes em ambientes de aprendizagem quando o foco for uma aprendizagem mais duradoura?

Ambientes de aprendizagem, que favoreçam tal perfil de formação, caracterizam-se em espaços onde professores e estudantes atuam juntos para o desenvolvimento de habilidades. Criar condições por meio de uma sequência de atividades que visem capacitar o engenheiro como um futuro profissional criativo e inovador, e que esteja apto a transpor e desenvolver conhecimentos novos para lidar de forma adequada com a realidade é imprescindível. Processos de ensino e aprendizagem, coerentes com esta tendência, necessitam estar focados cada vez mais em ações dos estudantes com situações que favoreçam a interação, a colaboração, a troca de conhecimentos e o desenvolvimento de aprendizagens significativas (AUSUBEL, 2003).

Ambientes de aprendizagem concebidos à luz do método de Aprendizagem baseada em Problemas (do inglês Problem based Learning - PBL) pode ser uma alternativa para o professor que acredita que é preciso romper com o modelo de ensino tradicional onde o estudante aprende ouvindo e o professor ensina falando. A PBL é um método de aprendizagem ativa, centrado no estudante, que visa levá-lo a aprender sobre o assunto no contexto de problemas reais, complexos e multifacetados (GRAAFF; KOLMOS, 2007).

Trabalhando em equipe, os estudantes podem identificar o que já sabem, o que precisam saber e como e onde acessar as novas informações necessárias à resolução do problema. O papel do professor é o de facilitador da aprendizagem, proporcionando condições adequadas ao processo, fazendo perguntas de sondagem, fornecendo os recursos apropriados, e conduzindo as discussões em classe, bem como planejando as avaliações dos estudantes. A PBL difere dos métodos educacionais convencionais especialmente por ter como objetivo principal a aprendizagem significativa do estudante que é sujeito ativo neste processo. Seu propósito é potencializar o desenvolvimento de competências essenciais para o sucesso do futuro profissional (BOOTH; SAUER; VILLAS-BOAS, 2016).

Nos ambientes de trabalho do século 21, o sucesso requer mais do que conhecimento e habilidades básicas. Com a PBL, os estudantes não só compreendem o conteúdo mais profundamente, mas também aprendem a assumir responsabilidades, a construir confiança, a resolver problemas, a trabalhar em colaboração, a comunicar ideias, a serem inovadores e criativos (SAVIN-BADEN; HOWELL-MAJOR, 2004).

Esse trabalho relata uma experiência de Aprendizagem baseada em Problemas realizada na disciplina de Química Básica e Experimental dos cursos de Engenharia da Universidade de Caxias do Sul, no estado do Rio Grande do Sul, envolvendo problemas relacionados às reações químicas que ocorrem no cotidiano. A seguir, estão apresentados nesse artigo, o contexto de ensino e aprendizagem em que a experiência foi desenvolvida, a metodologia de implementação do método PBL, os resultados e algumas considerações finais.

2 O CONTEXTO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Trabalhar com situações problemáticas sempre fez parte das atividades de um grupo de professores da área de Ciências Exatas e Engenharias da UCS. Contudo, mais exatamente no período de 2010 a 2014, este grupo de professores iniciou o desenvolvimento de um projeto intitulado "UCS-PROMOPETRO: Novos Desafios para o Engenheiro do Futuro (PETROFUT)" com apoio financeiro da FINEP, que teve como finalidade principal fortalecer o ensino das ciências e despertar nos jovens o interesse pela carreira de engenheiro (VILLAS-BOAS et al, 2016).

No desenvolvimento das atividades desse projeto o método utilizado foi a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL), a fim de contemplar atividades que estabelecessem conexões entre os ensinamentos básicos das ciências exatas e naturais de nível médio e aplicações práticas das áreas tecnológicas que tivessem como objetivo a solução de problemas reais no âmbito das atividades industriais e de serviços da Engenharia, inclusive aqueles voltados para questões ambientais. Para tal o grupo de professores estudou todos os aspectos da PBL durante seis meses e elaboraram as oficinas à luz deste método. Esta experiência e uma capacitação em Aprendizagem baseada em Projetos realizada na UCS em 2012 por especialistas da Universidade do Minho foram fundamentais para que a PBL passasse a fazer parte do planejamento de algumas disciplinas dos cursos de Engenharia da UCS.

A área de Ciências Exatas e Engenharias da UCS oferece 12 cursos de Engenharia (Ambiental, Automotiva, Civil, de Alimentos, de Computação, de Controle e Automação, de Materiais, de Produção, Elétrica, Mecânica e Química) e conta com mais de 3000 estudantes. A maioria desses estudantes são estudantes de tempo parcial e trabalham nas indústrias da região. Uma vez que eles já estão empregados, muitos deles estão apenas em busca do diploma de Engenharia.

Combinado a isso, um número significativo de nossos estudantes não teve uma boa formação em Ciências e Matemática no ensino médio, o que os leva a ter um fraco desempenho em disciplinas básicas e, conseqüentemente, leva muitos deles a abandonar o curso. Nesse contexto, a utilização de um método de aprendizagem ativa na disciplina de Química Básica e Experimental se apresentou como uma alternativa que poderia trazer muitos resultados positivos para a aprendizagem desses estudantes, inclusive influenciando na mudança de seus hábitos de estudo.

Este trabalho foi desenvolvido com uma turma da disciplina de Química Básica e Experimental dos cursos de Engenharia da Universidade de Caxias Sul (UCS) durante o primeiro semestre do ano de 2016. Essa disciplina faz parte do conjunto de disciplinas do segundo semestre dos cursos.

A turma, nomeada turma A, era composta por vinte e quatro estudantes, com idades de 19 a 22 anos. Os estudantes da turma A vivenciaram o desenvolvimento de conceitos sobre reações químicas por meio da aplicação do método PBL.

A aplicação da PBL envolveu problemas relacionados às reações químicas que ocorrem no cotidiano, com ênfase para reações químicas entre meios corrosivos e diferentes materiais, e foi desenvolvida em 10 encontros no primeiro semestre de 2016. O semestre tinha previstos 21 encontros de 4 horas-aula.

Os estudantes da turma A foram divididos em equipes compostas por 4 estudantes onde assumiram diferentes funções (líder, redator e componentes da equipe). Desempenharam a função de tutores, além do professor titular da disciplina, um professor da área da Física e um estudante de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da área da Biologia.

3 IMPLEMENTAÇÃO DO MÉTODO

Considerando as muitas vantagens do uso da PBL em cursos de Engenharia, notadamente o favorecimento da integração do conhecimento, da aprendizagem autônoma, da aprendizagem colaborativa, entre outras, o professor da disciplina Química Básica e Experimental, optou pela implementação da PBL, com o objetivo de motivar, principalmente, os estudantes das habilitações de Engenharia que não compreendem a importância do estudo da Química. Nesse contexto, o professor identificou os conteúdos conceituais e procedimentais a serem desenvolvidos em um ambiente de aprendizagem concebido à luz da PBL.

3.1 As etapas de desenvolvimento da aplicação da PBL

A experiência foi estruturada, tendo como inspiração os "Sete Passos para a PBL" (ALBANESE; MITCHELL, 1993; BARROWS; TAMBLYN, 1980; BOUD; FELETTI, 1997), e foi aplicada à turma A na sequência apresentada a seguir:

Passo 1: os estudantes examinaram estruturas metálicas danificadas, o que os levou a manifestar seu conhecimento prévio. Em seguida, um pré-teste sobre reações químicas do cotidiano foi aplicado. Essa etapa ajudou na identificação de conhecimentos prévios, aceitos ou não-aceitos no contexto dos conteúdos de ensino.

Passo 2: um problema foi apresentado aos estudantes, sendo que o mesmo estava relacionado com situações-problema do cotidiano para mobilizar os estudantes sobre o novo conhecimento. A situação-problema apresentada está enunciada a seguir:

A Usina Itaipu Binacional possui 20 hidrogeradores com potência nominal individual de 700MW. Cada hidrogerador possui 37 trocadores de calor, sendo 16 trocadores ar/água do núcleo estator. A primeira evidência de vazamento de água em um dos hidrogeradores ocorreu em 1992, na máquina 4, seguido de outro vazamento em 1993, na máquina 15, deixando de ser o problema considerado um caso isolado. Nesse contexto, em equipe, vocês devem elaborar uma proposta de intervenção para evitar futuros vazamentos nos hidrogeradores da Usina Itaipu Binacional. A proposta deve apresentar ações fundamentadas nas áreas da Física, Química e Biologia, levando em consideração os contextos social e ambiental.

Os estudantes, reunidos em equipes de 4 componentes, por meio de discussão, levantaram questões, identificaram lacunas de conhecimento existentes na equipe e também características do problema que não entenderam.

Passo 3: os estudantes priorizam questões de aprendizagem e após planejaram um cronograma de trabalho com ações individuais e coletivas para esclarecer questões do problema a serem investigadas;

Passo 4: os estudantes pesquisaram individualmente as questões a serem investigadas e os conceitos ligados às suas lacunas de conhecimento;

Passo 5: os estudantes, reunidos em equipe, exploraram as questões definidas para estudos com o objetivo de integrar novos conhecimentos ao contexto real do problema. Ao final desse passo, foram retomadas outras questões relevantes e aspectos do fenômeno em estudo, para a sistematização do conhecimento apoiado pela leitura de um artigo científico, seguida de uma atividade colaborativa em equipes;

Passo 6: os estudantes, reunidos em equipes, apresentaram suas soluções ao problema para o grande grupo;

Passo 7: os estudantes avaliaram a viabilidade da utilização da PBL por meio de 2 instrumentos de coleta de dados.

3.2 Sobre os pré-testes e os pós-testes

Pré-teste e pós-teste foram utilizados para validar o conhecimento construído pelos estudantes em sua formação na disciplina. O pré-teste constou de um conjunto de 10 questões abertas aplicado aos estudantes da turma A, com a finalidade de avaliar o nível de conhecimento sobre o conteúdo declarativo que seria ensinado. Foi também explicado que o objetivo do pré-teste e do pós-teste era de avaliar o conhecimento construído. Além disso, os resultados da comparação do pré-teste e do pós-teste tinham como objetivo responder à seguinte pergunta: "Os estudantes aprenderam o que estava explicitado nos objetivos de aprendizagem?"

As questões dos testes foram desenvolvidas de forma alinhada com os objetivos das aulas. Esse critério assegurou visibilidade para fornecer evidências e para demonstrar quais conhecimentos os estudantes desenvolveram com a PBL. A escolha por questões abertas foi porque as mesmas requerem que os participantes utilizem suas próprias palavras para responderem ou comentarem uma situação específica. As questões foram desenvolvidas com palavras simples, sem ambiguidades e de acordo com os objetivos de aprendizagem.

O pré e o pós-teste tiveram uma duração de 40 minutos cada. Os testes foram realizados individualmente, a fim de obter uma análise mais real sobre as concepções de cada estudante. O intervalo de aplicação desses instrumentos foi de seis semanas. Durante esse intervalo de tempo, foram desenvolvidos os passos do PBL anteriormente descritos.



O pós-teste continha as mesmas questões abertas do pré-teste. Um critério definido foi que as questões do pré-teste não foram discutidas nos encontros seguintes como também não foram feitos quaisquer comentários sobre sua resolução.

A análise realizada no pré-teste e no pós-teste foi uma análise quantitativa. A distribuição de notas dos estudantes em cada questão, tanto no pré-teste como no pós-teste, foi verificada a fim de avaliar as aprendizagens ocorridas. A investigação da ocorrência de evolução conceitual foi feita mediante uma análise das respostas dos estudantes ao conjunto de questões abertas.

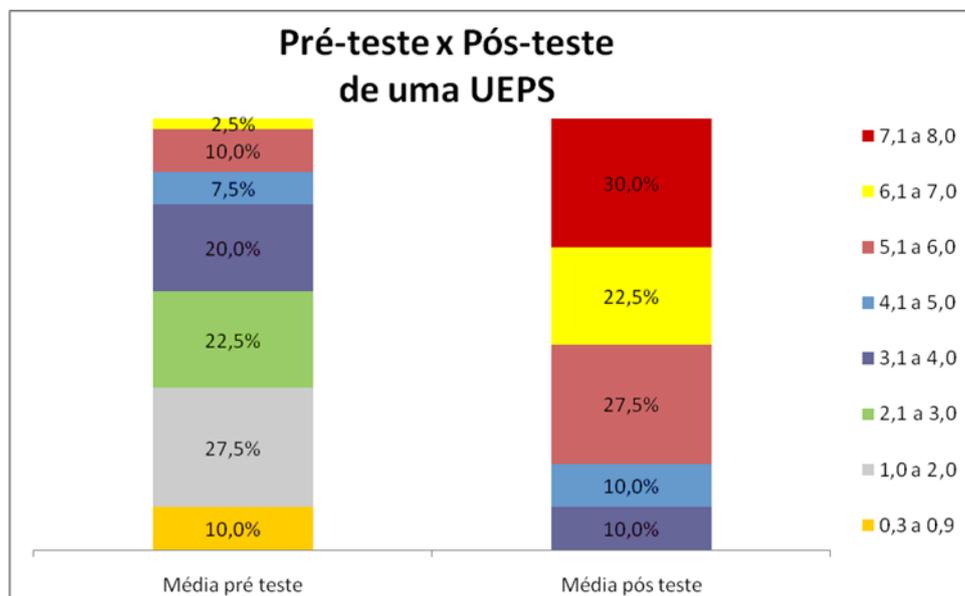
4 ALGUNS RESULTADOS

Nesta seção, vamos apresentar os resultados do pré-teste e do pós-teste, e alguns depoimentos dos estudantes da turma A sobre o método de ensino-aprendizagem adotado. Acreditando no potencial da PBL para a aquisição de significados e na ocorrência de uma aprendizagem significativa de conceitos relacionados às reações químicas, essa investigação procurou evidenciar possibilidades ou limitações no uso do método utilizado.

4.1 Sobre os pré-testes e os pós-testes

Na Figura 1, são apresentadas a distribuição de notas dos estudantes da turma A, submetidos ao pré-teste e ao pós-teste. Pode-se observar na Figura 1 que 70 % dos estudantes da turma A submetidos ao pré-teste obtiveram nota entre 1,0 e 4,0 em uma escala de 0 a 10,0. Ainda na Figura 1, pode-se observar que 80 % dos estudantes da turma A submetidos ao pós-teste obtiveram notas entre 5,1 e 8,0. Os resultados apresentados na Figura 1 evidenciam a contribuição da PBL na ocorrência de evolução conceitual.

Figura 1. Médias das notas no pré-teste e pós-teste dos estudantes da turma A.



Fonte: As autoras

Por meio desses resultados fica evidente a melhoria nas aprendizagens dos estudantes que participaram das aulas com o método PBL em função de melhores notas. Sabemos que o sucesso acadêmico vai muito além de resultados quantitativos obtidos nesse estudo, entretanto, esses resultados são animadores para dar continuidade a novos



estudos. Com a PBL, os estudantes não só compreendem o conteúdo mais profundamente, mas também aprendem a assumir responsabilidades, a construir confiança, a resolver problemas, a trabalhar em colaboração, a comunicar ideias, a serem inovadores e criativos (SAVIN-BADEN; HOWELL-MAJOR, 2004).

4.2 Depoimentos dos estudantes da turma A sobre a experiência com PBL

As equipes da Turma A foram nomeadas E1, E2, E3, E4, E5 e E6. A maioria das equipes de estudantes avaliaram de forma positiva a proposta da PBL. Em destaque algumas verbalizações dos estudantes das equipes E2, E3, E4 e E6.

Os estudantes da equipe E2 destacaram que "essa estratégia tornou os encontros ativos, o trabalho de um colega complementava o trabalho do outro, com exceção de um colega que era muito devagar". Salientaram ainda que "aprendemos a pesquisar em fontes confiáveis e a apresentar os trabalhos com menos nervosismo".

Os estudantes da equipe E3 destacaram que "a aprendizagem foi construída pela colaboração de todos, com muitas discussões, ajuda de colegas e organização da equipe. A equipe foi avançando nos registros e na comunicação durante o processo".

Os estudantes da equipe E4 salientaram que "a gente se envolveu bastante nas atividades, assim a aula não era monótona, não dava sono", e que "a gente também estuda na própria sala de aula, e cobrava as tarefas dos colegas e também auxiliava alguns colegas".

Os estudantes da equipe E6 descreveram que esse método "...favoreceu a habilidade de conhecer diversas fontes de informações sobre os conceitos necessários, e durante discussões na equipe compreendemos melhor esses conceitos para aplicá-los na situação problema". Salientaram ainda que "2 colegas dificilmente se envolviam nas atividades, mas os demais se comprometiam com a equipe, o que permitiu uma boa interação para o desenvolvimento de habilidades profissionais e o entendimento de conceitos".

Os estudantes das equipes E1 e E5 destacaram que "...tivemos muitas dificuldades nesse processo ...", "... as principais dificuldades foram a falta de iniciativa e de um "cabeça" para pilotar as atividades (líder), dificuldades em planejar o trabalho, tomar decisões, pois, um esperava pelo outro".

Os estudantes da equipe E5 destacaram ainda que "o contato com outras equipes foi muito importante para nós, nos deu mais disposição, iniciativa", e comentavam entre si que "... se as outras equipes estavam conseguindo nós também vamos conseguir..." e assim "...o processo foi acontecendo na equipe com mais orientações do professor...".

Diante desse contexto é possível afirmar que o método da aprendizagem baseada em problemas foi bem aceito pela maioria dos estudantes da turma A, e que a PBL favoreceu o desenvolvimento de habilidades para: trabalhar em equipes, pesquisar, problematizar, planejar, decidir, registrar dados, sistematizar informações, analisar, sintetizar, construir argumentos e para o desenvolvimento da comunicação oral e escrita.

4.3 Estudantes comparando a PBL com o método tradicional de ensino-aprendizagem

Foi solicitado aos estudantes que avaliassem as principais características dos dois diferentes métodos (Modelo Tradicional de ensino e das aulas que utilizavam o método PBL) e de seu potencial para promover a aprendizagem e o desenvolvimento de habilidades e atitudes. A tabulação das verbalizações dos estudantes da turma A encontra-se no Quadro 1 abaixo.

Das verbalizações apresentadas no Quadro 1, pode-se observar que os estudantes apresentaram opiniões bastante coerentes com as características de cada um dos métodos de ensino. Estes resultados apontam que os estudantes compreendem as desvantagens do ensino no modelo tradicional e as vantagens de se aprender em um ambiente concebido à luz da PBL, onde têm de assumir responsabilidades, a construir confiança, a resolver problemas, a trabalhar em colaboração, a comunicar ideias, a serem inovadores e criativos, e a trabalhar em equipes.

Quadro 1 - Verbalizações de estudantes sobre as características de aulas no modelo tradicional e de aulas com o método PBL.

Aulas no Modelo Tradicional	Aulas com o método PBL	
Predomínio da fala de professores (15)	Atividade é motivadora, está relacionada com uma situação real (24)	Busca de informações (24)
O trabalho do estudante é individual (11)	Trabalho relacionado com o futuro exercício profissional (17)	Tomada de decisões (20)
O estudo é com um livro ou apostila (13)	Necessidade de se adaptar ao trabalho em grupo e de administrar o tempo (12)	Seleção e esboço de fontes de informação confiáveis (24)
A atividade nas aulas é ouvir, copiar, olhar slides (15)	Necessidade de se adaptar ao trabalho em grupo e de administrar o tempo (12)	Planejamento da investigação, dos estudos de cada componente do grupo (24)
Muitas vezes não se sabe porque estamos estudando aquele conteúdo (18)	O professor não dá aula, ele orienta o trabalho (14)	Responsabilidade pelos resultados (13)
Ocorre repetição do conteúdo do livro sem discussão e sem aplicação (22)	Trabalhar com os diferentes componentes da equipe, foi difícil (7)	Busca constante de informações, orientações, coleta, seleção e sistematização do conhecimento (24)
As provas são para classificar, dar nota. (24)	Trabalho em equipe foi realizado com um cronograma de atividades (8)	Presença de seminários com avaliação dos colegas e do professor (18)
Aula monótona. É só estudar o que eles passam (14)	Elaboração de questões e explicação das perguntas que a situação-problema necessitava (14)	Interpretar dados, fazer conclusões (5)
Professor fala, aluno anota, estuda e pronto (12)	Levantamento de hipóteses e de possíveis explicações sobre o problema (10)	

Fonte: As autoras

Observação: o número entre parênteses corresponde ao número de estudantes que efetuaram tal verbalização.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Sabe-se que o desenvolvimento de aprendizagens ocorre também a longo prazo, especialmente por meio da capacidade do estudante em mobilizar conhecimentos e aplicá-los em novas situações do cotidiano. Entretanto, os resultados obtidos sinalizam que é de fundamental importância alertar para a necessidade de aprendizagens de outras competências, tais como, o raciocínio científico, a autorregulação e a autonomia no processo de aprendizagem (Vasconcelos, 2012).

Essas características estão descritas nas verbalizações dos estudantes no Quadro 1, quando os mesmos descrevem as características das aulas com o método PBL. Pelo exposto, este estudo apresenta várias evidências de que a adoção de novas estratégias metodológicas na educação oferece aos estudantes de Engenharia melhores condições para o desenvolvimento de habilidades e competências estruturadoras para que os mesmos atuem de forma adequada em seu campo de atuação profissional. Assim, este estudo é mais um exemplo de metodologia que evidencia que a aprendizagem baseada em problemas (PBL), apresenta potencial para aumentar competências de resolução de problemas, a aprendizagem independente e a capacidade de desenvolver trabalho em equipe (PRINCE et al., 2005).

Além desses aspectos, no Quadro 1, estão presentes verbalizações relacionadas com as características de levantar questões, ser um método motivador, dentre outras. Esses depoimentos evidenciam que a PBL favorece o desenvolvimento de habilidades de questionar e que a tomada de decisão e a investigação estão presentes no processo de suas aprendizagens. A PBL apresenta para os estudantes a oportunidade de lidar com processos que tendem a desenvolver a autonomia, tomada de decisão, e o trabalho em equipe. Em um ambiente de aprendizagem concebido à luz da PBL, os estudantes são os agentes de suas aprendizagens, autores da construção de conhecimento por meio de várias ações coletivas e investigativas. Sadeh e Zion (2009), destacam que a PBL envolve processos que promovem o desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo sobre o processo, envolvendo também aspectos emocionais, como a curiosidade.

A experiência de Aprendizagem baseada em Problemas realizada na disciplina de Química Básica e Experimental elaborada para este estudo se mostrou uma estratégia com grande potencial no contexto da educação em Engenharia. A experiência descrita e analisada foi desenvolvida em apenas uma disciplina, mas, como em outros estudos, indicou que a PBL é um método de aprendizagem ativa que é propício para a ocorrência de uma aprendizagem significativa. Este estudo não é uma análise completa do fenômeno analisado, mas apresenta grande potencial para promover a ocorrência de aprendizagens significativas na educação em Engenharia.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Caxias do Sul pelo espaço de estudo e discussão sobre as questões relacionadas à Aprendizagem Ativa na Educação em Engenharia.

REFERÊNCIAS

ALBANESE, M. A.; MITCHELL, S. Problem-based learning: A review of literature on its outcomes and implementation issues. **Academic Medicine**, v.68, n.1, p. 52–81, 1993.
BARROWS, H. S.; TAMBLYN, R. M. **Problem-based learning: An approach to medical education**. Heidelberg: Springer, 1980.



- BOUD, D.; FELETTI, G. I. Changing problem-based learning: Introduction to the second edition. Em D. BOUD; G. I. FELETTI (Org.), **The challenge of problem-based learning**. Milton Park: Routledge, 1987, p. 1–14.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.
- BOOTH, I. A. S.; SAUER, L. Z.; VILLAS-BOAS, V. Aprendizagem baseada em problemas: um método de aprendizagem ativa. In: Valquíria Villas-Boas; José Arthur Martins; Odilon Giovannini; Laurete Zanol Sauer, Ivete Ana Schmitz Booth. (Org.). **Aprendizagem baseada em problemas: estudantes de ensino médio atuando em contextos de ciência e tecnologia**. 1ed. Brasília: ABENGE, 2016, v.1, p. 35-63.
- BRASIL. **Diretrizes curriculares para os cursos de engenharia. Anteprojeto de Resolução**. Brasília, DF, 5 de maio 1999.
- DE GRAAFF, E.; KOLMOS, A. (Org.). **Management of Change: Implementation of Problem-Based and Project-Based Learning in Engineering**. Rotterdam: Sense Publishers, 2007.
- INOVA Engenharia: **Propostas para a modernização da educação em engenharia no Brasil**. Brasília: IEL.NC/SENAI.DN, 103 p.; ISBN 85-87257-21-8, 2006.
- PRINCE, K. J. A. H.; VAN EIJS, P. W. L. J.; BOSHUIZEN, H. P. A.; VAN DER VLEUTEN, C. P. M.; SCHERPBIER, A. J. J. A. General competencies of problem-based learning (PBL) and non-PBL graduates. **Medical education**, v.39, n.4, 394-401, 2005.
- SADEH, I.; ZION, M. The development of dynamic inquiry performances within an open inquiry setting: A comparison to guided inquiry setting. **Journal of Research in Science Teaching**, v.46, n.10, p. 1137-1160, 2009.
- SAVIN-BADEN, M.; HOWELL-MAJOR, C. **Foundations of Problem-based Learning**. McGraw-Hill Education, New York, 2004.
- UNESCO. **La Educación Superior en el Siglo XXI: Visión y acción**, Documento de Trabajo, Paris, outubro 1998.
- VASCONCELOS, C. Teaching environmental education through PBL: Evaluation of a teaching intervention program. **Research in Science Education**, v.42, n.2, p. 219-232, 2012.
- VILLAS-BOAS, V.; MARTINS, J. A.; GIOVANNINI, O.; SAUER, L. Z.; BOOTH, I. A. S. (Org.). **Aprendizagem baseada em problemas: estudantes de ensino médio atuando em contextos de ciência e tecnologia**. 1ed. Brasília: ABENGE, 2016.

AN APPLICATION OF PROBLEM-BASED LEARNING TO THE TEACHING OF CHEMICAL REACTIONS

Abstract: *This paper reports a Problem Based Learning (PBL) experience, held in the Basic Chemistry and Experimental course of the Engineering programs at the University of Caxias do Sul, involving problems related to chemical reactions that occur in daily life. The experiment was structured according to the "Seven Steps of PBL Implementation". The data were collected using two instruments, a pre-test and a post-test on topics of interest with the objective of evaluating students' learning through the PBL method, and an instrument that consisted of an open question in which students were asked to describe the main characteristics of their classes with the Traditional Teaching Model and the characteristics of the classes that used the PBL method. The results of the pre and post-test show the contribution of PBL to the occurrence of a conceptual evolution on chemical reactions. As*



for the verbalizations about the characteristics of the Traditional Teaching Model and the PBL, the results show that students understand the disadvantages of teaching in the traditional model and the advantages of learning in an environment conceived through the foundations of PBL. The statements show that PBL favors the development of complex skills such as questioning and teamwork, and that decision-making and research are present in the process of learning with PBL. Through these results, it is evident the improvement in the conceptual, procedural and attitudinal learning of the students who participated in the classes with the PBL method in function of better grades and in the development of more complex skills. We know that adequate professional performance goes far beyond quantitative results and student perceptions. However, these results are encouraging to continue new studies. The experience described and analyzed was developed in only one course, but, as in other studies, indicated that PBL is an active learning method that is conducive to the occurrence of a meaningful learning in Engineering Education.

Keywords: *Problem-Based Learning, Active Learning, Engineering Education, Chemical Reactions.*