UMA REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS APLICADA AO ENSINO DE QUÍMICA

Apresentação: Comunicação Oral

Ivoneide Mendes da Silva¹; Walquíria Castelo Branco Lins²; Marcelo Brito Carneiro Leão³

Resumo

Revisão sistemática é o processo de coletar, conhecer, compreender, analisar, sintetizar e avaliar um conjunto de artigos científicos com o propósito de criar um embasamento teórico-científico (estado da arte) sobre um determinado tópico ou assunto pesquisado. Para isso é necessário adotar um procedimento, um conjunto de passos, técnicas e ferramentas específicas. A definição para RS adotada neste trabalho é uma adaptação da proposta de Levy e Ellis (2006). **Objetivo:** fazer uma revisão sistemática para identificar e analisar estudos que tratam da aplicação da aprendizagem baseada em problemas no ensino de Química. **Método:** foi feita uma busca de artigos nas bases de dados Web of Science, Scielo e Eric Base, com as palavras-chave *problem based learning* e *chemistry teaching*. A busca incluiu artigos em português, inglês e espanhol publicados no período de 2005 a 2015. Foram incluídas revisões sistemáticas, metanálises e pesquisas do tipo intervenção que abordassem a aplicação da aprendizagem baseada em problemas no ensino de Química. **Resultados:** foram selecionados 12 artigos que contemplaram os critérios de inclusão, sendo que cada um desses estudaram isoladamente a implementação da aprendizagem baseada em problemas em sala de aula, utilizando conceitos químicos. Os resultados apontaram positivamente quanto ao uso da metodologia, relatando que houve aprimoramentos nas competências do tipo planejamento e organização, na busca por informação, integração de conceitos por parte das disciplinas, motivação em aprender química, pensamento crítico e criatividade em resolver problemas, bem como maior aprendizagem dos conceitos, entre outras. **Conclusões:** Recomenda-se a continuidade da pesquisa em outros bancos de dados para ampliação dos trabalhos a ser submetidos à análise, no intuito de trazer uma maior colaboração para outras pesquisas que retratam o mesmo tema, na perspectiva de encontrar trabalhos que relatem também os resultados negativos da implementação da aprendizagem baseada em problemas no ensino de Química.

Palavras-Chave: Revisão Sistemática, Ensino de Química, Aprendizagem Baseada em Problemas.

Introdução

Seja pelo reconhecimento da necessidade de formar cidadãos que se integrem no contexto social em que vão desempenhar a sua atividade, seja pelo reconhecimento da necessidade de melhorar os processos de ensino e de aprendizagem, uma ideia que parece consensual é a exigência de dotar os alunos do ensino superior com um conjunto de

¹Aluna do doutorado em ensino das Ciências, Universidade Federal rural de Pernambuco, ivon.quimica@gmail.com

²Doutora em Educação, Centro de Estudos e Sistemas Avançados do Recife, wcblins@gmail.com

³Doutor em Química Computacional, Universidade Federal rural de Pernambuco, mbcleao@terra.com.br

ferramentas cognitivas que os capacitem para tirar vantagens dos diversos modos de comunicação que se fizeram possíveis pela evolução das tecnologias e, conseqüentemente, para participar em comunidades globais de aprendizagem (BUENO; SOUZA; BELLO, 2008).

Até recentemente, o currículo das licenciaturas em Química de várias universidades brasileiras podia ser descrito como um recorte do currículo dos cursos de bacharelado acrescido de alguns conhecimentos pedagógicos. A superação desse modelo na formação de futuros educadores exige um posicionamento teórico-metodológico que embase ações que vão além de discussões acerca das cargas horárias, da inserção de novos conteúdos e sim de possibilitar uma perspectiva crítica de currículo que deve possibilitar a formação de licenciados preparados para trabalhar de forma mais autônoma, reflexiva e colaborativa (ROSSO et al., 2011).

A partir de desafios como os citados acima, e de uma busca para a melhor capacitação profissional, está sendo utilizado na área da Química um método educacional de ensino chamado *Problem Based Learning* (PBL), ou Aprendizagem Baseada em Problemas. Esse método ganhou aceitação e está se tornando cada vez mais eficaz, dentro de uma variedade de disciplinas no ensino superior (YATES; GERDES, 1996). O PBL satisfaz três critérios importantes que promovem a aprendizagem ideal: primeiro, fornece um ambiente onde o aluno está imerso em uma atividade prática; segundo, o mesmo pode receber orientações e apoio tanto dos outros alunos como de um tutor responsável pela atividade, tornando a atividade multidirecional, ou seja, inclui professor, tutor e aluno; e por fim, o aprendizado é baseado na resolução de um problema real, com base na colaboração e integração de um pequeno grupo. Sendo assim, o PBL depende da habilidade dos alunos para trabalharem em conjunto, identificando e analisando os problemas para que possam alcançar as soluções (PETERSON, 1997). No geral, o PBL faz uso dos problemas identificados para iniciar, motivar e focar a aquisição de conhecimentos, além de estimular o desenvolvimento de habilidades e atitudes no âmbito profissional.

Com o objetivo de fornecer uma ampla visão dos estudos nos quais foram registradas as práticas de PBL no ensino de Química, e também pesquisar por estudos que tragam relatos sobre possibilidades de PBL, desafios, práticas, características e benefícios, é apropriado realizar uma Revisão Sistemática. A Revisão Sistemática que tem como objetivo investigar as possibilidades, desafios, práticas, características e benefícios do PBL na área, como também identificar a quantidade, tipo de pesquisa e resultados disponíveis, além de verificar a evolução dos estudos na área de pesquisa escolhida (PETERSEN; FELDT, et al., 2007). Diante deste contexto, este trabalho tem como objetivo construir um estudo de Revisão

Sistemática para identificar o estado da arte da utilização do método PBL no processo de ensino e aprendizagem em cursos da área de Química.

Fundamentação Teórica

Aprendizagem Baseada em Problemas - PBL

A PBL originou-se, como proposta metodológica, em 1969, na McMaster University, Canadá, para o estudo de medicina, mas é possível encontrar exemplos de implementação da PBL em todo o sistema educacional: tanto em universidades (WILKERSON; GIJSELAERS, 1996) quanto em escolas de ensino fundamental e médio. Nesta perspectiva, muitas atividades educacionais poderiam ser consideradas PBL, tais como projetos e pesquisas, porém para Woods (2000) da McMaster University, no ambiente de aprendizagem PBL a aprendizagem deve ser direcionada por um problema. Ou seja, um problema de fim aberto, que não comporta uma solução correta única, deve preceder à teoria, atuando como o foco da aprendizagem, e promover a integração dos conceitos e habilidades necessários para sua solução (BARROWS, 2001). Esta é a principal característica que distingue a PBL de outros processos de ensino-aprendizagem.

As diferentes implementações da PBL têm em comum um processo que pode ser resumido no seguinte conjunto de atividades (DUCH, 2000; BARROWS, 2001): (1) apresenta-se um problema aos alunos que, em grupos organizam suas ideias, tentam defini-lo e solucioná-lo com o conhecimento que já possuem; (2) por meio de discussão, os alunos levantam e anotam questões de aprendizagem (*learning issues*) acerca dos aspectos do problema que não compreendem; (3) os alunos priorizam as questões de aprendizagem levantadas e planejam quando, como, onde e por quem estas questões serão investigadas para serem posteriormente partilhadas com o grupo; (4) quando os alunos se reencontram, exploram as questões de aprendizagem anteriores, integrando seus novos conhecimentos ao contexto do problema; (5) depois de terminado o trabalho com o problema, os alunos avaliam o processo, a si mesmos e seus pares de modo a desenvolverem habilidades de autoavaliação e avaliação construtiva de colegas, imprescindíveis para uma aprendizagem autônoma eficaz.

Quanto à formação de docentes para a educação básica, é possível imaginar que a experiência com uma metodologia como a PBL poderia ajudar a sensibilizar os alunos

para a existência de alternativas pedagógicas às aulas que provavelmente tiveram pautadas em um modelo de transmissão de conhecimentos, centrado no professor. Além disso, o fato da PBL contemplar mecanismos de auto avaliação, avaliação de pares e do processo educacional também pode ajudar a promover nos alunos uma atitude reflexiva acerca do aprender e do ensinar, e poderá ser-lhes útil, no que tange ao desenvolvimento dos conhecimentos necessários a uma atividade docente eficaz (Ibidem).

Diante deste contexto, este trabalho se justifica pela necessidade de realizar uma Revisão Sistemática e tornar a prática e aplicação da PBL mais conhecida e efetiva no ensino de Química.

Revisão Bibliográfica Sistemática

Para Brereton et al. (2006) uma revisão sistemática permite ao pesquisador uma avaliação rigorosa e confiável das pesquisas realizadas dentro de um tema específico. A Revisão Sistemática (RS) é um instrumento para mapear trabalhos publicados no tema de pesquisa específico para que o pesquisador seja capaz de elaborar uma síntese do conhecimento existente sobre o assunto (BIOLCHINI et al., 2007). Busca-se alcançar maior qualidade nas buscas e resultados da revisão bibliográfica, ou seja, compreender o “estado da arte” do assunto pesquisado.

Para isso é necessário adotar um procedimento, um conjunto de passos, técnicas e ferramentas específicas. A definição para RS adotada neste trabalho é uma adaptação da proposta de Levy e Ellis (2006).

Revisão bibliográfica sistemática é o processo de coletar, conhecer, compreender, analisar, sintetizar e avaliar um conjunto de artigos científicos com o propósito de criar um embasamento teórico-científico (estado da arte) sobre um determinado tópico ou assunto pesquisado. Os estudos individuais que constituem as “entradas” para uma revisão sistemática são intitulados “estudos primários”, e a revisão sistemática constitui uma forma de “estudo secundário”, afirma Kitchenham (2004). Segundo o autor, existem razões específicas que contribuem para a realização de uma RS, tais como: Consolidar evidências e resultados obtidos em estudos anteriores sobre o tema de interesse; Identificar lacunas na teoria e pesquisas recentes como embasamento para o aprimoramento das pesquisas; Fornecer embasamento e modelos teóricos para posicionar apropriadamente novos temas e oportunidades de pesquisa, ou mesmo, refutar ou validar hipóteses, ou criar novas hipóteses sobre um determinado tema de pesquisa.

O resultado de uma RS deve constituir o “estado da arte” e demonstrar que a pesquisa em questão contribui com algo novo para o corpo de conhecimento existente (LEVY; ELLIS, 2006). O termo “Corpo de Conhecimentos” ou “Body of Knowledge” refere-se ao conhecimento acumulado que foi constituído a partir dos resultados de outras pesquisas (IIVARI; HIRSCHHEIM; KLEIN, 2004). Para Levy e Ellis (2006), conhecer o atual estágio do corpo de conhecimentos sobre o assunto que se pretende estudar é o primeiro passo em um projeto de pesquisa. Assim, uma revisão bibliográfica sistemática é útil para (LEVY; ELLIS, 2006): Ajudar o pesquisador no dimensionamento e compreensão do corpo de conhecimento referente a um determinado assunto, incluindo identificar pesquisas que já foram realizadas, o que falta pesquisar, quais são as lacunas; Prover um embasamento teórico sólido para o estudo proposto, como complemento ao item anterior; Prover evidência e o devido embasamento para o problema de pesquisa que guiará a investigação; Apresentar as devidas justificativas para a condução o estudo, e qual a contribuição original para o corpo de conhecimento e/ou teoria; Contribuir para melhor definir e estruturar o método de pesquisa, objetivos e questões para o estudo proposto.

Levy e Ellis (2006) descrevem uma revisão sistemática por meio de um processo. Os autores adotam a definição de processo como “seqüência de passos e atividades” (SETHI; KING, 1998 apud LEVY; ELLIS, 2006). Para alcançar esses resultados, Levy e Ellis (2006) definem três fases principais: Entrada; Processamento; e Saída. Na fase “entrada” está às informações preliminares que serão processadas, por exemplo: artigos clássicos na área de estudo, livros-texto que compilam conhecimentos na área, artigos de referência indicados por especialistas. Também inclui o plano de como será conduzida a RS, ou seja, o protocolo da RS. Trata-se de um documento que descreve o processo, técnicas e ferramentas que serão utilizadas durante a fase 2 (processamento), que por fim irá gerar as “saídas”, relatórios, síntese dos resultados, entre outros.

Metodologia

Trata-se de uma revisão sistemática de artigos originais publicados em periódicos indexados nas bases de dados eletrônicas. O presente estudo consistiu em três etapas: busca eletrônica nas bases dedados (etapa 1), seleção e identificação dos artigos elegíveis (etapa 2) e extração dos dados dos estudos incluídos na revisão (etapa 3).

Etapa 1. Entrada - Busca eletrônica nas bases de dados

Os descritores utilizados para a busca de artigos foram *problem based learning* e *chemistry teaching* e os seus respectivos homólogos na língua portuguesa e espanhola.

. As bases de dados consultadas foram *Web of Science*, *Scielo* e *Eric base*. O período da pesquisa incluiu estudos publicados em 2005 até 2015 nas línguas portuguesa, inglesa e espanhola. A revisão foi realizada durante o período de maio a agosto de 2015.

Nessa etapa, 168 artigos foram identificados na base de dados *Web of Science*, 139 na *Scielo*, e 119 na *Eric base*.

Etapa 2: Processamento - Seleção e identificação dos artigos elegíveis

Para a identificação dos artigos elegíveis para inclusão na revisão, foi realizada uma triagem inicialmente pelo título e, em seguida, pelo resumo. Nessa etapa, 20 artigos foram considerados elegíveis para a inclusão no estudo. Após a seleção, todos os artigos foram lidos na íntegra e as referências bibliográficas dos artigos incluídos na revisão foram avaliadas, com o objetivo de verificar a existência de artigos elegíveis não identificados nas buscas nas bases de dados. Após essa etapa, 12 artigos foram considerados elegíveis para a inclusão no estudo. (Figura 1).

Figura 1: Fluxograma da seleção dos estudos incluídos na revisão. Fonte: Própria

Etapa 3: Saída - Extração dos dados

Em posse dos artigos foi feita a extração dos seguintes dados: (a) referência da publicação, (b) tamanho da amostra, (c) Seleção da modalidade ensino (d) Identificação da metodologia e do instrumento de pesquisa utilizado (e) resultados. A extração das informações dos estudos foi feita elaborando-se três tabelas, de acordo com os dados dispostos nos artigos.

Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta as características da amostra, os procedimentos metodológicos e os principais resultados dos estudos investigados. A amostra variou de 45 a 109 estudantes, com um trabalho não identificando/quantificando os seus sujeitos de pesquisa. Todos os estudos estão incluídos na modalidade de ensino superior.

Com relação aos instrumentos utilizados foram citados entrevista, apresentação oral e prova escrita, trabalho experimental como produto das discussões e elaboração de relatórios. As intervenções em sala de aula com diferentes conteúdos de Química foram descritas como caminho metodológico, sendo que uma se destaca das demais pela utilização de um grupo controle no processo investigativo.

Os principais resultados apontam positivamente para a implementação da metodologia PBL no ensino de Química e isso pode ser verificado quando os estudos relatam nas suas considerações que houve um aprimoramento nas competências do tipo planejamento e organização, na busca de informação para a pesquisa, no trabalho cooperativo e na capacidade de estabelecer relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade e Ambiente (CTSA), bem como descrevem o incentivo na motivação intrínseca do estudante, na tomada de decisão, na criticidade e criatividade, assim como, maior aprendizagem dos conceitos. Relatam também o desenvolvimento de habilidades e competências para o mundo laboral e desenvolvimento de competências argumentativas.

Tabela 1: Características da amostra, procedimentos metodológicos e principais resultados.
Fonte: própria

Autores	Amostra	Modalidade de ensino	Método/ instrumento	Conteúdos trabalhados	Resultados
Llorens-Molina 2010	76 alunos	Ensino superior	Intervenções em 3 momentos diferentes com 3 grupos de alunos Entrevistas	Fundamentos da Química Orgânica	Competências como planejamento e organização, pesquisa, cooperação. Relações CTSA
Bueno 2009	109 alunos	Ensino Superior	Intervenção com 2 grupos de alunos Grupo controle Apresentação oral e prova escrita	Tabela Periódica e Configuração eletrônica	Motivação intrínseca, tomada de decisão, criticidade e criatividade e maior aprendizagem dos conceitos
Lorenzo et. al 2011	Não informada	Ensino Superior	Intervenção 4 fases Apresentação oral, trabalho escrito, trabalho experimental	Química analítica	Desenvolvimento de habilidades, capacidades e competências para o mundo laboral
Guerrero; Campillo 2013	45 alunos	Ensino Superior	Aplicação de diagrama heurístico e argumentação de Toulmin	Minerais	Desenvolvimento de competências argumentativas

Na Tabela 2 a amostra variou de 8 a 78 estudantes, com um trabalho não identificando/quantificando os seus sujeitos de pesquisa. A maioria dos trabalhos estão incluídos no ensino superior, aparecendo um no nível profissionalizante (Médio).

Com relação aos instrumentos utilizados foram citados, trabalho experimental como produto das discussões, observações de campo, auto-avaliação e avaliação por pares, relatórios e elaboração de projetos. As intervenções em sala de aula com diferentes conteúdos de Química foram descritas como caminho metodológico, identificando que uma se destaca das demais pela utilização de um grupo controle no processo investigativo. Os principais resultados apontam positivamente para a implementação da metodologia PBL no ensino de Química e isso pode ser verificado quando os estudos relatam nas suas considerações que houve um alto nível de motivação; Desenvolvimento de competências e habilidades Melhor programação, execução e apresentação dos projetos; Construção, apreensão e integração de conhecimentos de diferentes campos disciplinares. Autonomia e relatando que os grupos com PBL obtiveram melhor desempenho conceitual.

Tabela 2: Características da amostra, procedimentos metodológicos e principais resultados.

Fonte: Própria

Autores	Amostra	Modalidade de ensino	Método/ Instrumento	Conteúdos trabalhados	Resultados
Navarrete et. al 2014	8 alunos	Ensino superior	Atividades Experimentais Entrega do projeto elaborado 10 sessões	Construção de uma unidade de Destilação	Alto nível de motivação; Desenvolvimento de competências e habilidades
Michel et. al 2010	Não indicada	Ensino superior	Construção de um projeto industrial como TCC	Físico-química, cinética química, fenômenos de transporte	Melhor programação, execução e apresentação dos projetos
Lopes et al. 2011	16 alunos	Formação profissional (Técnico) nível médio	Intervenções Relatórios, observações, auto-avaliação	Toxicologia Pesticidas	Construção, apreensão e integração de conhecimentos de diferentes campos disciplinares. Autonomia
Bilgin et. al 2009	78 alunos	Ensino superior	Intervenção com grupo controle	Gases	Grupo com PBL Melhor desempenho conceitual

Com relação à Tabela 3 a amostra variou de 49 a 78 estudantes, com um trabalho não identificando/quantificando os seus sujeitos de pesquisa. A maioria, dos trabalhos está incluída no ensino superior, aparecendo um do 9º ano que corresponde ao ensino fundamental II.

Com relação aos instrumentos utilizados foram citados prova escrita, questionário e elaboração de relatórios. As intervenções em sala de aula com diferentes conteúdos de Química foram descritas como caminho metodológico, sendo que uma se destaca das demais pela utilização de um grupo controle no processo investigativo, enquanto três utilizam o pré-teste e o pós-teste como forma de avaliação.

Os principais resultados apontam positivamente para a implementação da metodologia PBL no ensino de Química e isso pode ser verificado quando os estudos relatam nas suas considerações que houve Integração de conceitos; autonomia; melhor desempenho; trabalho colaborativo; pensamento crítico; desenvolvimento metacognitivo; motivação maior em aprender química; correção na formação de concepções alternativas; desenvolvimento de

habilidades sociais. Ressaltando que no trabalho de Temel (2014) os resultados apontam que não houve diferença entre os grupos quanto ao pensamento crítico e sim na habilidade de resolver problemas.

Tabela 3: Características da amostra, procedimentos metodológicos e principais resultados. Fonte: Própria

Autores	Amostra	Modalidade de ensino	Método/ Instrumento	Conteúdos trabalhados	Resultados
Fatokun; Fatokun 2013	Não indicada	Ensino Superior	Intervenção utilizando 03 problemas Resolução dos problemas de forma escrita e prova	Leitura gráfica resultantes de experimentos de química; Cálculos aplicados em Química	Integração de conceitos; autonomia; melhor desempenho; trabalho colaborativo; pensamento crítico.
Tosun; Senocak 2013	70 alunos	Ensino superior	Intervenção Pré-teste e Pós-teste	Química Geral I e II	Desenvolvimento metacognitivo Motivação maior em aprender química.
Tarhan et. al 2007	78 alunos	9º ano	Intervenção Pós-teste Questionário	Forças intermoleculares	Melhora no desempenho; Corrigiu formação de concepções alternativas; desenvolvimento de habilidades sociais
Temel 2014	49 alunos	Ensino superior	Intervenção com grupo de controle Pós e pré-teste	Ácido-base	Não mostrou diferença entre os grupos quanto ao pensamento crítico e sim na habilidade de resolver problemas

Conclusões

O objetivo desse artigo foi proporcionar uma Identificação e análise de estudos que tratam da aplicação da aprendizagem baseada em problemas no ensino de Química. Do ponto de vista teórico, existem diversas razões e contribuições para utilizar revisão bibliográfica sistemática em um trabalho científico de pesquisa. Em especial, quando há a necessidade de trabalhar uma grande quantidade de dados e busca-se compreender o estado da arte sobre um determinado assunto, permitindo uma maior confiabilidade nos resultados da revisão.

Dessa forma, os resultados discutidos provenientes dos artigos selecionados demonstraram que a metodologia aprendizagem baseada em problemas se comportou de maneira satisfatória quanto à abordagem de conceitos químicos em sala de aula, proporcionando e incentivando o trabalho colaborativo, o desenvolvimento do pensamento crítico por parte dos estudantes e de competências como planejamento e organização na elaboração de experimentos e na estruturação e efetivação de projetos, entre outras habilidades necessárias para a educação do século XXI.

Diante dos achados dessa revisão sistemática, recomenda-se a continuidade da pesquisa em outros bancos de dados para ampliação dos trabalhos a ser submetidos à análise, no intuito de trazer uma maior colaboração para outras pesquisas que retratam o mesmo tema, na perspectiva de encontrar trabalhos que relatem também os resultados negativos da implementação da aprendizagem baseada em problemas no ensino de Química.

Referências

- BARROWS, H. S. **Problem-based Learning (PBL)**. Disponível em: <<http://www.pbli.org/pbl>>. 2001. Acesso em: 03 jun. 2015.
- BIOLCHINI, J.C.A., et al. Scientific research ontology to support systematic review in software engineering. **Advanced Engineering Informatics**, v.21, n.2, p.133-151, 2007.
- BUENO, B. O. ; SOUZA, D. T.; BELLO, I. M. **Novas tecnologias e letramento**: a leitura e a escrita de professoras. *Revista Portuguesa de Pedagogia*, Ano 421, 45-64, 2008.
- BRERETON, P. et al. **Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain**, 2006.
- DUCH, B. **What is problem-based learning?** Disponível em: <<http://www.udel.edu/pbl/cte/jan95-what.html>>. 2000. Acesso em: 26 abr. 2015.
- FATOKUN, J. O.; FATOKUN, K. V. F. A problem based learning (PBL) application for the teaching of Mathematics and Chemistry in higher schools and tertiary education: An integrative approach. **Educational Research and Reviews**. Vol. 8(11), pp. 663-667, 10 June, 2013.
- IIVARI, J.; HIRSCHHEIM, R; KLEIN, H. K. Towards a distinctive body of knowledge for information systems experts: coding ISD process knowledge in two is journals. **Information Systems Journal**, v.14, n.4, p.313-342, 2004.
- KITCHENHAM, B. Procedures for performing systematic reviews, Joint Technical Report Software Engineering Group, Department of Computer Science, Keele University, United King and Empirical Software Engineering, **National ICT Australia Ltd.**, Australia, 2004.

LEVY, Y.; ELLIS, T. J. A system approach to conduct an effective literature review in support of information systems research. **Informing Science Journal**, v.9, p.181-212, 2006.

LOPES, Renato Matos. Aprendizagem baseada em problemas: uma experiência no ensino de química toxicológica. **Quim. Nova**, Vol. 34, No. 7, 1275-1280, 2011.

LLORENS-MOLINA; JUAN-ANTONIO. El aprendizaje basado en problemas como estrategia para el cambio metodológico en los trabajos de laboratorio. **Química Nova**, vol. 33, no. 4, 994-999, 2010.

LORENZO, Rosa A.; FERNÁNDEZ, Purificación.; CARRO, Antonia M. Experiencia en la Aplicación del Aprendizaje Basado en Problemas en la Asignatura Proyecto de Licenciatura en Química. **Formación Universitaria** Vol. 4(2), 37-44 (2011).

NAVARRETE, Benito et. al.; Experiencias de Aprendizaje en Ingeniería Química: Diseño, montaje y Puesta en Marcha de una Unidad de Destilación a Escala Laboratorio Mediante el Aprendizaje Basado en Problemas. **Rev. Formación Universitaria** Vol. 7(1), 13-22 (2014).

PETERSEN, K. et al. **Systematic Mapping Studies in Software Engineering**, 2007.

PETERSON, M. **Skills to Enhance Problem Based Learning**, 1997.

ROSSO, A. J. ; TOZETTO, A. S.; BRANDT, C.F.; FREIRE, L.I.F.; CERRI, L.F.; LAROCCA, P. e CAMPOS, S. X. **Letramento docente: leitura e escrita do mundo e da escola**. Interacções. n. 17, p. 114-134, 2011.

TARHAN, Leman et. al.; Problem-Based Learning in 9th Grade Chemistry Class: 'Intermolecular Forces'. **Res Sci Educ** (2008) 38:285–300.

TEMEL, Senar. The effects of problem-based learning on pre-service teachers' critical thinking dispositions and perceptions of problem-solving ability. **South African Journal of Education**; 2014; 34(1).

TOSUN, Cemal; SENOC AK, Erdal. The Effects of Problem-Based Learning on Metacognitive Awareness and Attitudes toward Chemistry of Prospective Teachers with Different Academic Backgrounds. **Australian Journal of Teacher Education**: Vol. 38: Iss. 3, Article 4.

WILKERSON, L.; GIJSELAERS, W. H. **Bringing Problem based Learning to higher education**. San Francisco: Jossey-Bass Publishers, 1996. p.23-32

WOODS, D. **Problem-based Learning, especially in the context of large classes**. MacMaster University, 2000. Department of Chemical Engineering Web Site. Disponível em: <<http://chemeng.macmaster.ca/pbl/pbl.htm>>. Acesso em: 31 maio. 2014.

YATES, W. R.; GERDES, T. T. **Problem Based Learning in Consultation Psychiatry**, 1996.