

ANÁLISE DA ESTRUTURAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE “BIOGÁS: UMA ENERGIA RENOVÁVEL”

Leandro Cesar Santos da Silva (1); Verônica Tavares Santos Batinga (4)

Universidade Federal Rural de Pernambuco, ufrpe@leandro-silva.com

Resumo: Este trabalho tem como objetivo analisar as atividades que estruturam uma SD a partir do EABRP com a temática Biogás: uma energia renovável, determinando as dimensões pedagógicas e epistêmicas e as características metodológicas principais do EABRP. Os procedimentos metodológicos estão voltados para aulas de Química no Ensino Superior e constam das etapas de elaboração do problema e sequência didática (SD) e da análise da estruturação das atividades da sequência. A pluralidade de recursos e estratégias didáticas utilizadas na SD indicam para investigação autônoma e ativa e o desenvolvimento de competências de comunicação, pensamento crítico e tomada de decisões, características essenciais para o trabalho com o EABRP. As atividades também permitem a construção de sentidos e significados por meio da articulação de conteúdos químicos com o mundo real (dimensão epistêmica) e promovem processos de interação social em sala de aula entre alunos e professores (dimensão pedagógica).

Palavras-chave: Sequência Didática, química, biogás, ensino superior.

INTRODUÇÃO

As novas demandas e tendências educacionais exigem que tanto na Educação Básica quanto na Universidade, o Ensino de Química propicie uma aprendizagem mais dinâmica e contextualizada, que possibilite ao aluno o aprendizado de conteúdos químicos por meio do desenvolvimento de sequências didáticas (FERNANDES E CAMPOS, 2017).

As Sequências Didáticas (SD) são um conjunto de atividades interligadas que buscam possibilitar a aprendizagem do conhecimento científico escolar pelos estudantes. Para a execução dessas atividades alunos realizam ações por meio da utilização de recursos didáticos, com a mediação do professor e a partir das interações com outros estudantes no espaço escolar (MEHÉUT, 2005).

Para Mehéut (2005) as sequências apresentam quatro componentes: professor, alunos, mundo real e conhecimento científico que associados contemplam duas dimensões: a dimensão epistêmica (relação entre o mundo material e o conhecimento científico) e a dimensão pedagógica (o papel do professor e do aluno e as interações entre eles).

As SD podem ser planejadas para abordar temas sociocientíficos e multidisciplinares associados a diferentes conteúdos curriculares na sala de aula. Esses temas incorporam aspectos tecnológicos e científicos e suas implicações ambientais, sociais, políticas e

econômicas (SOUZA e BATINGA, 2013). É por isso que elegemos o “Biogás: uma fonte renovável” como temática da sequência apresentada nesse trabalho.

Atualmente, a maior parte da demanda energética mundial provém de combustíveis fósseis, principalmente petróleo, gás natural e carvão. No entanto, esses combustíveis têm gerado diversos problemas ambientais, sobretudo com as consequências advindas das emissões de gases de efeito estufa (GEE) e do aquecimento global (TOLMASQUIM, GUERREIRO e GORINI 2007). A elevação dos GEE na atmosfera aumenta significativamente a temperatura média do planeta e tem sido considerados responsáveis pela intensificação da ocorrência de queimadas e incêndios florestais, redução das áreas florestadas e contaminação de rios e oceanos, afetando negativamente ecossistemas e provocando doenças e mortes de animais e humanos, seja nos centros urbanos ou no meio rural (SILVA e CAMPOS, 2008). Esses problemas têm gerado o interesse no desenvolvimento de fontes de energias alternativas ou renováveis, como a produção de energia a partir da biomassa, tecnologia que permite menor impacto ambiental e a diversificação da matriz energética mundial

Através de um biodigestor anaeróbio é possível acelerar a decomposição da matéria orgânica de diversas fontes e são amplamente utilizados como forma de tratamento de resíduos orgânicos, industriais e rurais. Dentre os diversos benefícios oferecidos pelo biodigestor destacamos a produção de energia elétrica e térmica a partir do biogás produzido, utilização do gás em fogões domésticos e o aproveitamento de produtos para adubação e cultivo de plantas (SILVA e CAMPOS, 2008). Nesse sentido, o Biogás se constitui como temática de relevância social para ser trabalhada no ensino superior de Ciências e Química.

Uma das formas de contextualizar as aulas de Química no ensino superior é partir da resolução de problemas que contribuam para o desenvolvimento de competências e habilidades no contexto acadêmico, por exemplo, as que se relacionam com busca e análise de informações e dados, argumentação, reflexão e a tomada de decisão frente a um problema real e/ou fictício.

O Ensino e a Aprendizagem baseados na Resolução de Problemas (EABRP) constitui uma abordagem de ensino centrada no aluno e caracterizada pelo uso de problemas como ponto de partida para a aprendizagem de diferentes tipos de conteúdos (LEITE e AFONSO, 2001; BATINGA, 2010). Ao colocar o problema no início do processo de ensino e o aluno como protagonista do cenário de aprendizagem, o EABRP pode contribuir para formar hábitos de

aprendizagem autônoma, de iniciativa e capacidade resolutive, motivando e criando no aluno o senso de responsabilidade pela sua aprendizagem (BATINGA, 2010).

Autoras como Vasconcelos e Almeida (2012) destacam algumas características essenciais do EABRP, de acordo com a finalidade educativa: 1) apresentação de problema fictício ou real; 2) utilização de recursos didáticos que auxiliem o aluno na discussão do problema; 3) promoção do trabalho colaborativo; 4) identificação das necessidades de aprendizagem do aluno e 5) Aplicação do que foi aprendido a partir da resolução do problema original e 6) avaliação do processo de aprendizagem.

O problema é um elemento central no EABRP, o qual pode ser usado para abordar conteúdos científicos escolares, identificar concepções prévias dos alunos e contextualizar o conhecimento a partir de temáticas trabalhadas em diferentes áreas (CAMARGO RIBEIRO, 2008). Nesse contexto, o EABRP propicia aos alunos a identificar, buscar e aprender o conhecimento necessário para a resolução de problemas (VASCONCELOS E ALMEIDA, 2012). Esse trabalho objetiva analisar a estruturação de uma sequência didática sobre a temática “Biogás: uma energia renovável”, voltada para aulas de Química no Ensino Superior.

METODOLOGIA

O presente estudo é de caráter qualitativo (LÜDKE e ANDRÉ, 1986). Os procedimentos metodológicos adotados constam de três etapas: 1) Elaboração do problema (P1), 2) Elaboração da SD e 3) Análise da estruturação das atividades da SD, e são descritos a seguir:

1) Elaboração do Problema (P1).

A seguir (quadro 1) apresentamos o problema P1 que foi elaborado para a sequência didática

Quadro 1 - Problema P1

Sabe-se que o aumento das concentrações de gases como CO_2 , CH_4 e N_2O na atmosfera é um dos fatores responsáveis pelo agravamento do efeito estufa. Alternativas para redução desses gases estão sendo utilizadas tanto nas cidades quanto no campo, por meio da produção de Biogás. Nesse contexto, solicitamos que você descreva as etapas do processo de obtenção de Biogás. Qual seria a matéria prima utilizada nesse processo? Há formação de novas substâncias? Se sim, explique utilizando a linguagem/representação química. Qual a tecnologia envolvida na obtenção de Biogás? Argumente sobre as vantagens e desvantagens dessa tecnologia? Você poderia sugerir outra tecnologia/alternativa para redução desses gases na atmosfera? Argumente sobre as possibilidades e limitações dessa tecnologia, comparando-a com a do Biogás.

Fonte: Elaboração do Autor

2) Elaboração da SD sobre Biogás: uma energia renovável

A sequência foi planejada para aulas de Química no contexto da formação inicial de professores de Química em Instituição de Ensino Superior, com duração de 10 aulas geminadas de 60 minutos cada. O desenho da SD foi organizado a partir dos elementos: tempo didático, atividades propostas, objetivo das atividades, temas/conteúdos, ações dos alunos e recursos didáticos, conforme quadro 2:

Quadro 2 - Desenho da SD

Aulas nº 1 e 2	
Tempo didático (horas)	2 horas
Atividades desenvolvidas	Apresentação do problema (P1 – cf. quadro 2), debate e resolução do problema (P1).
Objetivo das atividades	Introduzir o contexto do problema. Diagnosticar as concepções iniciais dos licenciandos em Química sobre Biogás e o conteúdo químico associado a esse tema.
Temas/conteúdos	Aquecimento global, efeito estufa, tipos de energia renováveis e não renováveis e biodigestão anaeróbia.
Ações dos participantes	Identificar dentre as imagens apresentadas (Indústria, calotas polares, petróleo, energias fósseis, bovinos) as que se combinam e a que categorias pertencem. Criar categorias e apresentá-las a turma. Criar novas categorias de acordo com a combinação das imagens e mediação do professor. Resolução de questões sobre Biogás. Resolução individual de P1.
Recursos didáticos	Imagens e ficha com o problema P1.
Aulas nº 3 e 4	
Tempo didático (horas)	02 horas
Atividades desenvolvidas	Realização da Atividade experimental: Montagem de Biodigestor em pequena escala feito com garrafa PET.
Objetivo das atividades	Compreender os conceitos químicos envolvidos na etapa metanogênica do processo de produção de Biogás por meio da montagem de experimento que simula processos



	tecnológicos em pequena escala.
Principais temas/conteúdos	Processos e parâmetros físico-químicos na obtenção do Biogás: temperatura, pH, pressão, relação reagentes/produtos, composição do biogás, estrutura química e reações orgânicas envolvidas no processo.
Ações dos participantes	Montagem de um Biodigestor feito com materiais de baixo custo e fácil acesso. Resposta às questões sobre o experimento e problema P1
Recursos didáticos	Ficha com o Roteiro Experimental e Questões sobre o Experimento
Aulas n° 5 e 6	
Tempo didático (horas)	02 horas
Atividades desenvolvidas	Apresentação e Sistematização de algumas questões da atividade experimental; Aula Expositiva dialogada; Exibição do Vídeo “Pequenos agricultores do Nordeste produzem gás para suas cozinhas”
Objetivo das atividades	Compreender os conceitos químicos envolvidos em uma das etapas (metanogênica) do processo de produção de Biogás articulado aos aspectos históricos, sociais e tecnológicos.
Principais temas/conteúdos	Breve histórico do biogás; Hidrocarbonetos na natureza (Metano): Conceito, representação química, ocorrência e reações envolvidas em uma das etapas da digestão anaeróbia (metanogênese); Tecnologia, condições e parâmetros para obtenção de biogás; Aspectos sociais, político-econômicos e ambientais relacionados à produção de Biogás.
Ações dos participantes	Exposição breve sobre a História do Biogás e conteúdos de Química Orgânica Apresentação e sistematização das questões sobre o experimento Debate sobre os assuntos abordados no vídeo (conteúdos químicos e questões socioeconômicas e a viabilidade de utilização de biodigestores em grande escala).
Recursos	Slides, Questões sobre o Experimento e Vídeo.
Aulas n° 7 e 8	
Tempo didático (horas)	02 horas
Atividades desenvolvidas	Visita de campo ao Laboratório de Resíduos Sólidos. Elaboração de relatório de visita
Objetivo das atividades	Observar e discutir os procedimentos de laboratório realizados no Laboratório de Resíduos Sólidos: montagem, instrumentos, digestão anaeróbia, análise química do biogás e potencial energético.



Principais temas/conteúdos	Processos de tratamento dos resíduos sólidos urbanos e compostos orgânicos. Tecnologias de tratamento de resíduos de diferentes compostos orgânicos, aproveitamento energético de biogás. Análise de composição de biogás.
Ações dos participantes	Acompanhar atentamente a exposição do técnico do laboratório e professor. Respeitar as normas do laboratório e seguir as instruções. Registrar os aspectos de produção de Biogás. Descrever de forma sucinta a visita registrando as impressões sobre a experiência da visita. Realizar Relatório de visita de Campo.
Recursos	Ficha com o roteiro de visita e questões
Aulas nº 9 e 10	
Tempo didático (horas)	02 horas
Atividades desenvolvidas	Discussão sobre os Resultados da Atividade Experimental. Reaplicação do Problema P1 após a vivência da SD e realização de Produção Textual.
Objetivo das atividades	Compreender conceitos químicos e tecnológicos da produção de metano a partir do biogás. Sistematizar esses conceitos articulando com aspectos sociais e econômicos envolvidos na produção de Biogás.
Principais temas/conteúdos	Composição Química do Biogás e as transformações físicas e químicas; Funcionamento de um Biodigestor; Fatores que influenciam sua produção; Vantagens e desvantagens da tecnologia do Biogás.
Ações dos participantes	Verificar a formação de Biogás resultante da atividade experimental através do teste de chama. Responder o Problema P1 considerando todas as discussões e atividades vivenciadas. Produzir um texto sintetizando os conteúdos abordados.
Recursos	Biodigestores e aparato para o Teste de Chama, Ficha com Problema P1 e Ficha com Orientações para Produção Textual.

Fonte: Elaboração do Autor

3) Análise da estruturação das atividades da SD sobre Biogás: uma energia renovável.

A estruturação das atividades da sequência foi analisada com base nos aspectos metodológicos do EABRP (Vasconcelos e Almeida, 2012) e nas dimensões epistêmicas e pedagógicas (MEHÉUT, 2005). O quadro 3 apresenta a descrição dos critérios de análise da SD.

Quadro 3 – Critérios de Análise da SD.

Características do EABRP	
Etapas metodológicas	Descrição
Apresentação do problema (P1)	Introdução do cenário do problema para promover a identificação do problema pelos alunos, motivando-os para que continuem no processo de resolução do problema.
Utilização de recursos didáticos que motivem os alunos para discussão do problema	Investigação por meio de recursos didáticos diversos, atividades propostas e fontes de pesquisas disponibilizadas pelo professor e/ou pesquisadas pelos alunos.
Promoção do trabalho colaborativo	Desenvolvimento de competências associadas ao trabalho em grupo tais como: comunicação, relação interpessoal, cooperação e respeito mútuo.
Identificação das necessidades de aprendizagem dos alunos	Identificação de conhecimentos prévios e/ou lacunas/demandas de aprendizagem dos alunos, a fim de desenvolver atividades que contribuam para a aprendizagem e resolução de problemas.
Resolução do problema (P1)	Comunicação das estratégias e soluções encontradas pelos alunos para os problemas.
Avaliação do processo de aprendizagem	Análise das respostas e produções dos alunos ao problema e durante a realização das atividades da sequência. Análise da metodologia de EABRP pelos alunos.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de Vasconcelos e Almeida (2012) e Mehéut (2005).

Para a análise das dimensões da SD seguimos os seguintes aspectos: Dimensão Epistêmica: Atividades que possibilitam a construção de significados pelos alunos para os conteúdos e conceitos químicos abordados a partir da sequência didática. Dimensão Pedagógica: Atividades e intervenções desenvolvidas pelo professor para promoção de interações sociais na sala de aula.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise da Estruturação das Atividades da Sequência Didática

O problema (P1) é do tipo escolar qualitativo (POZO, 1998). Nas aulas 1 e 2 o problema (P1) é apresentado pelo professor a partir de um contexto real, que é a temática Biogás. As imagens selecionadas focam no aquecimento global, efeito estufa, energia e problemas ambientais para criação e apresentação do cenário problemático, que auxilia os alunos na identificação e interpretação do enunciado do problema. O enunciado do problema apresenta

alguns fatores responsáveis pelo agravamento do efeito estufa e suas implicações sociais e aborda alternativas para redução de gases poluentes por meio do uso de Biogás. O problema visa abordar conteúdos químicos envolvidos na tecnologia de produção do Biogás. Esses aspectos do enunciado de P1 corroboram com Vasconcelos e Almeida (2012) quando afirmam que: o problema deve propiciar a expressão de concepções prévias, a elaboração de hipóteses (respostas iniciais ao problema) e articulação com conhecimentos aprendidos pelos alunos na realização das atividades. Além de incentivar a curiosidade e a participação desses no processo de resolução de problemas.

Na fase de investigação é necessário que as atividades desenvolvidas e os recursos didáticos utilizados motivem e auxiliem os alunos no processo de resolução do problema (P1). Nesse momento, os alunos podem buscar e se apropriar de informações e conhecimentos por meio de recursos didáticos diversos. Nessa sequência foram elaborados e selecionados os seguintes recursos: Biodigestor e ficha com questões sobre o experimento (Aulas 3 e 4), vídeos (Aulas 5 e 6), pesquisas na internet (ficha com questões e relatório de visita- Aulas 7 e 8). A pluralidade de recursos e atividades estruturadas para a sequência sobre Biogás (exposição dialogada, questionamentos, debate, experimentação, observação, exibição de vídeos e visita ao laboratório de produção de Biogás) podem favorecer a investigação, a qual contribui para o desenvolvimento de competências de comunicação, pensamento crítico, elaboração de estratégias, tomada de decisão e resolução do problema P1 (Vasconcelos e Almeida, 2012).

O trabalho em grupo foi contemplado em todas as atividades, exceto na de resolução do problema P1 (aulas 1 e 2, 9 e 10) e na produção textual (aulas 9 e 10). Esse aspecto corrobora com Souza e Dourado (2015) quando afirmam que o trabalho em grupo possibilita o desenvolvimento de competências de comunicação, relação interpessoal, cooperação e respeito mútuo entre os alunos no processo de aprendizagem.

É atribuição dos professores identificar as necessidades de aprendizagem dos alunos. Nesse sentido, nessa sequência consideramos o professor como mediador do ensino-aprendizagem, buscando intervir por meio de pistas, informações mínimas e encorajando o aluno/grupos a identificar e localizar informações relevantes para o processo de resolução do problema P1 e realização de atividades individual ou em grupos da SD (VASCONCELOS e ALMEIDA, 2012). Esse aspecto converge com os autores Souza e Dourado (2015) quando afirmam que: o professor mediador é aquele que deve estar atento às dificuldades dos alunos, sejam elas relacionadas a não compreensão de questões e enunciados, dúvidas que surgem na execução

das atividades ou aquelas relacionadas ao grupo, quando o aluno não consegue se integrar a uma equipe e se mostra desmotivado a participar do trabalho. Nesses casos, o professor deve procurar saber os motivos do desinteresse e criar outras estratégias de integração e envolvimento dos alunos.

Em particular, a visita ao laboratório de pesquisa de produção de Biogás (aulas 7 e 8) visa o contato direto com o tema trabalhado na sequência, possibilitando que os estudantes interajam com contextos reais de aprendizagem (VIVEIRO e DINIZ, 2009). Nessa visita os estudantes podem conhecer os especialistas, equipamentos e procedimentos realizados no laboratório de pesquisa e buscar informações relevantes para resolução de questões sobre a atividade experimental e problema P1, bem como a apropriação do conhecimento químico envolvido na produção do Biogás.

As aulas 9 e 10 da sequência consistem na síntese do processo de resolução de problemas. Nessa etapa os alunos em grupo compartilham os resultados de suas investigações com a mediação e reflexões do professor. Com base na investigação os alunos de forma individual resolve o problema P1 por meio da construção de uma produção textual, a qual deve contemplar a resposta ao problema, explica os fenômenos químicos observados na produção de biogás, argumenta sobre as vantagens da tecnologia do biodigestor e suas implicações com fatores sociais, econômicos e ambientais.

A avaliação contempla todo o processo de ensino e aprendizagem, de forma individual e coletiva, envolvendo as produções de texto, as respostas das questões sobre o experimento e ao problema P1 (na fase inicial e final da sequência), a apropriação de conhecimentos químicos pelos alunos. Além da avaliação dos estudantes quanto à participação, cooperação, criatividade e engajamento destes em cada atividade realizada no desenvolvimento da sequência. A metodologia de EABRP também pode ser avaliada pelos alunos com o objetivo de aperfeiçoar o processo de ensino e aprendizagem.

Aspectos da dimensão epistêmica da SD

Analisamos as atividades da SD sobre “Biogás: uma energia renovável” acerca da aproximação dos conteúdos químicos, a serem abordados, com elementos do mundo real dos alunos, visando caracterizar a dimensão epistêmica.

A aproximação dos conteúdos químicos ao mundo real dos alunos pode ocorrer na realização de atividades experimentais envolvendo o tema da sequência. As questões elaboradas sobre o

experimento permitem a integração de aspectos macroscópicos e microscópicos e representacionais relativos ao processo de produção de biogás, como: a ausência de oxigênio para digestão dos resíduos orgânicos, a influência da temperatura e pressão na cinética das reações e a escolha do tipo de resíduo orgânico, que influencia diretamente na eficiência de produção de biogás no Biodigestor. Essa atividade visa desafiar o aluno a buscar informações necessárias para resolução de problemas no contexto escolar.

A aula expositiva aborda os conteúdos de hidrocarbonetos e metano, etapas da digestão anaeróbia (metanogênese), condições e parâmetros para obtenção de biogás e os aspectos sociais, político-econômicos e ambientais relacionados à produção de Biogás. O vídeo apresenta um projeto que está transformando a vida de pequenos agricultores do Nordeste por meio da produção de Biogás a partir de esterco de animais. O gás produzido é usado na cozinha. A partir do debate sobre o tema tratado no vídeo, o professor poderá levantar questões para a turma direcionadas às técnicas utilizadas pelos agricultores para produção do biogás, aos procedimentos de segurança e purificação do gás obtido, acerca de suas possibilidades de utilização em diferentes escalas e à função social e ambiental do biogás.

As atividades propostas na SD sobre “Biogás: uma energia renovável” objetiva contribuir para o estabelecimento de sentidos e significados pelos alunos no processo de ensino-aprendizagem, em aulas de Química no Ensino Superior. Isto porque essas atividades propiciam que conteúdos químicos sejam abordados por meio de problemas que contemplam aspectos do mundo real, como: aspectos tecnológicos e sociais relativos ao uso de biodigestores como uma alternativa sustentável e diversificação da matriz energética.

Aspectos da dimensão pedagógica da SD

A análise das atividades propostas para a SD acerca do “Biogás: uma energia renovável” indicam possibilidades de interações sociais na sala de aula, que se relaciona com a dimensão pedagógica. A estrutura e organização das atividades da SD propiciam o estímulo a processos interativos entre professor-aluno, aluno-aluno, aluno-especialista por meio da expressão de concepções prévias dos alunos e na direção de desenvolver conceitos científicos no contexto acadêmico.

Nas atividades de experimentação, sistematização das questões sobre o experimento e visita ao laboratório de Resíduos Sólidos, o processo interativo pode ser estabelecido entre alunos-alunos e alunos-professor e alunos-especialista devido à oportunidade de diálogos nos quais

os alunos, duplas, grupos podem expressar suas dúvidas, fazer perguntas e solicitar esclarecimentos acerca do conteúdo químico presente no processo de produção de biogás

A exposição do vídeo seguida de debate privilegia o estabelecimento de interação social. Nessa atividade os alunos podem elaborar perguntas e o professor fazer questionamentos sobre a tecnologia do biodigestor e sua importância socioambiental.

A visita ao Laboratório de Resíduos Sólidos permite explorar a diversidade de conteúdos químicos inseridos na produção de Biogás, instigar a curiosidade dos estudantes e possibilitar experiências com o ambiente real. Corroborando com Silva e Campos (2015), esse tipo de atividade promove a interação entre professor-alunos-especialista visando a construção coletiva do conhecimento químico. Assim, as atividades a serem desenvolvidas pelos alunos organizados em grupo e/ou no grande grupo, podem contribuir para promoção de engajamento, discussões e interações sociais em sala de aula.

CONCLUSÕES

Esse trabalho analisou a estruturação das atividades de uma sequência sobre “Biogás: uma energia renovável”. Os resultados da análise indicam que: a estruturação das atividades e recursos didáticos da SD contemplam elementos/aspectos metodológicos do EABRP destacados por Vasconcelos e Almeida (2012), tais como: Apresentação de um problema temático, utilização de recursos didáticos em atividades que auxiliem os estudantes na resolução de problemas, promoção do trabalho colaborativo, identificação das necessidades de aprendizagem do aluno, resolução de problemas e avaliação da aprendizagem. As atividades propostas podem contribuir para que os alunos construam sentidos e significados a partir da abordagem de conteúdos químicos por meio de questões do mundo real (dimensão epistêmica) e processos de interação social através da promoção de discussões em sala de aula entre os alunos-alunos, aluno-professor e alunos-especialistas, professor-aluno-especialista (dimensão pedagógica).

REFERÊNCIAS

BATINGA, V. T. S. **A abordagem de resolução de problemas por professores de Química do ensino médio: um estudo de caso sobre o conteúdo de estequiometria.** 2010. 284f. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

CAMARGO RIBEIRO, L. R. Aprendizagem baseada em problemas (PBL) na educação de engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, v.27 (2). p.23-32. 2008.

FERNANDES, L.S.; CAMPOS, A.F. **Tendências de Pesquisa sobre a Resolução de Problemas em Química.** Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. v.16. p.458-482. 2017.

LEITE, L.; AFONSO, A.S. **Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: Características, Organização e Supervisão.** Boletim das Ciências. v.48. p.253-260. 2001.

LÜDKE, M; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas.** São Paulo: EPU, 1986.

MÉHEUT, M. **Teaching-learning sequences tools for learning and/or research.** In: BORESMA, K; et al (eds.) Research and Quality of Science Education. Holanda: Spring, 2005, p. 195-207.

SILVA, M; CAMPOS, C. R. P. Aulas de campo como metodologia de ensino - fundamentos teóricos. In: Carlos Roberto Pires Campos. (Org.). **Aulas de campo para a alfabetização científica: práticas pedagógicas escolares.** 1.ed.Vitória (ES): Ifes, 2015, v. 6, p. 15-28

SILVA, T.N.; CAMPOS, L.M.S. **Avaliação da Produção e Qualidade do Gás de Aterro para Energia no Aterro Sanitário dos Bandeirantes-SP.** Engenharia Sanitária e Ambiental. v.13 (1). p.88-96. 2008.

SOUZA, J.S.A.; BATINGA, V.T.S. Validação de uma sequência didática de química a partir de aspectos da teoria da atividade de Leontiev e da teoria da assimilação por etapas dos conceitos e ações de Galperin. **Revista Amazônica.** Ano 6. v.16 (2) p.342-368. 2013.

SOUZA, S.C.; DOURADO, L. **Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP): Um Método de Aprendizagem Inovador para o Ensino Educativo.** HOLOS. v.5. p.182-200. 2015. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article>> Acesso em: 12/08/2018

POZO, J. I. (Org.). **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender.** Porto Alegre: Artmed, 1998.

TOLMASQUIM, M.T., GUERREIRO, A.; GORINI, R. **Matriz Energética Brasileira: Uma Prospectiva.** Novos Estudos - CEBRAP. n.79. p.47-69. 2007.

VASCONCELOS, C.; ALMEIDA, A. **Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas no Ensino das Ciências: Propostas de Trabalho para Ciências Naturais, Biologia e Geografia.** Porto, Portugal: Porto Editora. 2012.

VIVEIRO, A. A.; DINIZ, R. E. S. **Atividades de campo no ensino das ciências e na educação ambiental: refletindo sobre as potencialidades desta estratégia na prática escolar.** Ciência em Tela, v. 2, n. 1, 2009.