



**Pró-reitoria de
Pós-graduação e Pesquisa**

Produto Educacional
**Mestrado em Ensino de
Ciências e Matemática**

**O ARCO DE MAGUEREZ: UMA
PROPOSTA PARA AS AULAS
EXPERIMENTAIS DE QUÍMICA**

RODRIGO KENDI KIMURA

**O ARCO DE MAGUEREZ: UMA
PROPOSTA PARA AS AULAS
EXPERIMENTAIS DE QUÍMICA**

Rodrigo Kendi Kimura

Orientadora: Carmem Lúcia Costa Amaral

**O ARCO DE MAGUEREZ: UMA
PROPOSTA PARA AS AULAS
EXPERIMENTAIS DE QUÍMICA**

Universidade Cruzeiro Do Sul

2020

© 2020

Universidade Cruzeiro do Sul
Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa
Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática

Reitor da Universidade Cruzeiro do Sul – Prof. Dr. Luiz Henrique
Amaral

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
Pró-Reitor – Profa. Dra. Tania Cristina Pithon-Curi

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA
Coordenação - Profa. Dra Edda Curi

Banca examinadora

Prof. Dr. Adriano Sartori
Profa. Dra. Amanda Cristina Ramos Koike
Profa. Dra. Carmem Lúcia Costa Amaral

Sumário

1 APRESENTAÇÃO	5
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	7
3 METODOLOGIA DO PRODUTO/PROCESSO EDUCACIONAL	10
4 O PRODUTO	11
5 ORIENTAÇÕES AO PROFESSOR	14
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	17
REFERÊNCIAS	18

1 APRESENTAÇÃO

Este Produto Educacional foi construído como o objetivo de orientar e auxiliar atividades que são realizadas no laboratório de química. As orientações aqui registradas partem da tentativa de solucionar problemas detectados em aulas práticas que costumam ser realizadas nos moldes de “receita”, onde os alunos recebem um roteiro pronto a ser seguido, com o passo a passo já estabelecido.

Esta abordagem de ensino segue os padrões da metodologia tradicional, conforme afirmam Santos e Nagashima (2017), onde é pouco permitido atitudes como a improvisação, tomada de decisão e participação efetiva do aluno no processo de sua própria aprendizagem. Seguindo esta metodologia, a aprendizagem mecânica acaba sendo favorecida, pois não há atribuição de significados, ou seja, o aluno aprende sem entender o significado daquela aprendizagem, sem saber o porquê (forma arbitrária), aprende exatamente como o professor falou (forma literal), sem interpretar o que está aprendendo.

Quando o aluno consegue incorporar o novo conhecimento na sua estrutura cognitiva, de forma não arbitrária e não literal, de acordo com Moreira (2012), esse aluno aprendeu com significado e sua aprendizagem é dita significativa.

Na literatura são encontradas várias pesquisas que mostram metodologias e estratégias que levam uma aprendizagem significativa no ensino de química, entre essas estratégias tem-se a problematização.

No Brasil, uma das pesquisadoras que mais trabalham com a problematização é a Berbel da Universidade Estadual de Londrina. Na década de 1990 essa pesquisadora incorporou em sua pesquisa o Arco de Magueréz e foi a primeira a utilizar o termo "Metodologia da Problematização com o Arco de Magueréz".

Ao conhecer os trabalhos dessa pesquisadora e como técnico em um laboratório de química em uma universidade, me interessei em desenvolver essa metodologia proposta por Berbel no ensino de química. Diante disso, surgiu a questão que orientou o desenvolvimento deste Produto Educacional: A utilização da Metodologia da Problematização com o Arco de Maguerez pode contribuir para a aprendizagem significativa?

Para responder essa questão desenvolvi esse produto educacional que levou à produção da dissertação de mestrado intitulada “Aplicação da Metodologia da Problematização com o Arco de Maguerez para a Aprendizagem Significativa de Química” (KIMURA, 2020), que teve como objetivo investigar a contribuição da Metodologia da Problematização com a utilização do Arco de Maguerez na aprendizagem significativa no ensino de química. O conteúdo de química escolhido foi separação de misturas.

Este Produto Educacional foi aplicado com alunos de graduação em Química (matutino) da Universidade Cruzeiro do Sul, localizada em São Miguel Paulista na zona leste da cidade de São Paulo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Metodologia da Problematização

A Metodologia da Problematização, adotada neste Produto Educacional, parte do pressuposto apresentado por Berbel (1999). Para essa autora essa metodologia parte da identificação daquilo que na realidade se mostra problemático e busca pela sua solução. Para essa solução essa autora propõe seguir as etapas do Arco de Magueréz (Figura 1).

Figura 1 – Etapas do Arco de Magueréz.



Fonte: Bordenave e Pereira (2005).

A primeira etapa, **observação do problema**, como o próprio nome indica, os alunos são levados a observar a realidade de uma maneira atenta e a identificar aquilo que na realidade está se mostrando carente, inconsistente, preocupante, necessário, ou seja, problemático.

A segunda etapa, **pontos-chave**, os alunos são orientados a identificar quais são os fatores que estão ocasionando o problema, o seu surgimento e motivo de ter surgido, e é de acordo com essas reflexões que os alunos vão buscar os pontos a ser estudados e, se compreendidos solucionará o problema.

Na terceira etapa, **teorização**, os alunos estudam os conteúdos identificados nos pontos-chave. Esta etapa é propriamente a investigação, a busca para a solução do problema.

Na quarta etapa, **hipóteses de solução**, os alunos devem ser estimulados a buscar por possíveis soluções para os problemas encontrados, ou seja, eles criam hipóteses que serão testadas na próxima etapa que é a **aplicação à realidade**. Nesta fase é importante que alguma prática seja efetuada, mesmo que pequena, mas deve solucionar e transformar o problema inicialmente identificado.

Como descrito acima a questão que levou ao desenvolvimento desse produto foi se a aplicação da metodologia da problematização usando o Arco de Maguerez leva a uma aprendizagem significativa de conteúdos trabalhados no laboratório de química. Desta forma, apresento a seguir a teoria da aprendizagem significativa.

2.2 Aprendizagem significativa

Essa teoria foi proposta por Ausubel na década de 1960, e segundo o autor, o fator isolado mais importante que influencia no aprendizado é aquilo que o aluno já conhece (conhecimentos prévios). Foque naquilo que o aluno já

sabe, e ele poderá relacionar o novo conteúdo com aquele já pré-existente em sua mente (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

De acordo com Ausubel, Novak e Hanesian (1980) a essência do processo de aprendizagem significativa é que as ideias expressas simbolicamente são relacionadas às informações previamente adquiridas pelo aluno (conhecimentos prévios) através de uma relação não arbitrária e substantiva (não literal). E conforme descreve Lemos (2011), “é o aluno que deverá relacionar de forma substantiva e não arbitrária a nova informação com as ideias relevantes que já existem na sua estrutura cognitiva” (p.30).

Quando o professor não leva em consideração os conhecimentos prévios dos alunos a aprendizagem pode ocorrer de forma mecânica. Este tipo de aprendizagem ocorre com pouca ou nenhuma relação com conhecimentos prévios. O tipo de aprendizagem mecânica é preterida diante da aprendizagem significativa pelos fatos de levar ao esquecimento total do conteúdo aprendido e de ser uma forma de aprendizagem puramente memorística sem significado (MOREIRA, 2012).

3 METODOLOGIA DO PRODUTO EDUCACIONAL

Este Produto Educacional foi aplicado em uma turma de 26 alunos dos primeiro e segundo semestres do curso de graduação em Química (matutino), durante a disciplina de Laboratório de Química Inorgânica na Universidade Cruzeiro do Sul, localizada em São Miguel Paulista na zona leste da cidade de São Paulo.

O plano de ensino dessa disciplina é composto por dezessete unidades, sendo que três delas envolvem os conteúdos: determinação experimental da variação de algumas propriedades dos elementos químicos, natureza polar e apolar de um solvente, propriedades das substâncias, relação entre as ligações químicas e estruturas. Desta forma, aplicamos esse produto com o conteúdo de separação de misturas.

Os alunos foram divididos em sete grupos, e para cada um foi fornecido um erlenmeyer de 250 mL contendo a mistura de 2 g de sulfato de cobre, 40 mL de etanol, 60 mL de água destilada e 2 g de areia, e estes deveriam separá-las utilizando técnicas de separação de misturas, como destilação simples, filtração simples, dissolução fracionada, decantação etc.

A aplicação desse produto ocorreu em um período de duas semanas e contou com seis aulas de 50 minutos cada. Durante a sua aplicação o professor titular da disciplina acompanhou todas as etapas, mas não interferiu na sua aplicação, que esteve sob a direção do pesquisador.

Antes de sua aplicação foi apresentado aos alunos o arco de Maguerez e explicado as suas etapas.

4 O PRODUTO

Esse produto educacional é uma aplicação da metodologia da problematização com o arco de Maguerz em uma atividade experimental envolvendo a separação de misturas. Desta forma, apresentamos como essa atividade foi e poderá ser desenvolvida pelo professor em uma aula prática no laboratório de química.

Como **situação problema** (etapa 1) os alunos receberam uma mistura de quatro substâncias (água, etanol, sulfato de cobre e areia). O problema era a separação dos componentes dessa mistura.

Na **definição dos pontos-chave** (etapa 2), foi solicitado que os alunos descobrissem quais eram as substâncias presentes na mistura, analisando características como cor, translucidez, odor e estado físico, pois somente após observar essas características seria possível identificar os componentes da mistura e conseqüentemente definir as técnicas de separação. Conforme os alunos buscavam identificar as substâncias, o pesquisador andava entre eles questionando suas sugestões.

Nas etapas de **teorização e elaboração de hipóteses de solução do problema** (etapa 3), o pesquisador se utilizou das Tecnologias de Informação e Comunicação por meio de mensagens por WhatsApp e e-mail para esclarecimento de dúvidas, sugestão de materiais de estudo dispostos em sites e recomendações de livros disponíveis na biblioteca física e virtual da instituição. O método de estudo foi deixado em aberto para que cada aluno pudesse buscar o conhecimento da melhor forma que lhe fosse compreendido.

Foi solicitado que as hipóteses fossem enviadas para o e-mail do pesquisador e que nela estivessem descritas as técnicas que seriam utilizadas para a realização do procedimento, as vidrarias e materiais que seriam utilizadas e as referências estudadas para se chegar à elaboração da hipótese. Os alunos tiveram sete dias para o desenvolvimento dessas etapas.

Foram dispostas três aulas seguidas para a etapa da **aplicação à realidade** (etapa 3), ou seja, à separação das misturas, e uma aula para

responder ao questionário em que o pesquisador buscou por evidências de aprendizagem significativa.

4.1 Avaliação do produto

Para avaliar o produto, os alunos responderam um questionário apresentado no quadro 1.

Quadro 1 – Questões para avaliação do produto.

1.Qual o seu nível de interesse pelo trabalho realizado?	<input type="checkbox"/> Muito interessante <input type="checkbox"/> Razoavelmente interessante <input type="checkbox"/> Um pouco interessante <input type="checkbox"/> Não muito interessante <input type="checkbox"/> Nem um pouco interessante
2.Qual o nível de dificuldade encontrado no desenvolvimento da metodologia?	<input type="checkbox"/> Extremamente difícil <input type="checkbox"/> Razoavelmente difícil <input type="checkbox"/> Às vezes difícil <input type="checkbox"/> Fácil <input type="checkbox"/> Muito fácil
3.Você entendeu exatamente a proposta da metodologia?	<input type="checkbox"/> Sabia exatamente o que fazer <input type="checkbox"/> No início eu não tinha entendido <input type="checkbox"/> Nunca ficou claro para mim
4.Se você participou menos do que gostaria neste trabalho, quais foram as principais razões para isso?	<input type="checkbox"/> Tive medo de dizer minha opinião <input type="checkbox"/> Outra pessoa falava por mim <input type="checkbox"/> Não tive chance de dar minha opinião <input type="checkbox"/> Falei o quanto eu quis <input type="checkbox"/> Ninguém prestou atenção ao que falei <input type="checkbox"/> Não estava interessado no problema <input type="checkbox"/> Não estava me sentindo bem com o trabalho
5.A utilização da metodologia facilitou a aquisição de conhecimentos?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Somente um pouco <input type="checkbox"/> Prefiro as aulas tradicionais <input type="checkbox"/> Sim
6.Você gostaria de trabalhar com a Metodologia da Problematização novamente?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não

Fonte: Cohen e Lotan (2017) adaptado.

Na primeira pergunta, os 26 alunos responderam que acharam a metodologia utilizada muito interessante, indicando o uso das etapas do arco de Magueres para a resolução da situação problema facilitou a aprendizagem.

Quanto ao grau de dificuldade encontrada na aplicação da metodologia (questão 2), 46,2% dos alunos disseram que encontraram alguma dificuldade durante a realização da metodologia, no entanto, houve alunos que o acharam fácil de ser seguido (42,3%).

Com relação à orientação do pesquisador aos alunos quanto a proposta da metodologia (questão 3), pôde-se verificar que 46,2% dos alunos sabiam exatamente o que fazer, enquanto 53,8% não compreenderam de início, mas só ao longo do desenvolvimento. Quanto à participação dos alunos no trabalho (questão 4), 84,6% afirmaram que falaram o quanto quiseram.

Quando questionados se a Metodologia da Problematização contribuiu para a aquisição de conhecimentos (questão 5) todos responderam que sim. Este resultado se repetiu quando foram questionados se gostariam de trabalhar com a Metodologia da Problematização novamente (questão 6).

Com base nesses resultados acreditamos que a Metodologia da Problematização apresenta um grande potencial para o ensino de Química, quanto ao desenvolvimento de atividades práticas.

5. ORIENTAÇÕES AO PROFESSOR

Nesse produto mostramos como foi realizada a metodologia da problematização com o arco de Magueres em uma aula prática de separação de misturas para a aprendizagem significativa desse conteúdo.

Porém, antes do professor utilizar essa metodologia é importante que ele se aproprie dos conhecimentos teóricos que embasam essa metodologia. Assim, para auxiliar o professor, apresento os referenciais teóricos tanto da metodologia da problematização quanto da teoria da aprendizagem significativa, que utilizei no desenvolvimento desse produto.

1. O livro “Metodologia da Problematização: fundamentos e aplicações”, de Berbel (1999), que é o principal referencial dessa metodologia.

2. O artigo “Metodologia da Problematização: respostas de lições extraídas da prática”, escrito também pela Berbel (2014) que teve como objetivo auxiliar professores e pesquisadores a utilizar essa metodologia com o Arco de Magueres no ensino, na pesquisa, na orientação de estudos e na superação de possíveis dificuldades que esse professor ou pesquisador possa enfrentar na sua aplicação.

3. O artigo “Drogas: uma proposta de Metodologia da Problematização no Ensino de Química” de Andrade e Simões (2018) que teve como objetivo analisar a aprendizagem e conceitos de química que estão envolvidos no tema drogas.

4. O artigo “Biodiesel como tema para o processo de ensino aprendizagem com base na Metodologia da Problematização” de Nascimento *et al* (2016) que teve como objetivo desenvolver uma atividade de ensino aprendizagem com estudantes do Ensino Médio a partir dessa temática utilizando o arco de Magueres.

5. A dissertação de mestrado de Wollman (2013) cujo título é: “A temática atmosférica como ferramenta para o ensino de química” que teve

como objetivo geral utilizar essa temática para contextualizar o Ensino de Química. Para isso o autor utilizou a metodologia da problematização com o arco de Maguerez.

Para o professor que queira desenvolver essa metodologia no ensino de separação de misturas recomendo também ler a dissertação de mestrado de Kimura (2020), autor desse produto educacional.

Para a teoria da aprendizagem significativa, a leitura dos artigos disponíveis da rede de autoria do Moreira que é o principal pesquisador dessa teoria no Brasil. Entre seus trabalhos o professor pode ler “O que é Afinal Aprendizagem Significativa?” (MOREIRA, 2012). Além desse autor sugiro a leitura do artigo do Lemos (2011) intitulado: “A aprendizagem Significativa: Estratégias Facilitadoras e Avaliação”. Esses autores servirão de apoio para estruturar as aulas para gerar uma aprendizagem significativa.

Para auxiliar o professor a desenvolver essa metodologia, fornecemos um exemplo de aplicação que poderá ser utilizado em situações de aprendizagem que envolva pH.

Seguindo os passos do Arco de Maguerez, a situação de aprendizagem poderá ser da seguinte forma:

Etapa 1. **Observação do problema:** apresenta-se aos alunos diversas misturas utilizadas no cotidiano como sucos de frutas, vinagre, desengordurantes etc., e propõe-se uma situação problemática envolvendo a necessidade de descobrir o pH dessas substâncias.

Etapa 2. **Pontos-chave:** Os alunos, com a orientação do professor, determinam quais misturas são essas, e quais meios de identificação de pH estão ao alcance da turma e poderiam ser utilizados.

Etapa 3. **Teorização:** Os alunos, com a orientação do professor, estudam sobre pH, sobre indicadores de pH e sobre como fazer um indicador de pH.

Etapa 4. **Hipóteses de solução:** Os alunos elaboram hipóteses de como será realizada a atividade prática e como determinarão o pH das misturas apresentadas.

Etapa 6. **Aplicação à realidade:** Nesta etapa os alunos testam suas hipóteses.

É importante enfatizar que o tempo disponível e o esforço necessário, tanto dos alunos como do professor, para organizar e realizar uma atividade prática nos moldes da Metodologia da Problematização exige uma organização prévia e ambientes adequados para as atividades, quando comparados a uma atividade tradicional. Além disso, é fundamental que o professor conheça os conhecimentos prévios dos alunos e disponha de um material potencialmente significativo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O caráter motivador da Metodologia da Problematização é o ponto forte desta metodologia de ensino e da aprendizagem significativa, uma vez que um dos seus pré-requisitos é a disposição do aprendiz em aprender e a motivação leva a essa disposição.

Observamos que as atividades com o Arco de Maguerez permitiu que as aulas se distanciassem do método tradicional de ensino e de uma aprendizagem mecânica, levando-os o aluno a construir sua aprendizagem com atribuição de significados, ou seja, a aprendizagem tornou-se significativa.

Quando questionados os alunos se a Metodologia da Problematização contribuiu para a aquisição de conhecimentos, e se gostariam de trabalhar com ela novamente, todos responderam que sim para as duas questões. Esse resultado evidencia que esta metodologia foi uma experiência exitosa e que pode ser utilizada por outros professores nas aulas experimentais de química para a promoção de uma aprendizagem significativa.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, R. A. de; SIMÕES, A. S. de M. Drogas: uma proposta de metodologia da problematização no Ensino de Química. **Rev. Thema**, v. 15, n. 1, p. 5-24, 2018.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. 2. Ed., Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BERBEL, N. A. N. **Metodologia da Problematização**: fundamentos e aplicações. Londrina: Ed. UEL, 1999.
- _____. Metodologia da problematização: respostas de lições extraídas da Prática. **Semina: ciências sociais e humanas**. v. 35, n. 2, p. 61-76, 2014.
- BORDENAVE, J.; PEREIRA, A. **Estratégias de ensino aprendizagem**. 4. Ed., Petrópolis: Vozes, 1982.
- COHEN, E.; LOTAN, R.A. **Planejando o trabalho em grupo**: Estratégias para salas heterogêneas. Porto Alegre: Penso, 2017.
- KIMURA, R. K. **Aplicação da Metodologia da Problematização com o Arco de Maguerez para a Aprendizagem Significativa de Química**. 2020. 70 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2020.
- LEMONS, E. S. A aprendizagem Significativa: Estratégias Facilitadoras e Avaliação. **Aprendizagem significativa em Revista**, v.1, n.1, p.25-35, 2011.
- MOREIRA, M.A. O que é Afinal Aprendizagem Significativa? **Currículo**, n. 25, p.29-26, 2012.
- NASCIMENTO, A. E. S.; CARVALHO, C. E. G.; ARAÚJO, A. F.; MACHADO, L. J.; SOBRINHO, E. S. C.; SILVA, K. L. Biodiesel como tema para o processo de ensino aprendizagem com base na metodologia da problematização: In: ENEQ – ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (XVIII), 2016, Florianópolis. **Anais...** SC, 2016.
- SANTOS, D. M.; NAGASHIMA, L. A. Potencialidades das atividades experimentais no ensino de química. **REnCiMa**, v.8, n.3, p.94-108, 2017.
- WOLLMAN, E. M. **A temática atmosférica como ferramenta para o ensino de química**. 2013, 157 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde). Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande

do Sul, 2013.