

açÚCARES REDUTORES NO ENSINO SUPERIOR: ATIVIDADES BASEADAS NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Reducing sugars in higher education: Problem-based activities

Angela Carine Moura Figueira [qmcfigueira@gmail.com]

João Batista Teixeira Rocha [jbtrocha@yahoo.com.br]

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

Avenida Roraima nº 1000 Bairro Camobi, Santa Maria, RS

RESUMO

Este artigo apresenta uma abordagem à aprendizagem baseada em resolução de problemas (ABRP), um modelo de ensino que permite aos estudantes partir do conhecido para o desconhecido, com o objetivo de compreenderem os princípios científicos que se encontram subjacentes ao problema, o que os torna muito mais ativos em seu processo de aprendizagem. Aqui relataremos as atividades realizadas no segundo semestre de 2010, com um total de 20 alunos matriculados. Foram necessárias 2 aulas de quatro horas cada. As atividades experimentais eram relativas aos questionamentos: i) Qual a finalidade do reagente de Benedict? e ii) Qual a finalidade da GOD? Ao final dos experimentos, os alunos inferiram que o reagente de Benedict detecta açúcares redutores, enquanto que a GOD (glicose oxidase) serve para determinar glicose e grupamentos aldeídicos e cetônicos em alguns açúcares (dependendo da geometria espacial da molécula e da concentração da solução). Com essa proposta, esperamos auxiliar os futuros professores (alunos de licenciatura) bem como os professores em exercício, contribuindo para proposição de atividades que instiguem a percepção e curiosidade dos estudantes.

Palavras-chave: Experimentação, bioquímica, açúcares redutores.

Abstract

This paper presents an approach to problem-based learning (PBL), a teaching model that allows students from the known into the unknown, in order to understand the scientific principles that are underlying the problem, which makes them much more active in their learning process. Here we report the activities carried out in the second semester of 2010, with a total of 20 students enrolled. It took two classes of four hours each. The experimental activities were related to the questions: i) What is the purpose of Benedict's reagent? and ii) What is the purpose of GOD? At the end of the experiments, students inferred that the reactive Benedict detects reducing sugars, while GOD (glucose oxidase) is used to determine glucose and aldehydic and ketonic groups in some sugar (depending on the spatial geometry of the molecule and the concentration of the solution). With this proposal, we hope to help future teachers (undergraduate students) as well as practicing teachers, contributing to propose activities that instigate awareness and curiosity of students.

Key words: Experimentation, biochemistry, reducing sugars.

Introdução

É indiscutível a necessidade e a importância das aulas práticas tanto nos ensinos Fundamental e Médio quanto no ensino Superior, porém, é discutível a eficácia das aulas práticas que seguem a metodologia “receita de bolo”, nas quais o aluno recebe um protocolo de como fazer

o experimento e com ele obtém um resultado já previsto. Esse tipo de atividade, durante a formação dos futuros professores pode dar a ideia de que a ciência consiste de verdades absolutas e de conhecimentos prontos, disseminando uma metodologia de ensino mecânica e repetitiva que não proporciona aos alunos uma real apropriação dos saberes. Para Astolfi & Develay (1990), a função do ensino científico é dupla: dar aos alunos chaves essenciais permitindo-lhes responder a questões científicas e técnicas em sua vida cotidiana, e ao mesmo tempo, desenvolver neles atitudes e métodos de pensamento que se aproximem dos que as ciências lançam mão em seu laboratório.

Porém, a simples utilização de aulas práticas não garante que os estudantes se apropriem dos saberes ensinados. Tentando auxiliar na melhoria deste quadro, propomos o uso de atividades baseadas na resolução de problemas. A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) é um modelo de ensino que permite aos estudantes partir do conhecido para o desconhecido, com o objetivo de compreenderem os princípios científicos que se encontram subjacentes ao problema, o que os torna muito mais ativos em seu processo de aprendizagem. Segundo Barrows (1986), esse tipo de atividade tem sido considerado um bom esquema construtivista no processo de ensino e aprendizagem, baseado no princípio de usar problemas "do mundo real" como ponto de partida para a aquisição e integração dos novos conhecimentos.

A palavra *problema* possui muitas definições, e, muitas vezes, em situações de ensino, é confundida com *exercício*. No entanto, no contexto do ensino, a palavra problema tem um significado preciso e claramente distinguível do significado da palavra exercício. Por problema entende-se um enunciado que apresenta um obstáculo aos sujeitos resolvidores, os quais desconhecem a forma de o ultrapassar, e que pode ter mais do que uma solução possível ou não ter solução (Dumas-Carré & Goffard, 1997; Lopes, 1994; Neto, 1998; Watts, 1991). Os problemas podem ser resolvidos utilizando-se apenas papel e lápis, ou ainda com a utilização de atividades laboratoriais, de meios computacionais, de trabalhos de campo, de entrevistas, etc. Contrariamente ao que acontece com os problemas, e embora não exista fronteira bem definida entre problema e exercício, os exercícios não apresentam um obstáculo ao resolvidor, na medida em que ele sabe, à partida, o que tem a fazer para encontrar a solução que, por sua vez, é única (Dumas-Carré & Goffard, 1997; Gouveia, Costa & Lopes, 1995). Os exercícios baseiam-se na repetição e servem para treinar competências de baixo nível cognitivo (Ramirez *et al.*, 1994; Martínez *et al.*, 1999), enquanto que os problemas exigem diversificação e servem para desenvolver competências de elevado nível cognitivo (Watts, 1991; Neto, 1998; Martínez *et al.*, 1999; Lambros, 2004).

As atividades propostas neste artigo objetivam, através de atividades baseadas em resolução de problemas, tentar resgatar habilidades relacionadas à observação, descrição e interpretação de resultados obtidos durante as aulas; oferecer módulos didáticos aos futuros professores de Biologia e Química, que possibilitem a visão de reações químicas a nível macroscópico e tentar tornar mais concreto o ensino de açúcares simples nos cursos de licenciatura em Química e Biologia. Além disto, usamos como material de estudo alimentos diversos, tentando relacionar as atividades de aulas dos professores em formação (estudantes de licenciatura em Química ou Biologia) com o cotidiano de seus futuros estudantes do ensino Fundamental e Médio.

Metodologia

O presente trabalho vem sendo aplicado a turmas dos cursos de Licenciatura em Química e Biologia da Universidade Federal de Santa Maria há dez semestres letivos, na disciplina de Bioquímica Experimental, totalizando aproximadamente 200 alunos, trata-se de um módulo didático para o ensino de açúcares. Aqui relataremos as atividades realizadas no segundo semestre de 2010, com um total de 20 alunos matriculados. Foram necessárias duas aulas de quatro horas cada.

A primeira aula foi dividida em duas partes, na primeira, perguntamos: “Qual a finalidade do reagente de Benedict?”. Para responder a este questionamento, os alunos, trabalhando em duplas, receberam o reagente de Benedict e algumas amostras de alimentos (óleo de soja, farinha de trigo, biscoito recheado, refrigerante de limão, refrigerante de cola light, refrigerante de cola normal, cerveja, amido de milho, açúcar comum e sal de cozinha). Após um planejamento inicial, partiu-se para a realização do experimento, onde cada amostra era colocada em um tubo de ensaio ao qual era adicionado 1 ml do reativo de Benedict. Pedimos então que os resultados fossem observados e anotados, primeiramente mantendo os tubos de ensaio a temperatura ambiente (a frio) por cerca de 30 minutos. Posteriormente os tubos eram aquecidos em banho maria fervente por aproximadamente 15 minutos (a quente). Normalmente, a maioria dos estudantes conclui que o reagente de Benedict serve para detectar açúcar, uma vez que as amostras que contém açúcar (biscoito, refrigerantes não light, etc) apresentam um precipitado laranja. Em relação ao açúcar de cana (isto é, a sacarose), os resultados são variados, provavelmente dependendo do grau de contaminação com glicose ou frutose das amostras utilizadas. Portanto, do ponto de vista pedagógico, os professores devem ter cuidado com o uso do mesmo, pois muitas vezes açúcares de origem comercial não formam o precipitado. De fato, este seria o resultado correto, uma vez que a sacarose não é um açúcar redutor. No ensino superior, estes detalhes podem ser facilmente trabalhados, todavia, para os níveis mais elementares ele pode ser um fator de confusão. A explicação para ausência de poder redutor na sacarose pode ser facilmente visualizada pela análise das estruturas planas deste açúcar em comparação com a glicose e frutose (Figura 1). Assim sendo, a fim de incentivar a observação das estruturas químicas das substâncias na tentativa de formular hipóteses para os resultados observados, pedimos aos alunos que pesquisassem as estruturas de Fischer e Howarth.

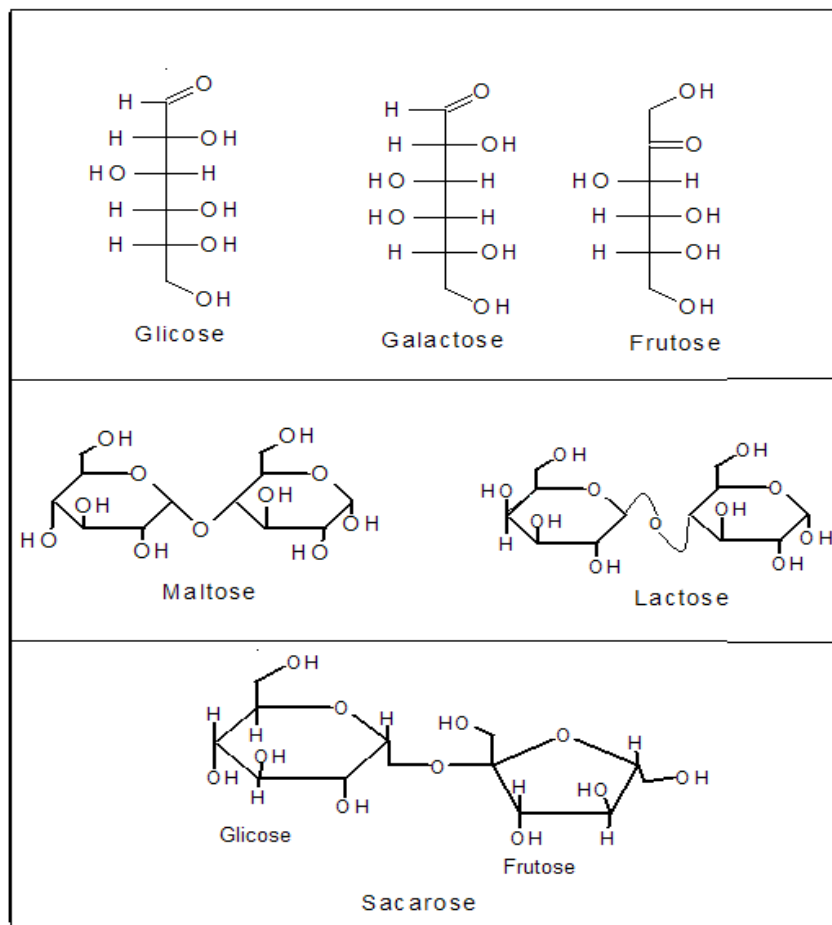


Figura 1: Estruturas de Fischer e Howarth para os açúcares estudados.

Na sequência, os alunos devem repetir o procedimento anterior (experimento com Benedict), porém com as novas amostras: frutose, amido, alanina, ácido aspártico, sacarose, galactose, glicose, lactose e maltose. Normalmente, nesta etapa todos os estudantes concluem que os açúcares (exceto a sacarose) são redutores. Além disto, a frutose reage visivelmente a frio (entre 15-30 minutos) e, dependendo da quantidade colocada, o precipitado laranja é facilmente observado. Este dado pode ser usado para trabalhar a questão da reatividade do grupamento aldeído (glicose, galactose) quando comparado ao grupamento cetona da frutose.

Com o objetivo de estimular a observação das formulas e também para introduzir a questão da tridimensionalidade, apresentamos aos estudantes a Glicose Oxidase (GOD) e questionamos: “Qual a finalidade da GOD?”. Para realizar os testes, os estudantes receberam amostras de glicose, galactose, lactose, sacarose e frutose, as quais deveriam ser adicionadas aos tubos de ensaio e acrescidas de 0,5 ml de GOD. Os resultados deveriam ser observados e anotados, primeiramente a frio e posteriormente a quente (aquecer os tubos em banho maria por aproximadamente 15 minutos). Não era necessário fazer a leitura das amostras no espectrofotômetro pois a análise, neste caso, é apenas qualitativa (pedimos aos alunos que classificassem os açúcares por intensidade de coloração após a reação). Ao final das aulas, os alunos deveriam apresentar seus resultados para toda a turma além de relatá-las em seus cadernos de laboratório, o qual seria entregue ao final do semestre, fazendo parte da avaliação final.

É importante ressaltar que em momento algum foram dadas aulas teóricas, também não foi fornecido qualquer tipo de protocolo para realizar o experimento. Todos os reagentes eram previamente preparados pela laboratorista.

Resultados e discussão

Os resultados apresentados aqui são provenientes dos cadernos de laboratório entregues pelos estudantes ao final do semestre letivo.

Na primeira aula, a maioria dos estudantes obteve os resultados mostrados na tabela 1.

Tabela 1: Mostra os resultados da reação entre as amostras e o Benedict.

| Substância: | Com Benedict a frio: | Com Benedict a quente: |
|------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Branco | Negativo | Negativo |
| Óleo de soja | Negativo | Negativo |
| Farinha de trigo | Negativo | Negativo |
| Biscoito recheado | Negativo | Positivo |
| Refrigerante de limão | Negativo | Positivo |
| Refrigerante de cola light | Negativo | Negativo |
| Refrigerante de cola normal | Negativo | Positivo |
| Amido | Negativo | Positivo/Negativo |
| Cerveja | Negativo | Positivo |
| Açúcar | Negativo | Positivo/Negativo |
| Sal de cozinha | Negativo | Negativo |

A partir da observação dos resultados, os alunos inferiram que existe alguma substância presente no biscoito recheado, no refrigerante de limão, no refrigerante de cola normal, na cerveja,

no amido e no açúcar que fez com que o reagente de Benedict mudasse da cor azul para a cor laranja (cor de telha). Todavia, os resultados obtidos com o açúcar de cana e com o amido variaram, tanto em função do grau de contaminação com glicose e/ou frutose quanto em função da quantidade de alimento colocado nos tubos.

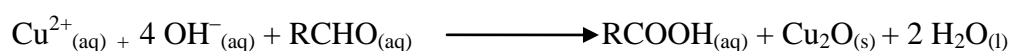
Após os testes da segunda parte da aula, grande parte dos estudantes percebeu que apenas a frutose reagia com Benedict a frio. Quando as substâncias foram aquecidas, observaram a reação de frutose, galactose, lactose, glicose, maltose e amido. Sendo assim, os alunos concluíram que o reagente de Benedict serve para identificar açúcares redutores, tal conclusão foi reforçada pela observação das estruturas planas dos açúcares. Perceberam também que as amostras de sacarose pura não reagem, enquanto as amostras impuras apresentaram teste positivo. Tais resultados encontram-se na tabela 2.

Tabela 2: resultados para o segundo teste com Benedict.

| Substância: | Com Benedict a frio: | Com Benedict a quente |
|--------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Frutose | Positivo | Positivo |
| Amido | Negativo | Positivo/Negativo |
| Alanina | Negativo | Negativo |
| Ácido aspártico | Negativo | Negativo |
| Sacarose | Negativo | Positivo/Negativo |
| Galactose | Negativo | Positivo |
| Glicose | Negativo | Positivo |
| Lactose | Negativo | Positivo |
| Maltose | Negativo | Positivo |

Os carboidratos (ou açúcares) capazes de reduzir sais de cobre em soluções alcalinas, conhecidos como açúcares redutores, apresentam grupamentos aldeídicos ou cetônicos livres. Assim, todos os monossacarídeos citados acima são redutores e o mecanismo de óxido-redução está relacionado com a formação de um enodiol, função fortemente redutora em meio alcalino, que interconverte aldoses e cetoses. A glicose, em meio alcalino, é rapidamente transformada em enodiol, levando à formação de frutose e manose, e este composto, conhecido como redutona, ao ser oxidado à função aldônica causa a redução dos íons cúpricos (Demiate et al, 2002).

O Reagente de Benedict (também chamado de Solução de Benedict ou Teste de Benedict) é o reagente químico (de cor azulada), geralmente utilizado para detectar presença de açúcares redutores, nos quais se incluem glicose, galactose, lactose, maltose e manose. O Reagente de Benedict consiste, basicamente, de uma solução de sulfato cúprico (CuSO_4) em meio alcalino que em presença de um agente redutor apresenta a coloração castanha devido a formação do óxido cuproso (Cu_2O), conforme a seguinte reação:



Em relação aos testes com a Glicose oxidase, pedimos aos alunos que apresentassem seus resultados conforme a tabela 3, onde é feita uma comparação das intensidades das cores resultantes da reação.

Tabela 3: Apresenta as intensidades relativas de coloração com a GOD.

| Açúcar (solução 10 mM) | Intensidade |
|------------------------|-------------|
| Glicose | XXXXXXXXXX |
| Galactose | XXXX |
| Lactose | XXX |
| Sacarose | XX |
| Frutose | X |

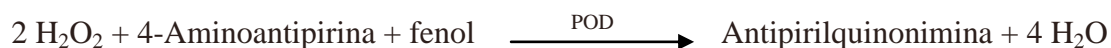
Os resultados da tabela acima mostram que a intensidade de coloração da glicose oxidase é muito maior na reação com glicose (representado por XXXXXXXXXXXX), sendo que com sacarose (XX) e frutose(X) muitas vezes não se observa reação.

A glicose oxidase é um método enzimático utilizado na identificação e quantificação da glicose em soro e plasma. Escolhemos tal reagente após testes demonstrarem sua eficácia na determinação de outros açúcares redutores (dependendo de sua estrutura química e em concentrações mais elevadas), como no caso da galactose, a qual difere quimicamente da glicose apenas pela posição da oxidrila no carbono 4 (veja a figura 1). A frutose, a sacarose e a lactose reagem pouco, pois, no caso da frutose, a baixa reatividade deve-se à presença do grupo cetônico e, no caso da sacarose e da lactose, por estas serem dissacarídeos.

A GOD catalisa a oxidação da glicose de acordo com a reação a seguir:



O peróxido de hidrogênio formado reage com 4-aminoantipirina e fenol, sob ação catalisadora da peroxidase, através de uma reação oxidativa de acoplamento formando uma antipirilquinonimina, substância avermelhada, cuja intensidade de cor é proporcional à concentração da glicose na amostra (*Kit Glicose PAP Liquiform – Labtest*)



A utilização desse método é bastante interessante, pois além do trabalho experimental, é possível que se faça relação com conteúdos teóricos, como a tridimensionalidade do centro ativo e também a questão da especificidade enzimática.

Considerações finais

O uso deste método didático proporcionou uma interrelação entre as funções orgânicas e o teste bioquímico envolvido na reação do Benedict e do método enzimático da Glicose Oxidase. Também buscamos, através de atividades baseadas em resolução de problemas, instigar nossos alunos, futuros professores, a formular hipóteses na tentativa de explicar fenômenos simples.

Por não fornecermos protocolos, no início da atividade, os alunos se diziam um pouco desorientados em relação a como proceder os experimentos. Tal fato pode ter ocorrido pela dificuldade em se desvencilhar de seus hábitos de aprendizagem, pois, geralmente, em aulas práticas, se recebe um protocolo que deve ser seguido à risca, e que, dificilmente gera um resultado diferente do que era esperado.

Na atividade que relatamos aqui, muitos erros ocorrem ao decorrer do caminho, porém, por entendermos o erro como algo que acrescenta conhecimentos é que consideramos todas as hipóteses lançadas pelos estudantes. Entendemos que o nosso papel enquanto professores é fomentar a

curiosidade dos estudantes e auxiliá-los na construção de seu conhecimento. Outro ponto importante é a discussão dos resultados finais entre a turma, o que exige uma postura ativa dos alunos, diferente da passividade das aulas expositivas regularmente freqüentadas por eles, sendo possível observar uma maior motivação por parte dos alunos durante as aulas propostas neste estudo.

Para finalizar, esperamos que essa proposta venha a auxiliar os futuros professores (alunos de licenciatura) bem como os professores em exercício, contribuindo para proposição de atividades que instiguem a percepção e curiosidade dos estudantes.

Referências Bibliográficas

- Astolfi, J.; Develay, M. (1990). *A didática das ciências*. Tradução Magda S.S. Fonseca. Campinas, SP: Papirus.
- Barrows, H. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, pp 481-486.
- Demiante, M.; Wosiacki, G.; Czelusniak C.; Nogueira, A. (2002) Determinação de açúcares redutores e totais em alimentos, comparação entre método colorimétrico e titulométrico. Ivo Publicatio UEPG – Ciências Exatas e da Terra, C. Agrárias e Engenharias 8 (1): 65 – 78. Acesso 13 jun., 2011, <http://www.prosp.uepg.br/publicatio/exa/2002/05.pdf>
- Dumas-Carré, A. & Goffard, M. (1997). *Rénover les activités de résolution de problèmes en physique: concepts et démarches*. Paris: Armand Colin.
- Gouveia, R., Costa, N. & Lopes, J. (1995). A evolução do conceito de problema em acções de formação de professores de Física e Química. In Alarcão, I. (Ed.). *Supervisão de professores e inovação educacional*. Aveiro: CIDine, 69-86.
- Kit Glicose PAP Liquiform – Labtest*. Acesso 14 jun. 2011. <http://www.labtest.com.br/noticia/41>
- Lambros, A. (2004). *Problem-Based Learning in middle and high school classrooms*. Thousand Oaks: Corwin Press.
- Lehninger, A. L.; Nelson, D. L.; Cox, M. M. (2006) *Princípios de Bioquímica*. 4ª. Ed. São Paulo. Ed. Sarvier
- Lopes, J. (1994). *Resolução de problemas em Física e Química: Modelo para estratégias de ensino-aprendizagem*. Lisboa: Texto Editora.
- Martínez, C. L.; García, S. B.; Mondelo, M. A. e Vega M. P. (1999). Los problemas de lápiz y papel en la formación de profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2), 211-225.
- Neto, A. (1998). *Resolução de problemas em Física*. Lisboa: IIE.
- Ramirez, J. L.; Gil-Pérez, D. e Martínez, J. (1994). *La resolución de problemas de física e química como investigación*. Madrid: Centro de Investigación y Documentación Educativa.
- Vasconcelos, A. L. S.; Costa, C. H.C.; Santana, J. R. & Ceccatto, V. M. *Importância da abordagem prática no ensino de biologia para a formação de professores* (licenciatura plena em Ciências / habilitação em biologia/química - UECE) em Limoeiro do Norte – CE
- Watts, M. (1991). *The science of problem-solving*. Londres: Cassell Education.