



Eclética Química

ISSN: 0100-4670

atadorno@iq.unesp.br

Universidade Estadual Paulista Júlio de  
Mesquita Filho  
Brasil

Rezende Pires, Mariana; Gomes Peixoto, Pedro; Ventresqui Oliveira, Renato  
Fermentação alcoólica: proposta do ensino das vias bioquímicas através da  
destilação fracionada

Eclética Química, vol. 40, 2015, pp. 166-172

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Araraquara, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42955129017>

- Como citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## Fermentação alcoólica: proposta do ensino das vias bioquímicas através da destilação fracionada

Mariana Rezende Pires<sup>1</sup>, Pedro Gomes Peixoto<sup>2</sup>, Renato Ventresqui Oliveira<sup>1</sup>

---

**Resumo:** O ensino de biologia e química nas escolas vem sendo muito discutido. O uso de aulas demonstrativas para a assimilação do conteúdo explicado em aulas expositivas tem sido pouco usado, dificultando uma melhor compreensão pelos alunos sobre os conteúdos apresentados em sala de aula. O presente trabalho apresenta uma proposta ao ensino de ciências aliando teoria e prática, visando facilitar a compreensão do conhecimento pelos alunos. A utilização de um sistema de destilação simples para a explicação de vias metabólicas é uma metodologia que pode vir a apresentar melhorias no aprendizado.

**Palavras-chave:** educação, metodologia de ensino, processos bioquímicos

---

**Abstract:** Teaching of biology and chemistry in the schools has been widely discussed. The use of demonstration classes to content assimilation explained in lectures has been rarely used; hampering a better understanding of the students explained the content in the classroom. This article presents a proposal in science education combining theory and practice to facilitate the capture knowledge by students. The use of a simple distillation system for the explanation of metabolic pathways is a methodology that may present improvements in learning.

**Keywords:** education, teaching methodology, biochemistry process

---

<sup>1</sup> Graduando em Química modalidade Licenciatura Universidade de Uberaba/Curso de Licenciatura em Química, Brasil.

<sup>2</sup> Biólogo na Universidade do Estado de Minas Gerais [UEMG]. Universidade de Uberaba/Curso de Licenciatura em Química, Avenida Nenê Sabino, 1801, Universitário 38055-500 - Uberaba, MG – Brasil

## INTRODUÇÃO

O ensino de bioquímica no Ensino Médio vem sendo prejudicado pela falta de estrutura que as escolas apresentam, permitindo somente a realização de aulas expositivas que expõem somente a parte teórica, levando a dificuldades na compreensão dos conteúdos pelos alunos.

Conteúdos de bioquímica são complexos e necessitam de complementos para que os alunos possam assimilar o que está sendo apresentado e não interpretem somente como algo abstrato que eles aprendem, mas não absorvem. Práticas de laboratório que possam elucidar/provar os conteúdos apresentados em aula são de grande valia para o aprendizado dos alunos [1]. Dados da literatura mostram que, quando se associa teoria a prática, o aprendizado torna-se mais eficaz do que quando se apresenta somente a teoria [2]. Com a prática, os alunos podem comprovar e relacionar os fenômenos biológico-químicos que lhes foram explicados [3,4].

A aula expositiva tem como função informar aos alunos sobre um determinado conteúdo. Os professores em sua prática pedagógica transmitem o conteúdo apresentado no livro didático, enquanto os alunos atuam como receptores de conteúdo. As aulas expositivas são de suma importância para que o professor consiga transmitir sua ideia e discutir conceitos [2]. A experimentação como metodologia de ensino pode ser uma ferramenta para assimilação da teoria com a prática facilitando o desenvolvimento de habilidades e aptidões no processo de aprendizagem [5].

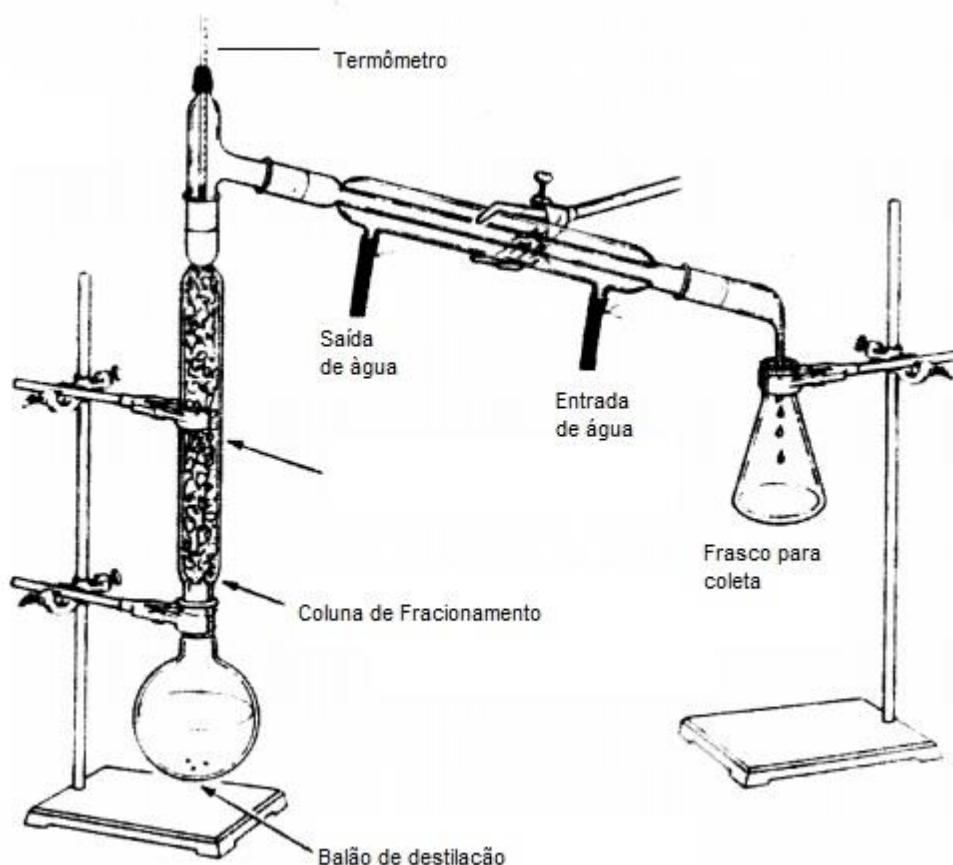
Atualmente, a visão crítica e a construção do pensamento científico não fazem parte da prática pedagógica no ensino de biologia tampouco de química, sendo estes baseados apenas em emissão de

informações, com níveis de compreensão pouco elevados, sendo inadequados aos estudantes [3]. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é propor uma metodologia capaz de apresentar as vias bioquímicas da fermentação alcoólica através do experimento de destilação fracionada como um modelo experimental e tangível para os discentes. Para isso, será abordada a experimentação em laboratório visando à correlação dos conhecimentos teóricos obtidos em sala de aula com as práticas apresentadas em laboratório.

## PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Para a apresentação do conteúdo sobre fermentação alcoólica, será ministrada aos alunos uma aula expositiva dialogada abordando o tema. Nessa aula, será explicado o assunto metabolismo bioenergético utilizando como modelo biológico o fungo leveduriforme *Saccharomyces cerevisiae*, popularmente conhecido como fermento biológico.

Na aula expositiva dialogada sobre metabolismo bioenergético em modelos biológicos, abordando os temas: glicólise, rotas bioquímicas do piruvato em diversas condições e conversão do piruvato em etanol. Logo após a apresentação da teoria, os alunos serão levados ao laboratório, onde serão instruídos a adicionar em um frasco âmbar com tampa, 10 gramas de fermento biológico [*Saccharomyces cerevisiae*] e 500 ml de extrato bruto de cana-de-açúcar para, posteriormente, incubar, à temperatura ambiente [+ ou - 25° C], por 2 dias. Após este período de incubação, a solução será transferida para um balão de fundo chato acoplado a um sistema de destilação fracionada [figura 1].



**Figura 1.** Sistema de destilação fracionada[6]

Enquanto as reações ocorrem, será realizada uma revisão sobre os conteúdos apresentados anteriormente e serão feitas correlações com o experimento que estará em andamento. Será esclarecido aos alunos o papel do fermento biológico, enfatizando a ação do fungo *S. cerevisiae* no processo bioquímico de fermentação, expondo que este fungo é o microrganismo responsável pelas reações de glicólise e conversão do piruvato com consequente produção de etanol [8].

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O produto esperado após o término da destilação é o álcool, líquido incolor, com cheiro característico. O álcool será detectado utilizando um densímetro para dosagem de álcool. Esse aparelho mostrará a concentração de álcool [expresso em Gay-lussac-°GL].

## Aspectos teóricos dos processos bioquímicos da fermentação

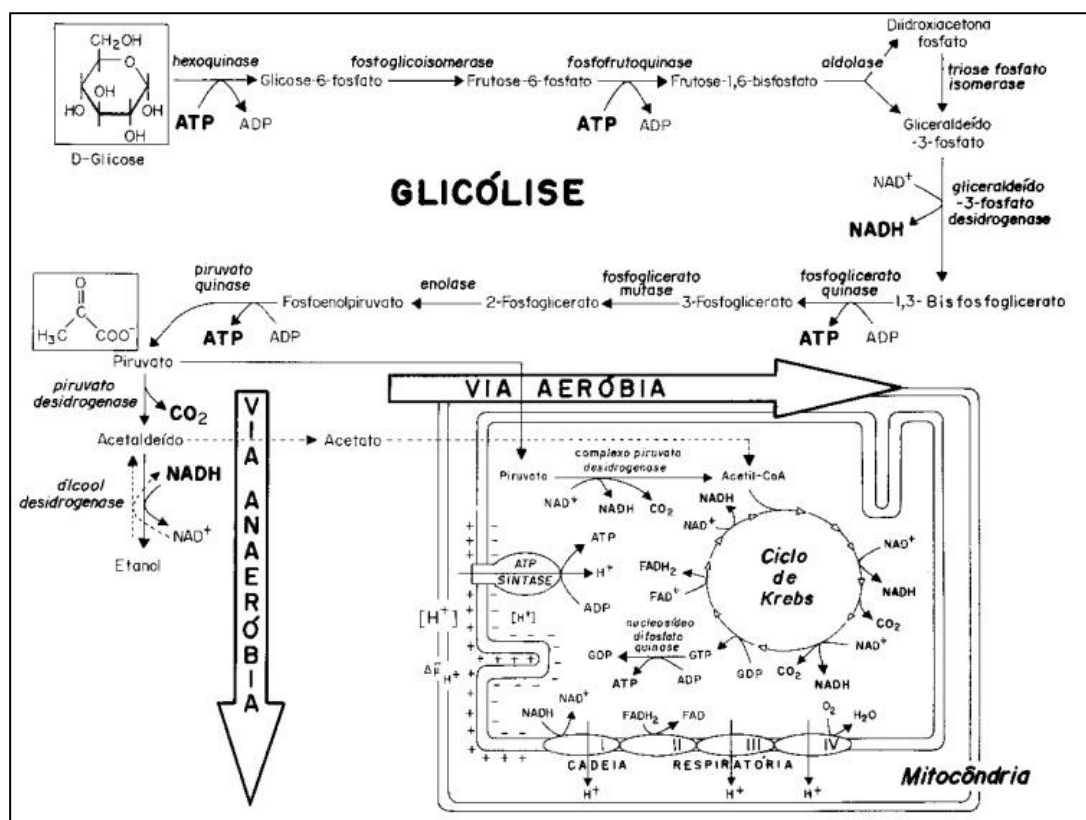
### Glicólise

Para a produção de etanol, é utilizado o fungo *S. cerevisiae*. Esse microrganismo irá consumir a glicose e, em condições de ausência de oxigênio, produzirá etanol. Para que essa reação ocorra, será adicionado ao extrato bruto da cana-de-açúcar o fungo que utilizará a glicose deste extrato para seu metabolismo. Na glicólise, a reação se inicia pela fosforilação da molécula através da enzima hexokinase, utilizando como fonte de fosfato o ATP, adicionando um fosfato no carbono 6 da molécula, tornando-a assim uma glicose-6-fosfato. Nesse caso, o ATP perde um fosfato para a molécula de glicose e vira ADP. Após isso, a glicose-6-fosfato é convertida em frutose-6-fosfato através da enzima fosfohexose isomerase que irá adicionar um fosfato na molécula no carbono 1, tornando-se assim a frutose-1,6-bifosfato [7,8].

A frutose-1,6-bifosfato é quebrada para gerar duas moléculas com três carbonos, gliceraldeído-3-

fosfato e dihidroxiacetona fosfato, sendo este último composto convertido em gliceraldeído-3-fosfato,

terminando assim a primeira fase da glicólise[8].

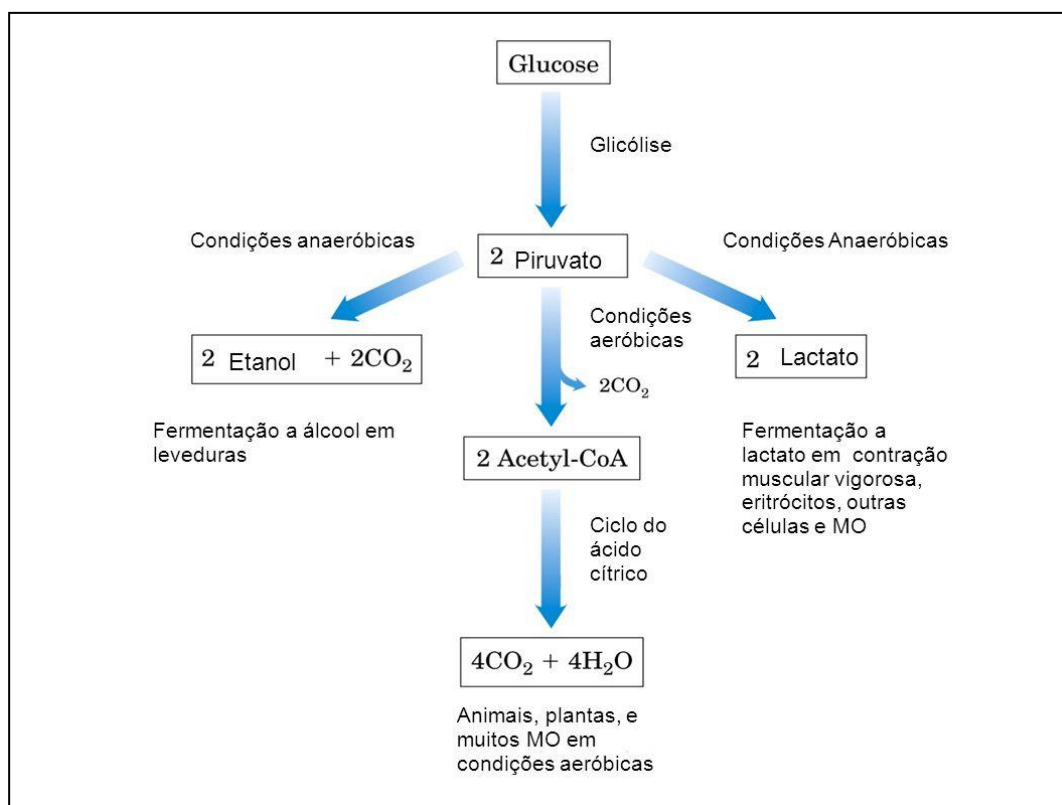


**Figura 2.** Duas fases da glicólise. Na primeira fase: duas moléculas de gliceraldeído-3-fosfato. Segunda fase: as moléculas de gliceraldeído-3-fosfato são utilizadas para a produção de energia através da produção de ATP e piruvato. Após a produção do piruvato, condições de anaerobiose ou aerobiose irão ser cruciais para os produtos finais destas reações [9].

A segunda fase da via glicolítica é chamada de fase de pagamento ou, do inglês, “*payoff*”. Nessa fase, cada molécula de gliceraldeído-3-fosfato é oxidado e fosforilado por um fosfato inorgânico [ $P_i$ ], formando assim o composto 1,3-bifosfoglicerato. A energia é liberada na forma de duas moléculas de 1,3-bifosfoglicerato e convertida em duas moléculas de piruvato [8] [Fig.2].

Após a produção das moléculas de piruvato, os organismos que realizam a glicólise podem seguir

rotas metabólicas diferentes, de acordo com sua necessidade [Fig.3]. Em sequência à produção do piruvato em condições aeróbicas, tem-se a produção de Acetil-CoA e ocorre o ciclo de Krebs que é essencial para a respiração celular [7,8].



**Figura 3.** Possíveis rotas catabólicas do piruvato após ser produzido pela glicólise [10].

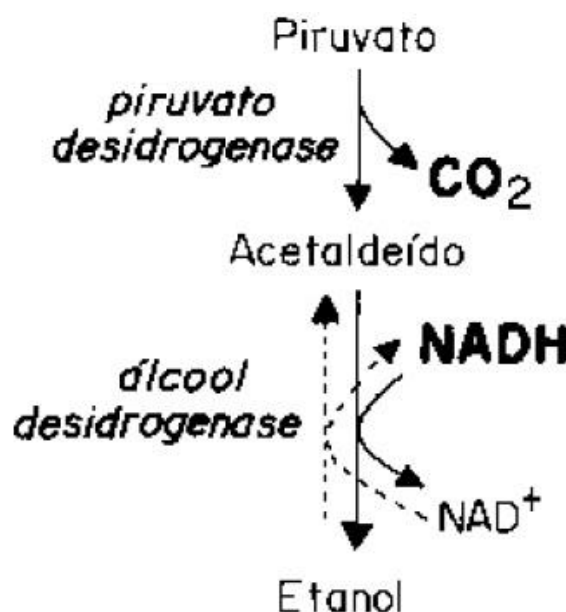
Em leveduras, após a produção do piruvato pela glicólise, inicia-se o processo de produção de etanol através da conversão de piruvato em acetaldeído e posteriormente em etanol. Há também a produção de lactato em condições de anaerobiose em tecidos animais que não possuem quantidade de oxigênio suficiente.

#### *Formação de etanol a partir do piruvato formado na glicólise*

A quantidade excessiva de glicose contida no extrato bruto da cana-de-açúcar causa uma repressão nos genes do *S. cerevisiae*, o que inibe a expressão dos genes que expressarão enzimas do ciclo de Krebs, que faz parte da rota aeróbica. Dessa forma, com os genes que fazem parte do ciclo de Krebs inativados, o piruvato segue pela via anaeróbica que tem como produto final a produção de etanol.

O piruvato é convertido em etanol e  $\text{CO}_2$  em duas fases. Na primeira, o piruvato sofre descarboxilação através da enzima piruvato descarboxilase, liberando uma molécula de  $\text{CO}_2$ . Na segunda etapa, a enzima álcool desidrogenase reduz o piruvato através do

$\text{NAD}^+$  que após o processo de redução torna-se  $\text{NADH}$ , formando assim o etanol [7,8] [Fig.4].



**Figura 4.** Esquema da conversão de piruvato formado pela glicólise em etanol [9].

Segundo Nelson [7], a degradação da glicose pela glicólise pode fornecer cerca de 92 moléculas de ATP em condições de aerobiose e 7 em anaerobiose mas, na prática, observa-se a produção de 38 moléculas de ATP pela via aeróbica e somente 2 pela via anaeróbica.

#### *Obtenção do produto final da reação de fermentação através da técnica de destilação fracionada*

Como descrito nos itens anteriores, o fungo *S. cerevisiae* possui a capacidade de produção de etanol através do consumo da glicose presente no extrato bruto da cana-de-açúcar, convertendo essa glicose em piruvato e depois em etanol como produto final.

O etanol produzido nesse processo bioquímico fica diluído junto com o extrato bruto da cana-de-açúcar. Para separar o etanol do extrato bruto, utiliza-se a técnica de destilação simples, que, baseada no aquecimento da mistura e no ponto de ebulição dos compostos, gera a separação destes.

Uma vez que o processo de destilação fracionada é baseado no aquecimento de uma mistura, na qual compostos com pontos de ebulição diferentes evaporam e são condensados e recolhidos em um recipientes distintos [11,12], na destilação do álcool o extrato bruto é aquecido a 100° C e, conforme é fornecida energia térmica para o sistema, aumenta-se o grau de agitação entre as moléculas, e essas então começam a mudança de estado físico [12]. O etanol possui ponto de ebulição de 78° C, assim, quando a temperatura no sistema de destilação fracionada chega a 78° C, propõe-se então que o álcool está sendo destilado.

## REFERÊNCIAS

- [1] Giordan M. O papel da experimentação no ensino de ciências. Química Nov na Esc [Internet]. 1999;10[Novembro]:43–9. Available from: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/pesquisa.pdf>
- [2] Guimarães CC. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. Química Nov na Esc. 2009;31[3]:198–202.
- [3] Oliveira RV, Takatsuka JP, Bonfin VL, Rogério A de P, Pelli A, Peixoto PG. Construção de fonte e cuba de eletroforese horizontal e sua aplicação em aulas práticas de bioquímica. Rev Bras Ensino Bioquímica e Biol Mol [Internet]. 2012;01[01]. Available from: <http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/viewFile/170/158>

#### *Impactos no processo ensino-aprendizagem*

A sala de aula é um ambiente em que se pode observar que os estudantes tendem a perceber que a Química é expressa em vários fenômenos que os cercam. Sendo assim, é muito importante promover o processo de construção do conhecimento a partir de situações práticas, em que o conhecimento adquirido em sala possa ser utilizado no dia a dia dos estudantes. No Ensino das disciplinas de Química e Biologia, esse tipo de abordagem programada, contextualizada e discursiva é promotora do conhecimento podendo ser favorecida pela prática aliada à teoria [12,13].

## CONCLUSÕES

A utilização de experimentos como alternativa para trabalhar conteúdos no ensino de ciências tem sido amplamente discutida em pesquisas sobre o processo ensino-aprendizagem em Ciências. A elucidação de processos bioquímicos sem a utilização de métodos experimentais reduz a capacidade de compreensão do conteúdo uma vez que a realização de experimentos possibilita a correlação da teoria com a prática. Neste trabalho propôs-se uma abordagem diferente para o ensino de vias metabólicas em bioquímica, avaliando a produção do produto final, o etanol, através da destilação fracionada.

A aplicação de técnicas experimentais apresenta resultados bastante eficientes quando se trata de aprendizagem em ciências, por isso acredita-se que a utilização da metodologia proposta neste trabalho ofereça uma gama de possibilidades para discussão de conteúdos entre professor e alunos.

- [4] Galiazzi MDC, Rocha JMDB, Schmitz LC, Souza ML De, Giesta S, Gonçalves FP. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. *Ciência Educ.* 2001;7[2]:249–63.
- [5] Silva RR da, Machado PFL. Experimentação no ensino médio de química: a necessária busca da consciência ético-ambiental no uso e descarte de produtos químicos - um estudo de caso ethical-environmental conscience in use and discarding of chemical products. *Ciência Educ* [Internet]. 2008;14[2]:233–49. Available from: <Go to ISI>://SCIELO:S1516-73132008000200004
- [6] Grings MB. Engenharia de Produção Química Tecnológica Apostila de Experimentos Prof . Marcelo Boer Grings. 2014;
- [7] Nelson DL, Cox MM. Princípios de bioquímica de Lehninger. *Principios de bioquímica de Lehninger.* 2011. p. 1274.
- [8] Nelson DL, Cox MM. *Lehninger Princípios de Bioquímica 2.* Vol. 2, Oikos. 2002. 1232 p.
- [9] Rettori D, Volpe PLO. Microcalorimetria: Uma técnica aplicavel ao estudo do diauxismo da *saccharomyces cerevisiae*. *Quim Nova.* 2000;23[2]:257–61.
- [10] Leninger, Nelson DL, Cox MM, Nelson, Cox. *Principles of Biochemistry.* In: *Chinese Journal of Integrative Medicine.* 2011.
- [11] Beltran MHR. Destilação: a arte de “extrair virtudes.” *Quim Nova.* 1996;[4]:24–7.
- [12] Benite AMC, Benite CRM. O laboratório didático no ensino de química : uma experiencia no ensino público brasileiro. *Rev Iberoam Educ.* 2009;[1681-5653]:1–10.
- [13] Naves W, Salvadego C, Laburú E. Uma Análise das Relações do Saber Profissional do Professor do Ensino Médio com a Atividade Experimental no Ensino de Química. *Química Nov na Esc.* 2009;31[3]:216–23.