



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM
CIÊNCIAS: QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE**

**ATIVIDADES EXPERIMENTAIS EM BIOQUÍMICA BÁSICA: UM ESTUDO
BASEADO NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM DIFERENTES NÍVEIS DE
ENSINO**

TESE DE DOUTORADO

Angela Carine Moura Figueira

Santa Maria, RS, Brasil, 2014

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Moura Figueira, Angela Carine
ATIVIDADES EXPERIMENTAIS EM BIOQUÍMICA BÁSICA: UM
ESTUDO BASEADO NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM DIFERENTES
NÍVEIS DE ENSINO / Angela Carine Moura Figueira.-2014.
144 f. ; 30cm

Orientador: João Batista Teixeira Rocha
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de
Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e
Saúde, RS, 2014

1. Ensino de Ciências 2. Bioquímica Básica I.
Teixeira Rocha, João Batista II. Título.

**EXPERIMENTAIS EM BIOQUÍMICA BÁSICA: UM ESTUDO
BASEADO NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM
DIFERENTES NÍVEIS DE ENSINO**

Angela Carine Moura Figueira

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de
Doutor em Educação em Ciências

Orientador: Prof. Dr. João Batista Teixeira da Rocha

Santa Maria, RS, Brasil

2014

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM
CIÊNCIAS: QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Tese de
Doutorado**

**ATIVIDADES EXPERIMENTAIS EM BIOQUÍMICA BÁSICA: UM ESTUDO
BASEADO NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM DIFERENTES NÍVEIS DE
ENSINO**

elaborada por

Angela Carine Moura Figueira

como requisito parcial para obtenção de grau de
Doutor em Educação em Ciências

COMISSÃO EXAMINADORA

João Batista Teixeira Rocha, Dr
(Presidente/Orientador)

Carlos Fernando De Mello, Dr, UFSM

Martha Bohrer Adaime, Dra, UFSM

Daniel Henrique Roos, Dr, Unipampa

Julieta Saldanha Oliveira, Dra, UFFS

Santa Maria, RS, Brasil, 2014

Agradecimentos

A minha formação como profissional não poderia ter sido concretizada sem o apoio incondicional dos meus pais Ismael e Adelaide, meu irmão Eduardo e namorado Marcio.

Agradeço à Universidade Federal de Santa Maria pela oportunidade de estudar em uma instituição pública e de qualidade e ao meu orientador, João Batista, pela oportunidade de fazer parte de seu grupo de pesquisa.

Agradeço também a todos os amigos e colegas que fizeram parte dessa longa caminhada que começou nos primeiros semestres do Curso de Química Licenciatura com a monitoria no departamento de Química Inorgânica onde tive o primeiro contato com o ensino de química.

A todos, o meu muito obrigada!

RESUMO

Tese de Doutorado
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da
Vida e Saúde
Universidade Federal de Santa Maria

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS EM BIOQUÍMICA BÁSICA: UM ESTUDO BASEADO NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM DIFERENTES NÍVEIS DE ENSINO

AUTORA: Angela Carine Moura Figueira

ORIENTADOR: João Batista Teixeira Rocha

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 7 de fevereiro de 2014.

As Atividades Baseadas em Resolução de Problemas (ABRP) podem ser uma ferramenta de grande valia no Ensino de Ciências, fomentando a curiosidade e a motivação do estudante. No presente trabalho utilizamos as ABRP na tentativa de auxiliar o ensino de Bioquímica básica. O primeiro passo desse estudo foi investigar as concepções prévias dos estudantes sobre proteínas, açúcares e lipídios, o que nos auxiliou a nortear tanto as atividades propostas no caderno didático *O que Comemos e o que Bebemos?* quanto as discussões em sala de aula durante a aplicação de tais atividades. O público investigado foi bastante amplo, abrangendo o nono ano do Ensino Fundamental, primeiro, segundo e terceiro anos do Ensino Médio além de estudantes formandos do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Santa Maria. Em geral, podemos dizer que as proteínas são vistas pelos estudantes como substâncias importantes para a manutenção de uma vida saudável, enquanto que açúcares e gorduras são vistos como nocivos e causadores de doenças. Exemplos de como aplicar as ABRP tanto no Ensino Básico quanto Superior são mostrados em forma de artigos e neles, podemos ver que tais atividades são bastante desafiadoras. É comum que os estudantes inicialmente se sintam desconfortáveis ao trabalhar com a resolução de um problema experimental sobre o qual não receberam um protocolo pronto. No entanto, é animador perceber o avanço dos estudantes ao participarem dessa metodologia, o que nos permite afirmar que as ABRP devem ser mais amplamente divulgadas e aplicadas em sala de aula, nos mais diferentes níveis de ensino.

Palavras-chave: Atividades Baseadas em Resolução de Problemas, Bioquímica básica, Experimentação.

ABSTRACT

EXPERIMENTAL ACTIVITIES IN BASIC BIOCHEMISTRY: A STUDY BASED ON SOLVING PROBLEMS AT DIFFERENT LEVELS OF EDUCATION

AUTHOR: Angela Carine Moura Figueira
SUPERVISOR: João Batista Teixeira Rocha
Date and Place: Santa Maria, February 7, 2014.

The Problem Based Learning (PBL) can be a valuable tool in Science Teaching, encouraging curiosity and motivation of the student. In this thesis we use PBL trying to help the teaching of basic biochemistry. The first step of this study was to investigate the students' preconceptions about proteins, sugars and lipids, which helped us to guide both the proposed activities in the didactic notebook *What We eat and We drink?* as the discussions in the classroom during the application of those activities. The population studied was quite broad, covering the ninth year of Elementary School, first, second and third years of High School as well as students of the Course of Chemistry of the Federal University of Santa Maria. In general we can say that proteins are seen by students as important substances for maintaining a healthy lifestyle, while sugars and fats are seen as harmful and cause diseases. Examples of how to apply the PBL both in Basic as Higher Education, are shown in the form of articles and in them we can see that those activities are quite challenging. It is common that students initially feel uncomfortable when working with an experimental resolution of the issue on which they don't received a ready protocol. However, it is heartening to see the progress of students to participate in this methodology, which allows us to state that PBL should be more widely disseminated and implemented in the classroom, in many different levels of education.

Key Words: Problem Based Learning; Basic Biochemistry; Experimentation.

Conteúdo

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
2.1. A Aprendizagem Baseada em Resolução de Problemas.....	12
2.2. Conceitos importantes sobre proteínas, açúcares e gorduras	16
2.2.1. Proteínas.....	16
2.2.2 Açúcares	19
2.2.3. Gorduras	23
3. APRESENTAÇÃO.....	24
Artigo 1	25
Artigo 2	38
Artigo 3	51
4. DISCUSSÃO.....	135
5. CONCLUSÕES.....	137
6. PERSPECTIVAS	140
7. REFERÊNCIAS	141

1. INTRODUÇÃO

A apresentação dos conteúdos de Ciências nos ensinos Fundamental e Médio acontece de forma fragmentada, causando um fracionamento do conhecimento em disciplinas isoladas, por exemplo, os conhecimentos de Bioquímica, parecem se dividir entre aqueles que são concernentes à Química e os que são à Biologia. Nesse sentido, é necessário que haja uma real aproximação no ensino desses conceitos, mas além de tudo, é fundamental que o estudante perceba que ele próprio existe em um ambiente absolutamente cercado de situações explicáveis por meio do estudo de Bioquímica.

Cabe ressaltar, parafraseando Wood (1994), que “ se pedirmos aos alunos para lembrar e regurgitar a fim de passar no exame, então isso é o que eles vão fazer”, ou seja, nós professores, temos o dever de proporcionar atividades que transponham a simples memorização de conteúdos, no intuito de habilitar os estudantes a terem uma inserção crítica na realidade a partir do estímulo à criatividade e da reflexão (LOPES et al. 2011).

A Resolução de Problemas é um método de ensino bastante difundido, principalmente entre os cursos de Medicina, onde se iniciou, em meados de 1960 na Universidade de Mc Master (Canadá), conforme relatado no trabalho de Norman e Schmidt em 1992. No Brasil, a metodologia foi implantada a partir de 1997 quando a Faculdade de Medicina de Marília e o curso de Medicina da Universidade Estadual de Londrina iniciaram um novo currículo fundamentado em atividades baseadas na metodologia de resolução de problemas (ABRP), em 1997 e 1998, respectivamente (MALHEIRO e DINIZ, 2008).

Como definição clássica de aprendizagem baseada em problemas, temos que:

“a aprendizagem que resulta do processo de trabalho para a compreensão de uma resolução de um problema. O problema se encontra em primeiro lugar no processo de aprendizagem” (*Barrows e Tamblyn 1980, p 1*).

Nessa metodologia, o papel dos estudantes é discutir os problemas e tentar encontrar explicações para o fenômeno, descrevendo cada um em termos de algum processo, princípio ou mecanismo subjacente (NORMAN e SCHMIDT, 1992). Nas ABRP, o tutor/monitor tem um papel fundamental, pois ele deixa de ser o professor que rege a turma e passa a ser um facilitador do processo de aprendizagem. Nesse sentido, é necessário que ele acompanhe os estudantes (que trabalham em pequenos grupos), ouça o que eles estão dizendo, no intuito de perceber como e se a aprendizagem está ocorrendo naquele grupo. É importante também, que o tutor/monitor consiga manter um ambiente desafiador de aprendizagem e incentive os alunos a vincular a teoria e a prática. Segundo Bizzo,

A educação em Ciências deve proporcionar aos estudantes a oportunidade de desenvolver capacidades que neles despertem a inquietação diante do desconhecido, buscando explicações lógicas e razoáveis, levando os alunos a desenvolverem posturas críticas, realizar julgamentos e tomar decisões fundamentadas em critérios objetivos, baseados em conhecimentos compartilhados por uma comunidade escolarizada. (BIZZO, 1998, p 95).

A experimentação, essencial para a construção deste estudo, tornou-se fundamental na consolidação das ciências naturais a partir do século XVII, na medida em que as leis formuladas deveriam ser aceitas pelas situações empíricas propostas, dentro de uma lógica sequencial de formulação de hipóteses e verificação de sua consistência. Sendo assim, ocupou lugar de destaque na formulação do método científico, pautado na racionalização de procedimentos.

Ao longo dos anos, talvez pelo avanço das tecnologias, fomos diminuindo a capacidade de pensar cientificamente, ou seja, observar os fenômenos que nos cercam e tentar inferir respostas que possam explicar o observado. Por outro lado, a memorização de conteúdos (a cada vez mais extensos) tem grande destaque, devido à necessidade de aprovação em concursos vestibulares, por exemplo. Sendo assim, o presente estudo tem como problema de pesquisa: Como ensinar Bioquímica básica transcendendo os muros da simples memorização de conteúdos?

Baseados na tentativa de resgate das habilidades de resolver problemas (observar e formular hipóteses), o que acreditamos que possa se opor à mera memorização de conteúdos, é que desenvolvemos este trabalho, o qual objetiva:

- i) Investigar as concepções de estudantes de Ensino Fundamental ao Superior sobre conceitos de Bioquímica e,
- ii) Utilizar a metodologia de ABRP para a proposição e aplicação de atividades práticas, as quais estão inteiramente voltadas para o ensino de Bioquímica básica (proteínas, carboidratos e lipídios), tanto para o ensino Básico quanto para o Superior.

A escolha do tema Bioquímica se deve ao nosso entendimento de que essa área do conhecimento, por ter sido construído historicamente a partir da pesquisa, possa ser de grande valia na tentativa de resgatar habilidades relacionadas ao método científico, que segundo Moreira e Ostermann (1993), consiste em compilar fatos através de observação e experimentação cuidadosas e em derivar, posteriormente, leis e teorias a partir destes fatos mediante algum processo lógico. Além disso, a construção do conhecimento de Bioquímica possibilita a compreensão de vários fenômenos biológicos, podendo ser aplicado a outras áreas do conhecimento, como Medicina, Agronomia, Microbiologia, Nutrição, dentre outras (PINTO e MARINHO, 1997; HUANG, 2000)

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. A Aprendizagem Baseada em Resolução de Problemas

A ABRP, diferentemente do método de ensino tradicional baseado na transmissão de conhecimentos disciplinares, representa uma perspectiva do ensino-aprendizagem ancorada no construtivismo, na (re) construção dos conhecimentos, cujo processo é centrado no estudante (MORAES e MANZINI, 2006). Essa metodologia parte do pressuposto da centralidade e da autonomia do aluno no processo de aprendizagem e apresenta como principais características a integração de conteúdos disciplinares estruturados sempre no contexto de um problema orientado para a discussão e resolução em grupo (SILVA e DELIZOICOV, 2008).

Para Barrows (1986), as ABRP como proposta didática apresentam as seguintes características:

- A aprendizagem é centrada no aluno;
- A aprendizagem acontece em pequenos grupos de alunos;
- Os professores são facilitadores ou guias;
- Os problemas formam o foco organizacional e o estímulo para a aprendizagem;
- Os problemas são um veículo para o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas e;
- A nova informação é proveniente por meio da aprendizagem auto diretiva.

É necessário ter em mente que o uso da metodologia não garante uma aprendizagem significativa, é preciso muito empenho tanto por parte do professor, que aqui age como um facilitador do processo de ensino e aprendizagem, quanto por parte do estudante. Segundo Woods (2004), as maiores dificuldades enfrentadas na implementação da ABRP parecem ser:

- A atitude equivocada de que os professores apenas apresentam um problema e, em seguida, coisas maravilhosas acontecem;

- A atitude equivocada de que os alunos não podem aprender um assunto corretamente por conta própria, "Eu preciso ensiná-los primeiro e em seguida, colocar o problema".
- A crença equivocada de que os alunos vão abraçar com entusiasmo esta abordagem – os professores não conseguem preparar os alunos bem para essa transição.

No entanto, o emprego de situações de resolução de problemas pode dar fôlego aos programas escolares, nos quais, verifica-se uma quantidade enorme de conteúdos a serem desenvolvidos, com minuciosidades desnecessárias, de modo que os professores se vêem obrigados a “correr” com a matéria, amontoando um item após outro na cabeça do aluno (PAZ et al., 2010). Essa prática tem influenciado negativamente na aprendizagem dos alunos, uma vez que não conseguem perceber a relação entre aquilo que estudam na sala de aula, a natureza e a sua própria vida (MIRANDA e COSTA, 2007).

No Brasil, o uso de ABRP ainda deixa a desejar, embora possamos identificar nos trabalhos de Paulo Freire uma tendência em fazer uso de questões do cotidiano como ponto de partida para a aprendizagem: *“Por que não estabelecer uma “intimidade” entre os saberes curriculares fundamentais aos alunos e a experiência social que eles têm como indivíduos?”* (FREIRE, 1996, p.30). O uso de assuntos atuais em sala de aula é de suma importância na proposição de problemas a serem discutidos, pois promove o estudo a partir da realidade do aluno. Assim, além de contribuir na busca de soluções para problemas reais do cotidiano, o professor influencia, motiva e sensibiliza os estudantes para a aprendizagem dos conteúdos que ele almeja ensinar.

As tabelas 1 e 2 foram construídas através de pesquisa em bancos de dados relevantes para a área de Ensino de Química. Por meio delas, pretendemos discutir os trabalhos publicados na literatura (nos últimos cinco anos) e que abordam o tema desta tese. A tabela 1 mostra os dados da pesquisa sobre o termo PBL - do inglês, Problem Based Learning (Aprendizagem Baseada em Problemas).

Tabela 1: Mostra o número de trabalhos encontrados para o termo PBL em três bases de dados entre os anos de 2008 e 2012.

Base de dados	2012	2011	2010	2009	2008
Google Acadêmico	15.000	12.800	12.100	11.800	9.240
Scielo	5	8	4	4	4
Scopus	563	556	509	455	396

Na base de dados Google Acadêmico, percebe-se um aumento considerável no número de trabalhos que se relacionam a PBL. Essa base de dados é bastante geral, trazendo trabalhos do mundo inteiro, diferentemente da base Scielo, que abrange periódicos científicos brasileiros. Na base Scielo, foram poucos os trabalhos. Outra base importante é o Scopus, que mostra um número grande de trabalhos envolvendo PBL, porém, uma análise geral dos artigos encontrados mostra que a grande maioria se destina às ciências da saúde, como medicina e enfermagem, justamente onde se iniciaram os trabalhos com PBL. Para refinar nossos resultados, pesquisamos dentre os artigos da tabela anterior, aqueles que se relacionam ao Ensino de Bioquímica, para tanto, utilizamos a busca pelo termo “Basic Biochemistry”. Vejamos os resultados na tabela 2:

Tabela 2: Busca pelo termo Basic Biochemistry dentro dos resultados encontrados para o termo PBL.

Base de dados	2012	2011	2010	2009	2008
Google Acadêmico	2	5	6	7	3
Scielo	0	0	0	0	0
Scopus	6	12	6	7	3

Como podemos ver o número de trabalhos relacionados ao ensino de Bioquímica básica é bastante pequeno, mesmo nas bases de dados mais gerais. Dentre esses trabalhos, podemos citar:

- Integração das ciências básicas em cursos de saúde (Integration of basic sciences in health's courses, AZZALIS e col, 2012);
- O teste de progresso como uma ferramenta de diagnóstico para um novo currículo PBL (The progress test as a diagnostic tool for a new PBL curriculum, AL ALWAN et al. 2011);
- Impacto da aprendizagem baseada em problemas em um ambiente de sala de aula grande: a percepção dos estudantes e habilidades para resolver problemas (Impact of problem-based learning in a large classroom setting: Student perception and problem-solving skills, KLEGERIS, 2011)
- Criação de simulações de casos clínicos baseados na web e tutoriais PBL em bioquímica médica: Uma colaboração Turco-Búlgara (Creation of web-based clinical case simulations and PBL tutorials in medical biochemistry: Turkish-Bulgarian collaboration, KOSSEKOVA e GÜNER-AKDO, 2010);
- O que torna a aprendizagem de fisiologia em um currículo médico PBL desafiador? Percepções dos estudantes (What makes the learning of physiology in a PBL medical curriculum challenging? Student perceptions, TUFTS e HIGGINS-OPITZ, 2009) ;
- Aprendizagem baseada em problemas e grupos grandes de estudantes: Conceitos mutuamente exclusivos ou compatíveis - Um estudo piloto (Problem-based learning and larger student groups: Mutually exclusive or compatible concepts - A pilot study, KINGSBURY e LYMN, 2008).

Ao refinarmos os dados, percebemos que a ABRP ainda é pouco divulgada no Brasil, principalmente do que se trata ao Ensino Básico. Além disso, não encontramos atividades propostas para esse nível de ensino, o que mostra que a metodologia está restrita ao nível Superior, onde se destacam atividades voltadas para os cursos da área da saúde.

2.2. Conceitos importantes sobre proteínas, açúcares e gorduras

Os alimentos fornecem diversas substâncias que constituem a matéria-prima para a construção das células. As células produzidas, por sua vez, permitem o crescimento, o desenvolvimento e a manutenção do organismo pela reposição das células que morrem. Os alimentos que ingerimos geralmente são formados por uma mistura de substâncias. Entre elas, destacam-se a água, os sais minerais, as proteínas, os carboidratos (ou açúcares), os lipídios e as vitaminas. Todas essas substâncias são necessárias para a manutenção da vida. No texto a seguir aprofundaremos o estudo de Proteínas, Açúcares e Gorduras, devido à sua importância para o presente estudo.

2.2.1. Proteínas

São polímeros de aminoácidos, nos quais cada resíduo de aminoácido se une ao seu vizinho por um tipo específico de ligação covalente. O termo "resíduo" reflete a perda de água que ocorre quando um aminoácido se une a outro, através de uma ligação chamada peptídica. Na figura 1 temos a estrutura geral de um aminoácido:

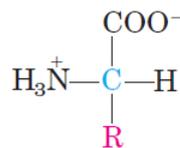


Figura 1: Estrutura geral de um aminoácido.

As proteínas podem ser quebradas (hidrolisadas) em seus aminoácidos constituintes por uma variedade de métodos. Vinte diferentes aminoácidos são comumente encontrados nas proteínas. O primeiro a ser descoberto foi a asparagina, em 1806. O último dos 20 a ser encontrado, treonina, não foi identificado até 1938. Todos os aminoácidos têm nomes comuns ou triviais, em alguns casos, derivados do nome de onde foram isolados pela primeira vez. Asparagina foi encontrado pela primeira vez em aspargos e glutamato em glúten de trigo. A tirosina foi isolada pela primeira vez a partir de queijo (o seu nome deriva da

Tyros grego, "queijo"). A glicina (Glykos em grego, "doce"), foi assim chamado por causa de seu sabor doce. (NELSON e COX, 2005)

Além das ligações peptídicas que ocorrem formando as proteínas, ocorrem outras ligações químicas entre o restante da cadeia carbônica dos aminoácidos, como ligações covalentes entre os grupamentos -SH de dois aminoácidos cisteína, formando uma ponte dissulfeto, pontes de hidrogênio entre grupamentos polares da cadeia carbônica, ou até ligações fracas do tipo Van der Waals. Tais interações garantem uma incrível estabilidade e conformação tridimensional única às proteínas, relacionada diretamente com sua função. Essa estrutura formada é fundamental para a estereoquímica celular, onde as reações são quase todas enzimáticas e ocorrem com uma especificidade da enzima ao substrato garantida pela forma tridimensional final das proteínas. Qualquer modificação nesta estrutura modificará a afinidade da enzima pelo substrato e isso será utilizado pela célula para regular a ação enzimática.

As proteínas normalmente abastecem e suprem as necessidades corpóreas de aminoácidos e do nitrogênio neles contido. Toda proteína presente na dieta de seres humanos é digerida e entra na circulação sanguínea como aminoácidos individualizados ou mesmo como dipeptídios (compostos por dois aminoácidos), dirigindo-se ao fígado, que inicia seu processo metabólico.

Os mamíferos são capazes de sintetizar somente 10 dos 20 aminoácidos necessários para a síntese protéica (sendo esses chamados de aminoácidos não-essenciais: glicina, alanina, serina, prolina, cisteína, ácido aspártico, ácido glutâmico, asparagina, glutamina e tirosina). Os outros 10 aminoácidos não podem ser sintetizados e devem estar presentes na alimentação (são os chamados aminoácidos essenciais: treonina, lisina, metionina, arginina, valina, fenilalanina, leucina, triptofano, isoleucina e histidina).

Podemos agrupar as proteínas em várias categorias de acordo com a sua função. De uma maneira geral, as proteínas desempenham nos seres vivos as seguintes funções: estrutural, enzimática, hormonal, defesa, nutrição, coagulação sanguínea e transporte (PAULINO, 1992). Vejamos:

a) Função estrutural: Participam da estrutura dos tecidos. Exemplos:

- *Colágeno*: Proteína de alta resistência, encontrada na pele, nas cartilagens nos ossos e tendões.

- *Actina e Miosina*: Proteínas contráteis, abundantes nos músculos, onde participam do mecanismo da contração muscular.

- *Queratina*: Proteína impermeabilizante encontrada na pele, no cabelo e nas unhas.

- *Albumina*: Proteína mais abundante do sangue, relacionada com a regulação osmótica e com a viscosidade do plasma (porção líquida do sangue).

b) Função enzimática: A quase totalidade das moléculas com atividade catalítica são proteínas denominadas enzimas. As enzimas são fundamentais como moléculas reguladoras das reações biológicas. Dentre as proteínas com função enzimática podemos citar como exemplo, as lipases, enzimas que transformam os lipídios em suas unidades constituintes, como os ácidos graxos e glicerol.

c) Função hormonal: Muitos hormônios de nosso organismo são de natureza protéica. Podemos caracterizar os hormônios como substâncias elaboradas pelas glândulas endócrinas e que, uma vez lançadas no sangue, vão estimular ou inibir a atividade de certos órgãos. É o caso da insulina, hormônio produzido no pâncreas e que se relaciona com a manutenção da glicemia (taxa de glicose no sangue).

d) Função de defesa: Existem células no organismo capazes de "reconhecer" proteínas "estranhas", chamadas de antígenos. Na presença dos antígenos o organismo produz proteínas de defesa, denominados anticorpos. O anticorpo combina-se, quimicamente, com o antígeno, de forma a neutralizar seu efeito. A reação antígeno-anticorpo é altamente específica, o que significa que um determinado anticorpo neutraliza apenas o antígeno responsável pela sua formação. Os anticorpos são produzidos por certas células (como os linfócitos, um dos tipos de glóbulo branco do sangue). São proteínas denominadas gamaglobulinas.

e) Função nutritiva: As proteínas servem como fontes de aminoácidos, incluindo os essenciais requeridos pelo homem e outros animais. Esses aminoácidos podem, ainda, ser oxidados como fonte de energia no mecanismo

respiratório. Nos ovos de muitos animais (como os das aves) o vitelo, material que serve à nutrição do embrião, é particularmente rico em proteínas.

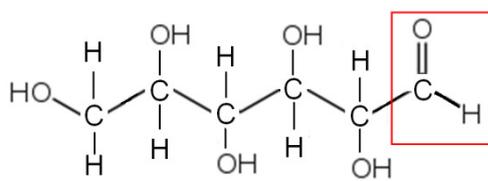
f) Coagulação sangüínea: Vários são os fatores da coagulação que possuem natureza protéica, como por exemplo: fibrinogênio, globulina anti-hemofílica, etc...

g) Transporte: Pode-se citar como exemplo a hemoglobina, proteína responsável pelo transporte de oxigênio no sangue.

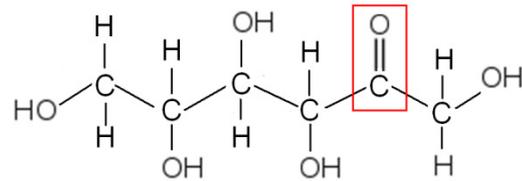
2.2.2 Açúcares

Os açúcares ou carboidratos são as biomoléculas mais abundantes na Terra. A cada ano, a fotossíntese converte mais de 100 bilhões de toneladas de CO_2 e H_2O em celulose e outros produtos vegetais. Alguns carboidratos (açúcar e amido) são um alimento básico na maior parte do mundo, e a oxidação dos hidratos de carbono é a fonte central de energia para a maioria das células não-fotossintéticas (NELSON e COX, 2005)

São compostos de função mista do tipo poliálcool- aldeído ou poliálcool-cetona. Veja alguns exemplos:



2) Glicose (poliálcool-aldeído)



3) Frutose (poliálcool-cetona)

Figuras 2 e 3: Exemplos de poliálcool-aldeído e poliálcool-cetona, respectivamente.

Podemos entender a classificação dos açúcares pela figura 4:

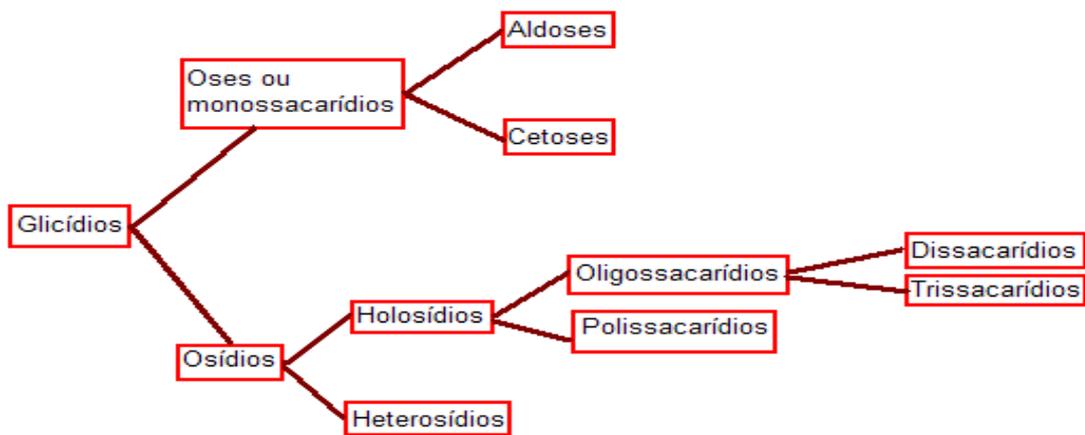
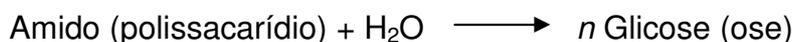
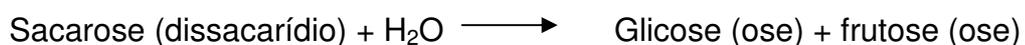


Figura 4: Esquema de classificação dos açúcares.

Oses, ou monossacarídios, segundo Feltre (2005), são glicídios mais simples, que não sofrem hidrólise em ácidos não muito concentrados. Os prefixos indicam que as aldoses têm o grupo aldeído, enquanto as cetoses têm o grupo cetona. Osídios são glicídios mais complexos, que se hidrolisam, produzindo moléculas menores. Subdividem-se em:

- Holosídios: quando a hidrólise só produz oses.
- Heterosídios: quando a hidrólise produz oses e compostos de outras classes (orgânicos ou inorgânicos).

Os holosídios podem ainda ser subdivididos em monossacarídios, dissacarídios ou polissacarídios, conforme o produto de sua hidrólise: uma, duas ou muitas oses. Por exemplo:



Os dissacarídeos mais conhecidos são: a sacarose, a maltose e a lactose. O termo oligossacarídio indica os holosídios formados pela reunião de poucas moléculas de oses.

As oses apresentam vários carbonos assimétricos, portanto, apresentam muitos isômeros ópticos. Nas oses também ocorre o que chamamos de *ciclização* da molécula, isso ocorre quando o grupo aldeído de uma aldose (ou grupo cetona de uma cetose) reage com uma oxidrila da própria molécula, formando uma cadeia fechada ou cíclica (FELTRE, 2005). Veja o exemplo abaixo:

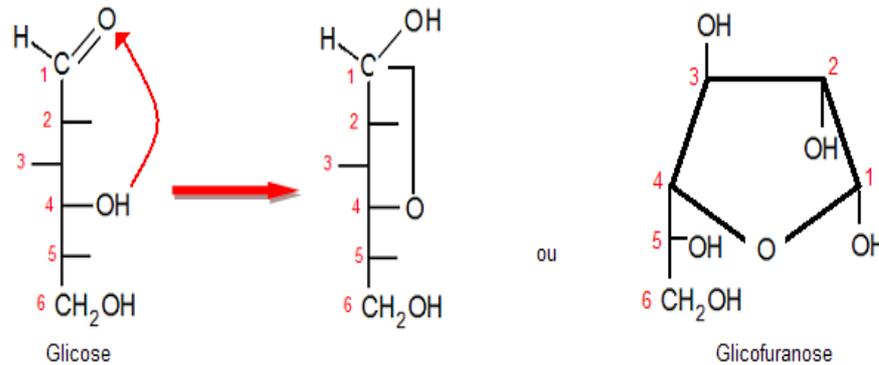


Figura 5: Esquema de ciclização da glicose no carbono 4.

Nesse caso, a ciclização ocorreu no carbono número 4, dando origem a um anel de cinco átomos (quatro carbonos e 1 oxigênio) que se assemelha a um

composto denominado furano , originando uma estrutura chamada **furanóica** ou **furanose**. No entanto, a ciclização pode ocorrer também no carbono número 5, sendo essa a forma mais comumente encontrada. Veja a figura 6:

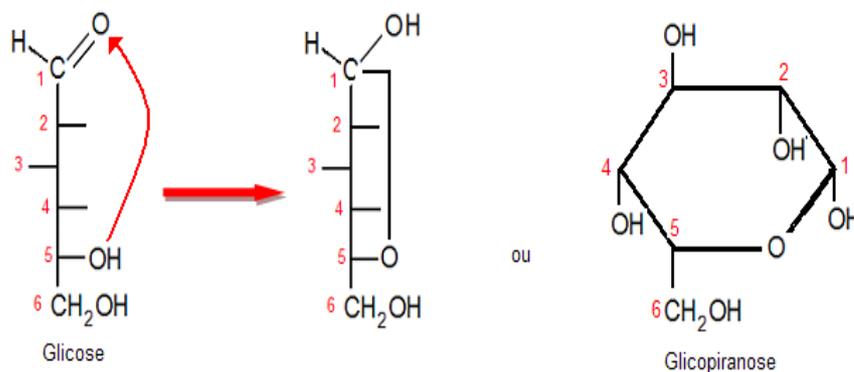
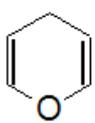
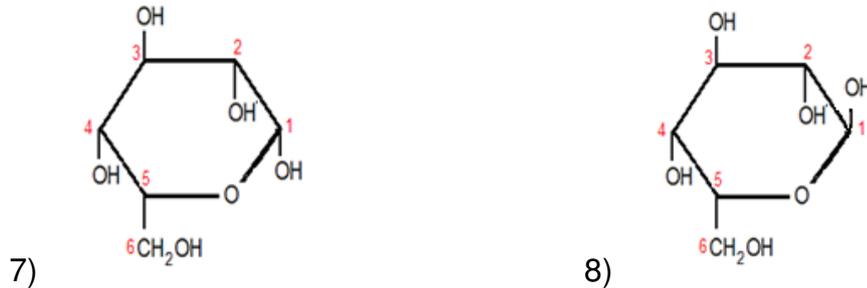


Figura 6: Esquema de ciclização da glicose no carbono 5.

Como esse anel lembra o composto chamado **pirano**, , essa forma cíclica é denominada **piranóica** ou **piranose**.

É importante ressaltar que, a oxidrila do carbono 1 pode assumir duas posições:



Figuras 7 e 8: Posições possíveis para a oxidrila.

Observe que na figura 7, a oxidrila do carbono 1 está na posição *cis* em relação à oxidrila do carbono 2, enquanto que na figura 8, a oxidrila do carbono 1 está em posição *trans* em relação ao carbono 2.

As principais fontes de carboidratos são os vegetais produtores de amido como reserva energética (p.ex.: milho, mandioca, beterraba, arroz e todos os cereais), seguido dos produtores de sacarose (cana-de-açúcar, beterraba). As frutas contêm grande quantidade de frutose, além de outros carboidratos; o leite e seus derivados contêm a lactose. Os alimentos de origem animal (exceto leite e seus derivados) possuem baixo teor de carboidratos, reservando-se ao fígado e aos músculos as principais fontes em virtude de serem sede da síntese de glicogênio (polímero de glicose bem mais ramificado que o amido, sintetizado, também por fungos e alguns protozoários) (VIEIRA, 2003).

A carência de carboidratos na alimentação induz ao consumo aumentado das gorduras e proteínas musculares para a produção de energia. A prática de redução da ingestão de carboidratos é comumente utilizada em dietas de emagrecimento. Deve-se levar em consideração que a utilização em excesso de lipídios (principalmente) e proteínas para a produção de energia, poderá trazer inconvenientes fisiológicos, com a produção de dejetos metabólicos danosos ao organismo quando em grande quantidade, como é o caso dos corpos cetônicos que induzem a queda do pH e da destruição da camada mielínica dos neurônios (VIEIRA, 2003).

2.2.3. Gorduras

Os lipídios, ou gorduras, como são conhecidos popularmente, são a principal fonte de armazenamento energético, podendo manter alguns tipos de células vivas por vários anos (p.ex.: as sementes oleaginosas). Os lipídios fornecem significativa quantidade de energia (quase o dobro dos carboidratos), desta forma, os lipídios energéticos (ácidos graxos na forma de triglicerídeos) são captados pelo tecido adiposo lá ficando armazenados até que haja necessidade energética. Por esta razão, os ácidos graxos não são tão bem aproveitados para o metabolismo energético como a glicose que, apesar de menos calórica, é bem mais rapidamente degradada pelas células (VIEIRA, 2003).

Os lipídios fazem parte de um conjunto de substâncias químicas que, ao contrário das outras classes de compostos orgânicos, não são caracterizadas por algum grupo funcional comum, e sim pela sua alta solubilidade em solventes orgânicos e baixa solubilidade em água.

Embora não apresentem nenhuma característica estrutural comum, todas elas possuem muito mais ligações carbono-hidrogênio do que as outras biomoléculas e a grande maioria possui poucos heteroátomos. Isto faz com que estas moléculas sejam pobres em dipolos localizados (carbono e hidrogênio possuem eletronegatividade semelhante).

Os lipídios servem como transportadores de nutrientes e das vitaminas lipossolúveis, substâncias solúveis em gorduras, como as vitaminas A, D, E e K. São abundantes nas células, formando, juntamente com as proteínas, a estrutura fundamental das membranas celulares (PINHEIRO et al. 2005)

3. APRESENTAÇÃO

Os resultados obtidos neste estudo serão mostrados na forma de artigos e de um caderno didático.

O primeiro artigo, submetido à Revista Ciências & Ideias, intitula-se CONCEPÇÕES SOBRE PROTEÍNAS, AÇÚCARES E GORDURAS: UMA INVESTIGAÇÃO COM ESTUDANTES DE ENSINO BÁSICO E SUPERIOR. A pesquisa sobre as concepções dos estudantes sobre Proteínas, Açúcares e Gorduras foi realizada por meio de um questionário, tratando-se da primeira fase do estudo.

Na segunda fase do estudo, foi dado início ao desenvolvimento de Atividades Baseadas em Resolução de Problemas destinadas ao ensino de Bioquímica. Os artigos 2 e 3 mostram exemplos de como essas atividades podem ser desenvolvidas com estudantes de Ensino Fundamental (artigo 2) e Ensino Superior (artigo 3).

O artigo 2, intitulado DIGESTÃO: O QUE COMEMOS E O QUE BEBEMOS? UM RELATO DE EXPERIÊNCIA NO ENSINO FUNDAMENTAL, foi publicado no volume 4, número 2 de 2013 da Revista Ciências & Ideias e apresenta uma atividade trabalhada com estudantes de sétimo e oitavo anos de uma escola pública Municipal de Santa Maria, RS.

O terceiro artigo, A PROPOSAL FOR TEACHING UNDERGRADUATE CHEMISTRY STUDENTS CARBOHYDRATE BIOCHEMISTRY BY PROBLEM-BASED LEARNING ACTIVITIES, trata-se de uma atividade realizada com estudantes de Ensino Superior (formandos em Licenciatura em Química – UFSM). Tendo sido publicado pela Revista Biochemistry and Molecular Biology Education em 2013.

Posteriormente à apresentação dos artigos mostramos o Caderno Didático: O QUE COMEMOS E O QUE BEBEMOS – Versão do professor. O caderno é composto por 20 atividades práticas relacionadas ao ensino de Bioquímica utilizando reagentes simples e de fácil obtenção bem como alimentos e bebidas de nosso cotidiano.

Artigo 1

CONCEPÇÕES SOBRE PROTEÍNAS, AÇÚCARES E GORDURAS: UMA INVESTIGAÇÃO COM ESTUDANTES DE ENSINO BÁSICO E SUPERIOR***CONCEPTIONS ON PROTEIN, SUGAR AND FATS: AN INVESTIGATION WITH STUDENTS OF BASIC AND HIGHER EDUCATION***

Angela Carine Moura Figueira [qmcfigueirsa@gmail.com]

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

Universidade Federal de Santa Maria, PPG em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde. Av Roraima nº 1000, Camobi, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

Resumo

A Bioquímica, enquanto campo do conhecimento busca entender os processos químicos que ocorrem nos sistemas biológicos, sendo assim, é de fundamental importância para o entendimento de nossa própria existência. Apesar de ser uma ciência com conceitos muito bem estruturados, fora do ambiente acadêmico encontramos muitos conhecimentos baseados em senso comum, as chamadas concepções alternativas. Por carregarem uma grande conotação simplista como forma de explicar os fenômenos ou preceitos científicos, tais concepções podem se tornar obstáculos para uma aprendizagem significativa. Dessa forma, é necessário que o professor tome conhecimento de tais concepções para que possa repensar a sua prática, (re) construindo-a de acordo com as necessidades de seus estudantes. Nesse sentido, o presente trabalho visa, por meio de um questionário, inventariar as concepções de estudantes de escolas públicas da cidade de Santa Maria, RS. Foram investigados 34 estudantes de Ensino Fundamental (nono ano), 306 de Ensino Médio (1º, 2º e 3º anos) e 36 de Ensino Superior (formandos do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Santa Maria – RS) sobre os conceitos: Proteínas, Açúcares e Gorduras. De modo geral, podemos perceber nas respostas uma grande tendência em considerar as proteínas como substâncias fundamentais para a saúde, muito relacionadas à “energia” e “força”. Por outro lado, açúcares e gorduras são considerados substâncias ruins e causadoras de doenças e problemas estéticos, o que não deixa de ser verdade, porém, pode indicar que estes estudantes não têm um claro entendimento do papel de tais substâncias para o correto funcionamento e manutenção dos organismos.

Palavras Chave: Concepções Alternativas, Proteínas, Açúcares e Gorduras.

Abstract

Biochemistry, as a field of knowledge seeks to understand the chemical processes that occur in biological systems, it is therefore of fundamental importance for the understanding of our own existence. Despite being a science with well structured concepts, outside the academic environment we find many knowledge based on common sense, the so-called alternative conceptions. On carry a large connotation as simplistic way of explaining the phenomena or scientific principles, these concepts may become obstacles to meaningful learning. Thus, it is necessary that the teacher becomes aware of such concepts to help you rethink your practice, (re) building it according to the needs of their students. In this sense, the present work aims, using a questionnaire, survey the conceptions of students from public schools in the city of Santa Maria, RS. Thirty four students from Elementary School (ninth year), 306 of Secondary Education (1st, 2nd and 3rd years) and 36 of Higher Education (Chemistry Licentiate students, from Federal University of Santa Maria - RS) were investigated on the concepts: proteins, sugars and fats. Overall, we can see a big trend in the responses to consider the proteins as key substances for health, closely related to the "energy" and "force." On the other hand, sugars and fats are considered bad substances and disease-causing and esthetic problems, which is nonetheless true, however, may indicate that these students have no a clear understanding of the role of such substances for proper operation and maintenance of organisms.

Key Words: Alternative Conceptions, Proteins, Sugars and Fats.

Introdução

Há muito tempo, os modelos tradicionais de ensino já não servem para satisfazer as necessidades da sociedade contemporânea. Segundo Mizukami (1986), o ensino tradicional se caracteriza por ser centrado na figura do professor, enquanto o aluno desempenha um papel passivo de receptor dos conhecimentos que são externos a ele. As atividades pedagógicas são, na maioria das vezes, rotineiras e uniformes para promover a fixação dos conteúdos, sendo as aulas basicamente expositivas. Nesse tipo de ensino, ignora-se a concepção de um processo contínuo e coletivo para o ensino e a aprendizagem.

Por outro lado, preocupação com a variedade e a quantidade de noções, conceitos e informações vem sendo, aos poucos, substituída pela preocupação com a formação do pensamento reflexivo do aluno. Dessa forma, o aluno deixa de ser um mero receptor de informações para se tornar agente atuante em seu processo de

ensino e aprendizagem, o que gera a necessidade de conhecer aquilo que o estudante pensa sobre os mais diversos temas.

As representações que cada indivíduo faz das realidades que o cercam, são específicas do mesmo e são construídas ao longo de sua vida, acompanhando-o à escola, onde serão agregados aos conhecimentos científicos. Ao mesmo tempo, uma mesma realidade analisada por diferentes sujeitos não será, por isso, necessariamente interpretada de igual forma. A essas representações damos o nome de Concepções Alternativas (CA), caracterizadas por carregarem uma grande conotação simplista como forma de explicar os fenômenos ou preceitos científicos. Ainda que consideradas vagas, pouco definidas, estáveis, resistentes a alteração, muitas vezes satisfazem os pontos de vista do indivíduo e podem se tornar empecilhos da construção de conceitos (POZO ET AL, 1991; PÉREZ E CARRASCOSA, 1994).

As investigações sobre as CA têm suporte teórico nas concepções filosóficas e psicológicas de autores como Jean Piaget e David Ausubel (SANTOS, 1996). Piaget analisava as representações do mundo que se dão espontaneamente na criança durante seu desenvolvimento intelectual, como ideias, crenças, explicações causais e expectativas, relativamente a fenômenos naturais que a criança constrói para dar sentido às suas representações pessoais. Ausubel afirmava que o mais importante fator isolado que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe, tornando-se necessário investigar tais conhecimentos.

A Bioquímica é uma ciência complexa e importante, que estuda os processos químicos envolvidos nos organismos vivos. Esses processos abrangem alguns componentes básicos, como proteínas, carboidratos (ou açúcares), ácidos nucleicos e lipídeos (ou gorduras), tratando das suas formas e funções no metabolismo. Embora complexa, tem implicações fundamentais em nosso cotidiano, como a escolha de uma dieta adequada às necessidades de cada indivíduo. De tal forma, é necessário que o professor tenha conhecimento daquilo que seus alunos já sabem sobre o tema (principalmente suas dificuldades), o que lhe auxiliará na elaboração e proposição de atividades tanto práticas quanto teóricas.

Muitos estudos (PINHEIRO e col., 2009; ESPÍNDOLA e col., 2010; CARVALHO e col, 2012) relatam dificuldades de estudantes, principalmente da área de saúde em conceitos de bioquímica. Nesse contexto, o presente trabalho busca

investigar as concepções de estudantes de Ensino Superior e Básico sobre Proteínas, Açúcares e Gorduras, no intuito de auxiliar os professores de todos os níveis de ensino a proporcionar uma aprendizagem significativa a seus estudantes.

Metodologia

No presente estudo optou-se trabalhar com a metodologia qualitativa uma vez que esta é indicada quando se quer apreender concepções e representações (BARDIN, 1977). O instrumento de pesquisa adotado consistiu de um questionário aberto (CHAGAS, 2000) contendo as seguintes questões:

- 1) O que você entende por proteínas?
- 2) O que você entende por açúcares?
- 3) O que você entende por gorduras?

Os dados do ensino básico foram coletados em duas escolas de Ensino Fundamental e cinco escolas de Ensino Médio, ambas da rede pública de ensino de Santa Maria. Em cada escola, visitamos apenas uma turma por ano escolar, sendo assim, temos: 34 alunos do nono ano do Ensino Fundamental e 306 de Ensino Médio (126 do primeiro ano, 108 do segundo e 72 do terceiro, neste último, além da baixa participação dos estudantes, percebeu-se a alta evasão escolar). Os dados para o Ensino Superior foram coletados com 36 estudantes de duas turmas da disciplina de Bioquímica Experimental (a qual é ofertada no segundo semestre letivo de cada ano para o Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Santa Maria, RS), totalizando 376 questionários.

Após a coleta dos dados, partimos para a análise dos mesmos utilizando-se a técnica da Análise de Conteúdo (BARDIN, 1977). Na análise, buscamos primeiramente a organização dos dados extraídos das respostas dos alunos, agrupando-os em categorias emergentes significativas (PACCA E VILLANI, 1990). Todas as informações passadas pelos estudantes foram consideradas, sem classificá-las como certas ou erradas (LÜDKE, 1983), a fim de caracterizar o pensamento dos alunos sobre as questões aplicadas. Destacamos que uma mesma resposta pode se incluir em mais de uma categoria, dependendo de sua complexidade.

No intuito de não identificar os participantes da pesquisa, ao citarmos frases escritas pelos estudantes, tanto nos questionários quanto nas entrevistas, colocaremos entre parêntesis ao final da frase, que estará em itálico e entre aspas, um código que conterà a identificação do ano escolar do indivíduo, como nos exemplos a seguir:

- (A1, EF): Aluno 1 do Ensino Fundamental;
- (A7, 1ºEM): Aluno 7 do primeiro ano do Ensino Médio;
- (A15, 2ºEM): Aluno 15 do segundo ano do Ensino Médio;
- (A28, 3ºEM): Aluno 28 do terceiro ano do Ensino Médio;
- (A32, ES): Aluno 32 do Ensino Superior.

Resultados e Discussão

Por meio da análise das respostas sobre Proteínas, Açúcares e Gorduras emergiram quatro categorias, são elas:

1. **Conceitos químicos:** Contém respostas baseadas em conhecimentos que se aprendem em disciplinas de Química;
2. **Função biológica:** Contém respostas baseadas em conhecimentos que se aprendem em disciplinas de Biologia;
3. **Exemplos/Fontes:** Contém respostas que citam exemplos ou fontes de proteínas, açúcares e gorduras;
4. **Não sabe/Não respondeu.**

Para as respostas sobre Gorduras, obtivemos ainda a categoria Outras, que em sua maioria trazem respostas relacionadas à aspectos estéticos da gordura no corpo humano.

A seguir, mostraremos os gráficos com a distribuição dos percentuais por categoria e grupos de participantes, bem como tabelas que trazem i) as respostas mais citadas pelos estudante de nono ano, Ensino Médio (onde foram agrupadas as respostas de 1º, 2º e 3º anos) e Ensino Superior e, ii) alguns exemplos de respostas dadas pelos estudantes para cada uma das questões.

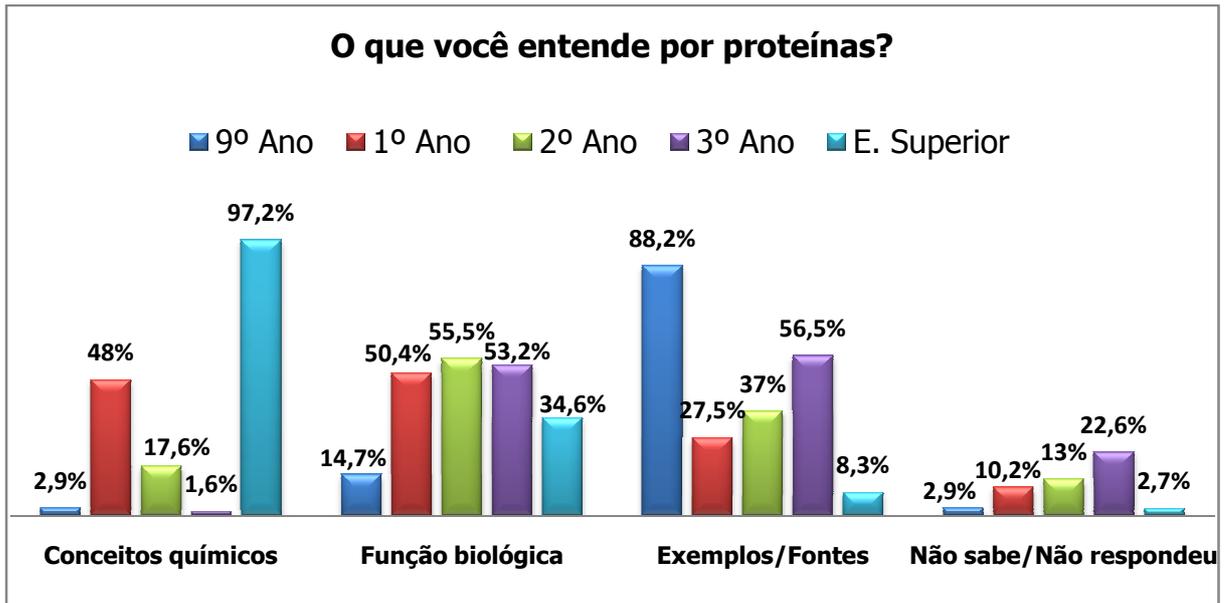


Gráfico 1: Respostas à pergunta "O que você entende por proteínas?".

Tabela 1: Mostra os termos mais citados pelos estudantes em relação a Proteínas:

Categoria	9º Ano	Ensino Médio	Ensino Superior
Conceitos químicos	Moléculas/Substâncias orgânicas: 8,8% Glicose: 2,9% Cálcio: 2,9%	Aminoácidos: 20,9% C, H, O, N, S: 3,6% Compostos orgânicos: 22,3%	Aminoácidos: 88% Ligações peptídicas: 44,4%
Função Biológica	Energia/Força: 26,4% Nutrientes: 8,8% Músculos: 5,8%	Energia/Força: 10,78% Células: 3,6% Vitamina: 3,2%	Catálise: 11,1% Estrutural: 11,1% Transporte: 11,1%
Exemplos Fontes	Carne: 41,2% Arroz: 17,6% Leite: 14,7%	Carne: 14,7% Alimentos: 9,8% Leite: 5,9%	Hemoglobina: 2,7% Leite: 2,7% Queratina: 2,7%

Tabela 2: Exemplos de respostas dadas pelos estudantes para a questão: O que você entende por proteínas?

Categorias	Exemplos de respostas
Conceitos químicos	<p>“As proteínas são substâncias orgânicas formadas por moléculas que são muito importantes para o corpo.” (A15, EF)</p> <p>“São aminoácidos” (A 12, 2ºEM)</p>
Função biológica	<p>“É tudo que existe nos alimentos e que nos dá energia.” (A27, EF)</p> <p>“São moléculas que tem função de construção, anticorpos e enzimas. Estão relacionadas ao RNA e ao DNA” (A108, 3ºEM)</p>
Exemplos/Fontes	<p>“O que tem cálcio para o nosso corpo, alimentos saudáveis, ex: feijão, arroz, carne, tudo que favorece para uma alimentação saudável.” (A29, EF)</p> <p>“São tudo o que comemos todos os dias, nos pães, massas, arroz, carne, leite.” (A40, 2ºEM)</p>

A análise das respostas mostrou que muitos estudantes, de alguma forma, relacionam as proteínas aos aminoácidos e, não raro, os entendem como análogos. Alguns demonstram perceber que as proteínas não são meros amontoados de aminoácidos, mas sim, que se formam através de ligações químicas (as ligações peptídicas, citadas por 44,4% dos alunos do ES), as quais estão largamente relacionadas com a estrutura tridimensional, acarretando em diferentes funções biológicas das proteínas.

A categoria Exemplos/Fontes é muito importante, pois nela, os estudantes colocam exemplos ou fontes de proteínas que conhecem, nela podemos ver que as proteínas mais citadas são de origem animal, sendo que apenas 17% dos alunos de EF citam o arroz (fonte de proteína vegetal) como exemplo. Tal fato nos permite ampla discussão e visualização de pontos específicos dos conteúdos de bioquímica que necessitam ser mais bem ilustrados a fim de auxiliar na vida cotidiana dos

indivíduos na hora de escolher alimentos adequados à sua necessidade, sejam por motivos de saúde ou estéticos.

Em 2012, Carvalho e col., desenvolveram uma pesquisa com 133 estudantes de duas escolas (uma pública e outra particular) de Ensino Médio da Cidade de São Carlos, São Paulo. No referido trabalho, foi possível notar uma grande tendência (em média 54%) de relacionar as proteínas ao bem estar físico, o que pôde ser observado também em nossa pesquisa, quando os estudantes relacionam as proteínas à “força” e “energia”.

No gráfico 2 indicamos as categorias extraídas dos questionários em relação ao que os estudantes entendem por açúcares.

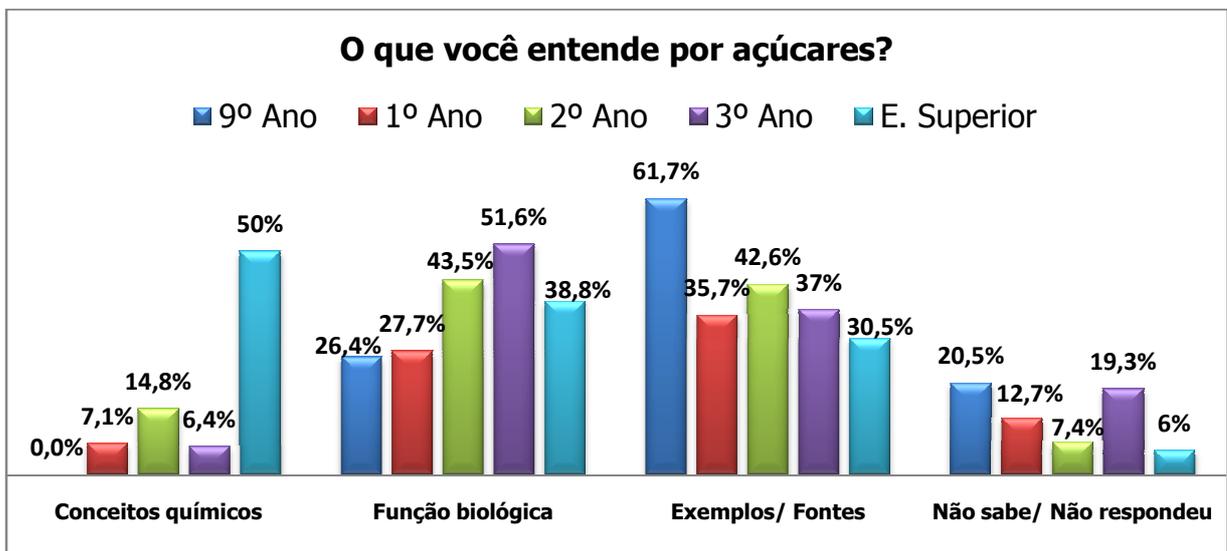


Gráfico 2: Respostas à pergunta “O que você entende por açúcares?”.

Tabela 3: Mostra os termos mais citados pelas estudantes em relação a Açúcares.

Categoria	9º Ano	Ensino Médio	Ensino Superior
Conceitos químicos	-	Mono, di e polissacarídeos: 4,2% Classificação por número de carbonos: 2,3% Hidratos de carbono: 1,6%	Polissacarídeos: 22,2% Monossacarídeos: 11,1% Poliálcoois: 8,3%
Função biológica	Energia: 35,2% Doenças: 35,2% Engorda: 8,8	Energia: 27,8% Doenças: 15,4% Células: 3,9%	Energia: 27,7% Doenças: 5,5%
Exemplos/ Fontes	Doces: 29,4% Frutas: 17,6% Cana de açúcar: 14,7%	Glicose: 19,6% Doces: 5,2% Frutas: 4,6%	Glicose: 33,3% Frutose: 25% Sacarose: 25%

Tabela 4: Exemplos de respostas dadas pelos estudantes para a questão: O que você entende por açúcares?

Categorias	Exemplos de respostas
Conceitos químicos	<p>“São carboidratos (dissacarídeos). A sacarose (o açúcar da cana) é formada pela união da glicose com a frutose.” (A98, 1º EM)</p> <p>“Composto orgânico com um grupo aldeído em uma extremidade e múltiplas hidroxilas em seus carbonos (1 por carbono).” (A12, ES)</p>
Função biológica	<p>“A energia que o ser vivo utiliza em suas atividades (formar suas células, movimentar-se, produzir calor etc.) provém da oxidação do alimento. (A121, 1ºEM)</p> <p>“É o açúcar que possuímos no sangue depois de digerirmos os alimentos doces, muitos tem diabetes e acabam tendo que controlar, até mesmo são pessoas muito obesas que tem muita gordura.” (A3, 2ºEM)</p>
Exemplos/Fontes	<p>“É qualquer doce como bala, negrinho, pirulito e outros.” (A27, EF)</p> <p>“Glicose, é encontrada em muitos alimentos como frutas, arroz, leite e também na cana.” (A36, 3ºEM)</p>

Como já era de se esperar, a categoria *Conceitos químicos* não surgiu nas respostas dos estudantes do Ensino Fundamental, sendo que nesse nível de ensino não se estuda os aspectos químicos dos açúcares. É interessante notar que tal categoria é pouco significativa no Ensino Médio, sendo expressiva entre os estudantes formandos em Química Licenciatura.

A ideia de açúcares como prejudiciais à saúde é bastante presente, sendo que algumas vezes é ressaltado que as quantidades ingeridas é que podem tornar os açúcares prejudiciais. Essa é uma condição que deve ser bastante frisada durante o ensino. Como principal função biológica citada, temos a geração de energia (entendido também como “força”), o que já é popularmente conhecido, mesmo fora dos ambientes escolares.

A categoria *Exemplos/Fontes* mostra que os açúcares são altamente relacionados ao sabor doce dos alimentos, estes, geralmente são muito calóricos e

pouco saudáveis. Algumas vezes (17,6% no EF e 4,6% no EM) se fala dos açúcares presentes nas frutas, por exemplo, que são extremamente importantes na dieta. Em relação aos açúcares, propriamente ditos, o mais citado é a glicose.

Para a questão 3 temos o gráfico a seguir, onde, como já dissemos, emergiu uma quarta categoria de respostas, denominada *Outras*.

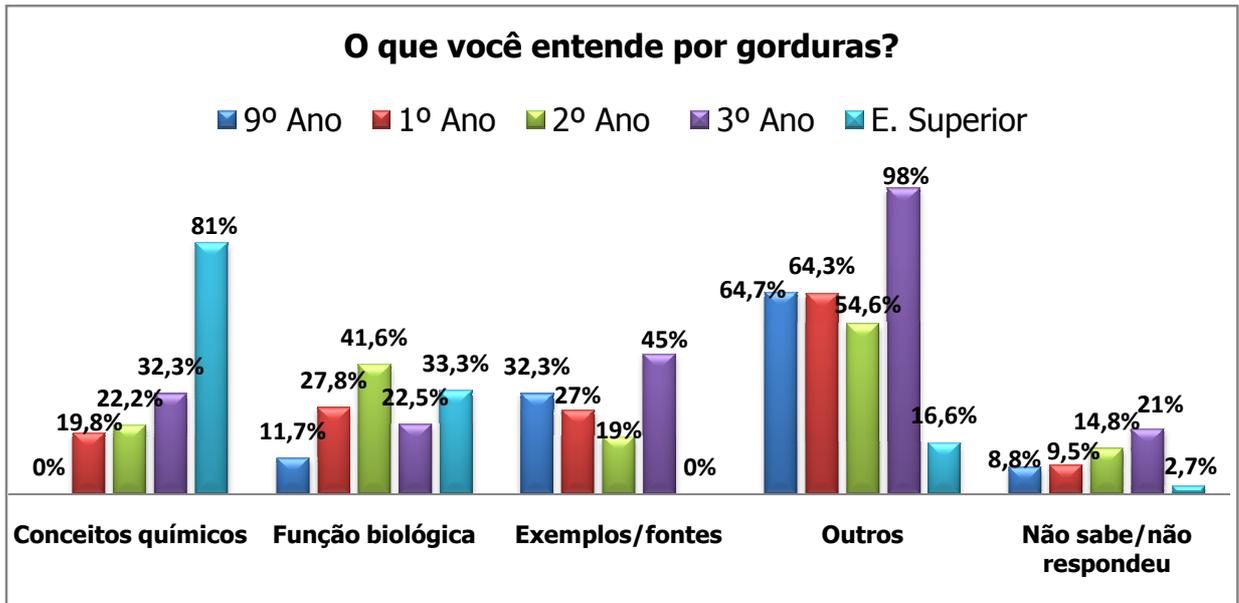


Gráfico 3: Respostas à pergunta “O que você entende por gorduras?”.

Tabela 5: Termos mais citados pelos estudantes em relação a Gorduras.

Categoria	9º Ano	Ensino Médio	Ensino Superior
Conceitos químicos	-	Saturadas/insaturadas: 9,1% Solubilidade: 1,6% Ácidos graxos: 1,3%	Ácidos graxos: 61,1% Lipídeos: 32,3% Solubilidade: 20,6%
Função Biológica	Doenças: 32,3% Energia: 14,7% Isolante: 5,9%	Energia: 15,6% Células: 3,9% Isolante: 2,6%	Energia: 32,3% Células: 5,8%
Exemplos Fontes	Óleo de cozinha: 14,7% Carne gorda: 11,7% Frituras: 10%	Animal/vegetal: 6,2% Óleos: 4,6% Gorduras trans: 2,6%	-

Tabela 6: Exemplos de respostas dadas pelos estudantes para a questão: O que você entende por gorduras?

Categorias	Exemplos de respostas
Conceitos químicos	<p>“Gorduras são moléculas de ácidos graxos, lipídios. Extraída de onde contém essas moléculas. Há variedade de gorduras. Ocupada no corpo humano para pele e energia.” (A118, 2ºEM)</p> <p>“São macromoléculas constituídas por ácidos graxos. Parte de sua estrutura é lipossolúvel e outra parte é hidrossolúvel.” (A10, ES)</p>
Função biológica	<p>“Lipídios são óleos, eles estão presentes nas membranas de todas as células nervosas.” (A131, 1ºEM)</p> <p>“São reservas de energia, que o organismo usa quando falta algum item alimentar. Gordura insaturada – eleva o colesterol. Gordura saturada é a gordura não animal (não faz mal a saúde).” (A13, 3ºEM)</p>
Exemplos/Fontes	<p>“Gordura não faz bem para a saúde porque entopem as veias etc. a gordura pode ser encontrada nas frituras, massas e lanches.” (A30, EF)</p> <p>“São encontradas em carnes, em salgadinhos, bolachinhas recheadas, alimentos com muito óleo, presunto mortadela, queijo.” (A60, 3ºEM)</p>
Outros	<p>“São acumuladas principalmente no abdome” (A16, 1ºEM)</p> <p>“São coisas que deixam as pessoas gordas e flácidas.” (A18, 1ºEM)</p>

A categoria *Conceitos químicos*, assim como no caso dos açúcares, não apareceu dentre as respostas do Ensino Fundamental, pois embora se fale de açúcares e gorduras nesse nível escolar, o conteúdo não abrange os aspectos químicos de tais substâncias.

Em *Função biológica*, as gorduras, assim como os açúcares são vistos como vilões, causadores de doenças. Ainda que algumas respostas os mostrem como constituintes de nosso organismo, não é possível inferir se os estudantes percebem que há limites (inferior e superior) para o consumo de substâncias como óleo de cozinha, carne gorda e frituras, citadas por eles. Nota-se o

entendimento/conhecimento das gorduras apenas em nível macroscópico, ou seja, são vistos como ricos em gorduras aqueles alimentos que apresentam gorduras expostas, o que pode ser um fator negativo na escolha de dietas adequadas.

No caso das gorduras, obtivemos respostas muito dispersas das categorias anteriores, surgindo então a categoria *Outros*. Em geral, nessa categoria, as gorduras estão relacionadas às questões estéticas, mostrando-as novamente como prejudiciais à saúde. Esse é outro tópico que deve ser bastante reforçado durante o ensino – o fundamental papel biológico das gorduras para a manutenção da vida.

Considerações finais

As pesquisas sobre concepções alternativas apresentadas pelos estudantes podem contribuir para uma compreensão mais ampla sobre os aspectos relacionados ao processo ensino-aprendizagem. Como vimos no presente trabalho, as concepções sobre os conceitos de Proteínas, Açúcares e Gorduras trazem uma grande conotação simplista e de senso comum.

A visão de proteínas como substâncias saudáveis está muito presente na mídia e repercute no aprendizado dos estudantes. De fato, perceber as proteínas como substâncias “do bem” é muito importante, desde que se saiba reconhecê-las. Por outro lado, vemos também, na mídia, uma imagem dos açúcares e gorduras como vilões de uma vida saudável, o que pode ser um obstáculo ao aprendizado que conceitos científicos. Nesse ponto de vista, o ensino de Bioquímica do cotidiano deve ser mais bem explorado em sala de aula, considerando-se as concepções dos estudantes em cada nível de ensino e partindo delas para a elaboração de atividades que possam auxiliar numa aprendizagem significativa, persistente e que sirva de apoio para que os indivíduos possam tomar decisões corretas em termos de alimentação qualidade de vida.

Agradecimentos

Cnpq, Capes, Fundação Vitae, Finep e PPG em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde - UFSM

Referências

- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.
- CARVALHO J. C. Q.; COUTO, S. G.; BOSSOLAN, N. R. S. Algumas concepções de alunos do ensino médio a respeito das proteínas. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 4, p. 897-912, 2012.
- CHAGAS, A. T. R. (2000) O questionário na pesquisa científica. **Administração On Line**. São Paulo, Volume 1- Número 1. Disponível em: <<http://www.fecap.br/admonline/art11/anival.htm>> Acesso em 24 jul 2013.
- ESPÍNDOLA, M. B.; EL-BACHA, T.; GIANNELLA, T. R.; STRUCHINER, M.; SILVA, W. S.; DA POIAN, A. T. Teaching Energy Metabolism Using Scientific Articles - Implementation Of A Virtual Learning Environment For Medical Students **Biochemistry And Molecular Biology Education**. Vol. 38, No. 2, pp. 97–103, 2010.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: Ed. Pedagógica e Universitária Ltda, 1983.
- MIZUKAMI, M. G. N. **Ensino: As abordagens do processo. Temas básicos de Educação e Ensino**. São Paulo: EPU. 1986.
- PACCA, J.L.A; VILLANI, A. Categorias de análise nas pesquisas sobre conceitos alternativos. **Revista de Ensino de Física**, v.12, p.123-138, 1990.
- PÉREZ, D.G. E A. CARRASCOSA (1994). Bringing Pupils! Learning closer to a Scientific Construction of Knowledge: A permanent feature in innovations in Science Teaching. **Science Education**, 78, 3, 301-315.
- PINHEIRO, T. D. L.; SILVA, J. A.; SOUZA, P. R. M.; NASCIMENTO, M.M.; OLIVEIRA H. D. (2009) Ensino de Bioquímica para acadêmicos de Fisioterapia: Visão e avaliação do discente. **Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular**, n.01/09, p. C1-C11, 2009.
- POZO, J.I., CRESPO, M. A. G., LIMON, M. E S.A. SERRANO (1991). **Processos cognitivos en la Comprensión de la Ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química**. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia, CIDE-MEC.
- SANTOS, F. M. T. **Do ensino de ciências como mudança conceitual à fronteira de uma abordagem afetiva**. Dissertação (Mestrado em Educação) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996

Artigo 2

DIGESTÃO: O QUE COMEMOS E O QUE BEBEMOS? UM RELATO DE EXPERIÊNCIA NO ENSINO FUNDAMENTAL

Digestion: what we eat and what we drink? Report of an experiment in primary education

***Angela Carine Moura Figueira** [qmcfigueira@gmail.com]

***João Batista Teixeira Rocha** [jbtrocha@gmail.com]

Universidade Federal de Santa Maria, PPG em Educação em Ciências:Química da Vida e Saúde Av. Roraima nº 1000, Camobi, Santa Maria/RS, Brasil

Resumo

Neste trabalho, relatamos as atividades realizadas durante o minicurso intitulado “Digestão: o que comemos e o que bebemos?”, oferecido a estudantes de sétimo e oitavo anos do Ensino Fundamental de uma escola pública de Santa Maria, RS. Buscamos, através de atividades baseadas em resolução de problemas, oferecer a esses estudantes uma metodologia diferente da tradicional, a qual se baseia na transmissão de conceitos, que deverão ser memorizados pelos estudantes e devolvidos nas avaliações, não permitindo que os sujeitos pensem (o que leva a um fazer sem significado). Ainda que apresentem bons resultados em avaliações tradicionais, é muito comum que os alunos não relacionem as teorias aprendidas na escola com situações simples do cotidiano, isso devido ao fato de o ensino tradicional não fomentar uma atitude ativa, na qual o sujeito constrói seu conhecimento. Sendo assim, no intuito de estimular essa postura ativa, é que propiciamos um momento em que os mesmos pudessem fazer uso de seus conhecimentos na tentativa de resolver alguns problemas simples, como os relacionados à digestão e aos alimentos que ingerimos. As atividades experimentais eram realizadas pelos alunos a partir de seu próprio planejamento. Coube aos monitores a função de fornecer os materiais necessários para os experimentos e acompanhá-los durante o processo, questionando-os sobre suas ações. Percebeu-se, no início das atividades, uma grande dificuldade dos alunos em exporem seus conhecimentos e fazer uso deles para proporem estratégias ou soluções para as

problematizações propostas. Tal dificuldade foi diminuindo no decorrer do curso, mostrando que atividades que colocam o aluno como atuante de seu aprendizado mostram-se uma ferramenta bastante eficaz no processo ensino aprendizagem.

Palavras Chave: Ensino de Ciências, atividades experimentais.

Abstract

We report the activities performed during the mini course entitled "Digestion: what we eat and we drink?" Offered to students in seventh and eighth years of basic education of a public school in Santa Maria, RS. We seek, through activities based on problem solving, offer these students a different methodology than the traditional, which is based on the transmission of concepts that must be memorized by students and returned in the ratings, not allowing the subjects to think (the which leads to a meaningless). While performing well in traditional assessments, it is very common that students do not relate the theories learned in school with simple, everyday situations, due to the fact that traditional education does not encourage an active attitude in which the subject constructs his knowledge. Therefore, in order to stimulate the active stance, is that we promote one moment that they could make use of their knowledge in an attempt to solve some simple problems such as those related to digestion and the food we eat. The experimental activities were carried out by students from their own planning. It was up to monitor the function of providing the necessary materials for the experiments and accompany them during the process, questioning them about their actions. It was noticed at the beginning of activities, a great difficulty in exposing their students' knowledge and use them to propose strategies or solutions to the problematizations proposals. This difficulty was diminishing during the course, showing that activities that put the learner as an active learning of his show is a very effective tool in the learning process.

Keywords: Science Teaching, experimental activities.

Introdução

O presente trabalho visa relatar as atividades realizadas no minicurso intitulado "DIGESTÃO: O QUE COMEMOS E O QUE BEBEMOS?", do qual

participaram cinco monitores/organizadores e vinte estudantes de sétimo e oitavo anos da Escola Municipal de Ensino Fundamental Santa Helena, na cidade de Santa Maria/RS. O curso faz parte das atividades regulares realizadas pelo Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde. A base da proposta busca aproximar “quem faz ciência de quem ensina e aprende ciências” (ROCHA E SOARES, 2005).

Segundo Delizoicov et al (2002), não é possível ensinar àquele que não quer aprender, uma vez que aprendizagem é um processo interno que ocorre com o resultado da ação do sujeito, sendo assim, faz-se necessário o desenvolvimento de estratégias didáticas que busquem instigar no sujeito o interesse pelo aprendizado. Uma estratégia bastante eficiente é a utilização de Atividades Baseadas na Resolução de Problemas (ABRP), onde se utilizam temas e atividades que envolvam os estudantes possibilitando-lhes deixarem fluir sua criatividade a partir da observação, da formulação de hipóteses para a resolução dos problemas, se inserindo como sujeitos ativos no processo de construção do seu conhecimento. Para Pozo,

ensinar os alunos a resolver problemas supõem dotá-los da capacidade de aprender a aprender, no sentido de habituá-los a encontrar por si mesmos respostas às perguntas que os inquietam ou que necessitam responder, em vez de esperar uma resposta já elaborada por outros e transmitida pelo livro texto ou pelo professor.

(POZO, 1994:9)

Na Aprendizagem Baseada em Problemas, o elemento central no aprendizado é o aluno, que, exposto a situações motivadoras, é levado a reconstruir seu próprio conhecimento. Trata-se de um método de ensino bastante difundido, principalmente entre os cursos de medicina, onde se iniciou, em meados de 1960, na Universidade de Mc Master (Canadá), conforme relatado no trabalho de Norman e Schmidt (1992). No Brasil, a metodologia foi implantada a partir de 1997, quando a Faculdade de Medicina de Marília e o curso de Medicina da Universidade

Estadual de Londrina iniciaram um novo currículo baseado em resolução de problemas, em 1997 e 1998, respectivamente (MALHEIRO E DINIZ, 2008).

Pode-se caracterizar a metodologia de Resolução de Problemas como uma coleção de problemas cuidadosamente estruturados e apresentados a pequenos grupos de estudantes. Tais problemas consistem, geralmente, em observações de fenômenos ou eventos que precisam ser explicados. O papel dos grupos de estudantes é discutir esses problemas e tentar encontrar explicações para o fenômeno, descrevendo cada um em termos de algum processo, princípio ou mecanismo subjacente (NORMAN E SCHMIDT, 1992).

De acordo com Fourez (2003), os alunos teriam a impressão de que se quer obrigá-los a ver o mundo com os olhos de cientistas, enquanto o que teria sentido para eles seria um ensino de ciências que ajudasse a compreender o mundo deles. Dessa forma, buscamos, durante um curso experimental, incentivar os estudantes a refletirem sobre situações cotidianas, visando desenvolver habilidades como observação crítica e formulação de hipóteses, tornando-os capazes de aplicar seus conhecimentos a questões simples, rotineiras e tão presentes em nossas vidas quanto os alimentos e o processo de digestão.

Metodologia

Para a realização do trabalho, os alunos de sétimo e oitavo anos do Ensino Fundamental de uma escola pública de Santa Maria – RS foram convidados a participar das atividades que se realizaram no prédio do Projeto Ciência Viva da Universidade Federal de Santa Maria. Ocorreram cinco encontros durante uma semana, no período da tarde, totalizando 20 horas.

No primeiro encontro, após uma breve explanação sobre o minicurso “Digestão: O que comemos e o que bebemos?”, pedimos aos alunos para que se apresentassem ao grupo; em seguida, aplicamos um questionário individual com a seguinte pergunta: “De que são constituídos os alimentos?” Enfatizamos que não era necessária a identificação nos questionários e que não deveriam se preocupar com “respostas certas ou erradas”, pois o objetivo era conhecer suas concepções prévias sobre o tema.

Em seguida, pedimos aos alunos que nos dessem exemplos de alimentos que, na opinião deles, fazem bem à saúde e de alimentos que fazem mal. Essas respostas foram anotadas no quadro e ficaram expostas durante todo o curso. Posteriormente, perguntamos também, quais são as substâncias que tornam esses alimentos bons ou maus para a saúde. Essas respostas também foram anotadas no quadro.

Na sequência, a turma foi dividida em quatro grupos. A primeira tarefa solicitada aos grupos foi desenhar o que acontece com os alimentos que ingerimos, e, no final da tarde, apresentar seu desenho para os demais colegas.

No segundo dia, apresentamos algumas vidrarias e materiais de laboratório que poderiam ser utilizados por eles, como béqueres, tubos de ensaio, grades para tubos de ensaio, pipetas, pipetadores automáticos etc. Após isso, informamos aos alunos que eles teriam até o final do curso para tentar descobrir algumas das substâncias que estão presentes nos alimentos. Também lhes informamos que, nesse curso, os monitores não dariam respostas, mas sim fariam muitos questionamentos.

Para iniciar as atividades experimentais, disponibilizamos sobre uma das bancadas uma série de alimentos como os da tabela a seguir:

Tabela 1: Alimentos disponibilizados para a realização dos experimentos.

Carne	Farinha de trigo	Cereais
Leite	Frutas diversas	Macarrão
Ovo	Legumes diversos	Óleo de soja
Açúcar	Refrigerantes diversos	Pão
Amido de milho	Gelatina em pó	Vinagre
Chocolate em pó	Refresco em pó	Fermento químico

Também colocamos, sobre a bancada, três reagentes: Biureto, Lugol e Benedict. Em momento algum explicamos a finalidade dos reagentes ou o modo como eles deveriam ser utilizados, porém tomamos o cuidado de usar soluções diluídas (uma parte do reagente diluído em três partes de água) e de sempre acompanhar os alunos durante o manuseio dessas soluções. Devido à inexperiência

dos estudantes, é necessário, nesse tipo de atividade, que haja um monitor(a) que acompanhe cada grupo durante todo o tempo do curso. É importante, também, que cada monitor(a) acompanhe o mesmo grupo desde o início, para que ele possa perceber as dificuldades de cada um e também seu progresso durante as atividades.

Ao final de cada dia, os alunos apresentavam para os demais colegas os resultados obtidos pelo grupo, a fim de discutir seus erros e acertos, buscando melhorar seu trabalho para o dia seguinte.

No último dia do curso, ao final das atividades, aplicamos novamente o questionário inicial: “De que são constituídos os alimentos?”, no intuito de avaliar se houve alguma alteração das ideias iniciais e se elas foram influenciadas pelo curso.

Resultados

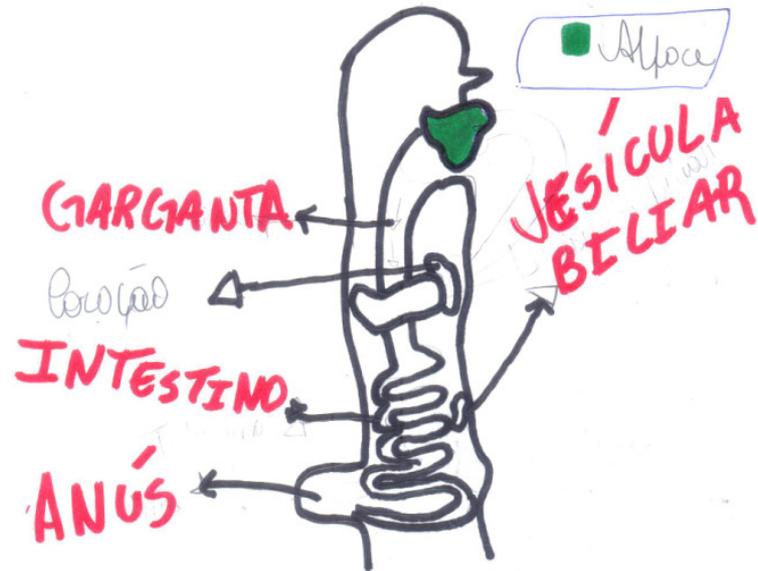
As respostas relativas à questão: “De que são constituídos os alimentos?” foram agrupadas no gráfico a seguir, que mostra o número de vezes que cada item foi citado nos questionários aplicados.



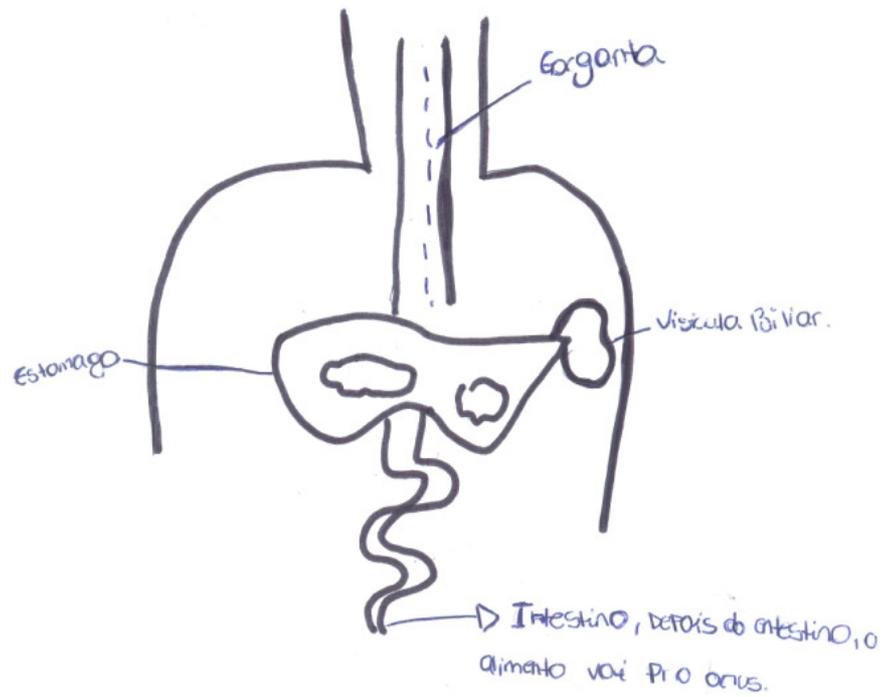
Gráfico 1: Respostas dos estudantes à pergunta: De que são constituídos os alimentos?

A seguir, podemos observar alguns exemplos dos desenhos feitos pelos alunos para demonstrar o processo de digestão. A tarefa proposta objetivava perceber o nível de entendimento dos estudantes sobre as transformações químicas e físicas sofridas pelos alimentos que ingerimos.

Desenho 1:



Desenho 2:



Desenho 3:



Desenho 4:



Os desenhos acima demonstram que os estudantes têm um bom conhecimento sobre o corpo humano e os órgãos envolvidos no processo da

digestão, embora não tenha sido possível identificar se esses alunos conhecem as funções biológicas de cada um desses órgãos.

Os alimentos que, na opinião dos alunos, são benéficos ou prejudiciais à saúde estão listados na tabela a seguir.

Tabela 2: Alimentos citados pelos estudantes como sendo bons ou maus para a saúde.

Alimentos que fazem bem			Alimentos que fazem mal		
Aveia	Vinho	Galinha	Carne gorda	Chocolate	Álcool
Peixe	Granola	Cereais	Maionese	Bolacha	Salsicha
Macarrão	Caviar	logurte	Xis	Batata frita	Refrigerante
Suco natural	Bolacha Maria	Mousse	Cerveja	Óleo	Camarão
Feijão	Ovo	Leite	Margarina	Macarrão	Pão
Arroz	Verduras	Pão	Cafeína	Pizza	Algodão doce
Carne	Frutas	Miojo	Empanado	Lasanha	Açúcar
Cenoura	Fígado				

Quanto ao porquê de tais alimentos serem bons para a saúde, responderam que esses alimentos possuem: proteínas, cálcio, sais minerais, glicose, ferro e vitaminas. Para os que fazem mal, responderam que estes possuem gorduras, frituras e muita glicose. É importante ressaltar que alguns deles citaram que as substâncias que fazem mal só possuem esse efeito quando ingeridas em grandes quantidades.

Durante o curso, tivemos a chance de observar algumas dificuldades dos estudantes. Percebemos que, inicialmente, os alunos não tinham ideia do que era uma reação química, tampouco como identificá-la. Já na apresentação do curso, fomos questionados se seria possível fazer algum experimento que “explodisse”. Então houve certa frustração por parte dos alunos quando perceberam que as reações feitas por eles não provocavam explosões. Outro ponto interessante é que os estudantes não estavam acostumados com um professor/monitor que não dava respostas prontas, o que lhes causou certa irritação por serem constantemente questionados e não terem suas perguntas direta e prontamente respondidas.

Muitos tiveram dificuldades em perceber as variações de cores (evidência de reação química) já que, dependendo das quantidades utilizadas, as cores ficavam mais ou menos intensas; fato que não nos causa grande surpresa visto que eles ainda não haviam estudado química na escola.

Como não explicamos o que eram os reagentes Lugol, Benedict e Biureto, inicialmente apenas observamos o que os estudantes faziam com eles. No início, eles apenas misturavam os alimentos entre si, depois de um tempo começaram a colocar os reagentes em tubos de ensaio com vários alimentos ao mesmo tempo. Foi então que os monitores começaram a questioná-los:

- Por que você fez isso?
- Por que será que mudou de cor?
- Como você pode dizer qual alimento fez com que a cor mudasse?

Após alguns questionamentos, parte dos alunos começou a testar um alimento de cada vez com os reagentes. Por outro lado, outros não perceberam que misturando dois ou mais alimentos com os reagentes não seria possível saber qual deles reagiu positivamente.

Sempre, ao final das apresentações, pedíamos aos grupos que repensassem seus experimentos para o dia seguinte, levando em consideração os erros e acertos tanto de seu grupo quanto os dos seus colegas.

Percebemos também que os estudantes muitas vezes esqueciam-se de numerar os tubos de ensaio, o que dificultava a interpretação dos resultados. Além disso, ficou claro que eles não perceberam que as quantidades de reagente e amostra interferem em uma reação química.

Outro ponto significativo, é que por vontade própria, os estudantes começaram a examinar os rótulos dos alimentos, o que é algo importante para todos nós, pois conhecendo o que estamos comendo, podemos cuidar melhor de nossa saúde. Posteriormente, quando informalmente perguntados se em seu cotidiano tinham o hábito de verificar os rótulos dos alimentos que possuem em casa, muitos responderam que não.

Ao final do curso, nem todos os estudantes conseguiram perceber que os reagentes entregues a eles tinham uma função específica, ou seja, o Biureto serve para detectar proteínas; o Benedict serve para detectar açúcares e, finalmente, o Lugol serve para detectar amido. Esse último reagente foi o mais facilmente descoberto pelos estudantes, pois ele apresenta coloração bastante escura em contato com alimentos que contenham amido. Inicialmente, pensaram que o Lugol fazia com que os alimentos “mofassem”, devido à semelhança da cor com alimentos embolorados. Nenhum grupo descobriu a finalidade do Biureto, enquanto apenas um descobriu que o Benedict servia para detectar açúcar, sendo este o mesmo grupo que começou a pesquisar os rótulos dos alimentos.

Para finalizar, mostramos os resultados referentes à questão: “De que são constituídos os alimentos?”, aplicada no último dia de curso. No gráfico 2, os números acima de cada coluna indicam a quantidade de vezes que cada um dos itens foi citado:



Gráfico 2: Respostas ao questionário do último dia do curso.

Percebe-se que algumas palavras novas foram incorporadas às respostas, o que não significa que tenha ocorrido uma aprendizagem significativa, porém, vale lembrar que essas novas palavras surgiram do conhecimento prévio dos estudantes e de suas pesquisas nos rótulos dos alimentos, já que os monitores não lhes davam nenhum tipo de resposta, apenas ajudavam na construção de raciocínios.

Considerações Finais

Nas atividades que relatamos aqui, muitos erros ocorreram no decorrer do caminho, porém, por entendermos o erro como algo que acrescenta conhecimentos, 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 os grupos, o que exige uma postura ativa dos alunos, diferente da passividade das aulas expositivas regularmente frequentadas por eles, sendo possível observar uma maior motivação por parte dos alunos durante as aulas propostas neste trabalho.

Além disso, as atividades práticas, voltadas para o cotidiano, constituem-se em uma ferramenta que favorece a aprendizagem, pois tornam o ensino de Ciências mais interessante, aproximando os conteúdos da vivência do educando, visando à aplicabilidade do conhecimento.

Sendo assim, esperamos ter contribuído para o desafio de tornar o ensino de Ciências mais significativo e instigante, capaz de levar o aluno a construir seu conhecimento científico.

Referências

DELIZOICOV, D., ANGOTTI, J., PERNAMBUCO, M.P. Ensino de Ciências: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2002.

FOUREZ, G. Crise no ensino de ciências? Investigações em Ensino de Ciências, V8(2), 2003. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID99/v8_n2_a2003.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2012.

NORMAN, G.R. e SCHMIDT, H. G. The psychological basis of problem-based learning: A review of the evidence. *Academic Medicine*, 67, p.557-562, 1992.

MALHEIRO, J. M. S. e DINIZ, C. W. P. Aprendizagem baseada em problemas no ensino de ciências: *mudando atitudes de alunos e professores*. AMAZÔNIA - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas v. 4, - n. 8, p 1, jan 2008.

POZO, J. I. PÉREZ, M.P. *La Solución de Problemas*. Madrid: Santillana, 1994.

ROCHA, J. B. T.; SOARES, F. A. O ensino de ciências para além do muro do construtivismo. *Ciência e Cultura*, v57, n.4, p 26. São Paulo, 2005. Disponível em:

<<http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252005000400016&script=sciarttext>>, 2005. Acesso em: 03 jan 2012.

Artigo 3
A PROPOSAL FOR TEACHING UNDERGRADUATE CHEMISTRY
STUDENTS CARBOHYDRATE BIOCHEMISTRY BY PROBLEM-
BASED LEARNING ACTIVITIES

Angela C. M. Figueira* and João B. T. Rocha*

Departamento de Química – Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade
Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brazil

Abstract: This paper presents a problem-based learning (PBL) approach to teaching elementary biochemistry to undergraduate students. The activity was based on “the foods we eat”. It was used to engage students' curiosity and to initiate learning about a subject that could be used by the future teachers in the high school. The experimental activities (8-12 hours) were related to the questions: i) what does the Benedict's Reagent detect? and ii) What is determined by glucose oxidase (GOD)? We also ask the students to compare the results with those obtained with the Lugol reagent, which detects starch. Usually, students inferred that the Benedict reagent detects reducing sugars, while GOD could be used to detect glucose. However, in GOD assay, an open question was left, because the results could be due to contamination of the sugars (particularly galactose) with glucose. Though not stressed, GOD does not oxidize the carbohydrates tested and all the positive results are due to contamination. The activities presented here can be easily done in the high school, because they are simple and non-expensive. Furthermore, in the case of Benedict reaction, it is possible to follow the reduction of Cu (II) “macroscopically” by following the formation of the brick-orange precipitate. The concrete observation of a chemical reaction can motivate and facilitate students understanding about chemistry of life.

Key words: Experimentation, biochemistry, reducing sugars.

1. Introduction

Experimental activities can have an important impact in relation to basic and higher education efficacy. However, the effectiveness of activities of the type "cake recipe" is questionable. In fact, in the "follow-the-steps" of the recipe the student receives protocols with all the steps to be followed and usually the expected results and conclusions are given before or on the spot during the activity. This type of activity leaves few room for further discussion and interpretation. Most importantly, it weakens the power of observation, which is the first step to acknowledge or perceive natural phenomena. The high prevalence of this type of well-structured activity during the training of future teachers can give the idea that science is consisted of absolute truths and teleological knowledge, spreading a teaching methodology that is repetitive, and mechanical. This traditional approach normally creates a stereotyped view of the science and does not motivate the students towards science [1-3].

Consequently, the simple use of practical classes does not ensure that students take ownership of knowledge taught, it is necessary that students feel motivated to learn [4]. In an attempting to improve this situation, 10 years ago, we have changed the activities of Experimental Biochemistry discipline to a PBL approach. Since the students of this Chemistry Course will be teachers of the elementary and high-school, we focused all the practical activities in the subject "What we eat and what we drink?" due to its presence in our daily lives and simplicity of obtaining material to work in the classes.

Problem-based learning is an instructional method that challenges students to "learn to learn," working cooperatively in groups to seek solutions to real world problems [5]. These problems are used to engage students' curiosity and initiate learning of the subject matter. At its most fundamental level, PBL is characterized by the use of "real world" problems as a context for students to learn critical thinking and problem solving skills, and acquire knowledge of the essential concepts of the course [6]. Using PBL, students acquire lifelong learning skills that include the ability to find and use appropriate learning resources [7-8], according to the same author, "The principal idea behind PBL is that the starting point for learning should be a problem, a query, or a puzzle that the learner wishes to solve".

The activities reported here have as central theme "What we eat and what we drink?". The study of carbohydrates is the third topic of the subject during the semester (more details will be presented in the material and methods section). To put the activities used here in the context of the subject, we now present some explanation about the previous activity developed throughout the semester. The first issue addressed was "The Lambert-Beer's law", where the students have to determine by eye (and later by normal colorimetric procedures) the quantity of methylene blue in an unknown sample (for details, see [9]). The second topic is "What does the Biuret Reagent detect?", some aspects about the use of a PBL in teaching protein determination can be found in [10]. Basically, in these classes, students were presented with different kinds of common foods and were asked "What is Biuret detecting?" Normally, based on the results of white egg and some other foods rich in protein (like fish and chicken meat; the cow meat normally gave no clear results because of the interference of the redness of myoglobin), they concluded that Biuret is a protein detector. Here we have tried to address the issue of elementary carbohydrate chemistry starting from the macroscopic chemical behavior of typical monosaccharides found in foods, using the classical Benedict reagent (i.e., Cu (II) reduction by mono- and disaccharides in alkaline medium). Furthermore, we also made studies with Glucose Oxidase (GOD) to introduce questions related to the influence of sugars structure and their interaction with an enzyme.

2. Materials and Methods

This module for teaching carbohydrates has been applied to 20 classes of courses in Chemistry and Biology of Federal University of Santa Maria in the Experimental Biochemistry discipline, totaling approximately 400 students, which had already attended to theoretical introductory classes of basic biochemistry (60-90 hours) and were attending the last year of Biology or Chemistry course. Here we will give emphasis to the activities carried out in the second half of 2011, with a total of 20 students enrolled. It was a representative semester and the results and activities were similar to those carried out in the previous and subsequent semesters. The activities require two to three classes of four hours each, depending on the particularity of the group and the degree of interference of the teacher.

2.1. Reagents Preparation

Benedict Reagent was prepared by dissolving 17.3 g of copper sulfate, 173 g of sodium citrate and 100 g of anhydrous sodium carbonate in water separately. They were then stirred and the volume was completed to 1000 ml. The solution was filtered and stored in an amber bottle.

Lugol Reagent was prepared by adding 0.5 g of iodine and 1.0 g of potassium iodide to 10 ml of water. This mixture was stirred until the complete dissolution of solutes.

2.2. What does the Benedict Reagent detect?

The first class was divided into two parts. In the first section, we asked: "To what we use the Benedict's reagent?" To answer this question, pair of students received the Benedict's reagent and food samples (soybean oil, wheat flour, lemon soda, cola light, regular cola, beer, corn starch, sugar, milk, and common salt, etc). After an initial discussion with the instructor, students were advised to use only 1 ml of Benedict reagent to avoid generating residues and wasting of reagent unnecessarily. After that, students had to decide the quantities of samples and whether or not they should homogenize them. As a rule, the instructor told students to avoid using an excessive amount of food samples and to adapt them to the volume of reagent used. However, students decided by themselves whether or not they should homogenize the dry samples with water before putting the Benedict reagent. In the case of food samples that do not exhibit a good solubility with aqueous solution (for instance, starch or corn or wheat flour), the instructor always asked students about the area of contact and how this could interfere with the results. Then they were asked to keep the tubes at room temperature for 30 min and observe what was going on in each tube. Subsequently the tubes were heated in boiling water bath for about 15 minutes. Students were always and constantly asked to look at the tube to observe any detectable change in the tubes. Typically, most students conclude that Benedict's reagent can be used to detect sugar, due to the fact that the samples containing sugar (biscuit, normal but not light soda, etc) have an orange precipitate. Regarding the sugar (i.e., sucrose), the results varied probably depending on the degree of contamination with glucose or fructose in the samples

used. From the pedagogical point of view, teachers should be careful with the use of sucrose, because some commercial sugars did not form the precipitate. In fact, this would be the correct result for pure sucrose, which is not a reducing sugar. For undergraduate students, these technical details can be easily handled during the classes. However, in the elementary level, it can be a confounding factor that will require additional time to be solved. The absence of the reducing power of sucrose molecule can be easily explained by analyzing their Fischer structures in comparison with glucose and fructose (Figure 1). Therefore, to stimulate students to formulate hypothesis to explain why pure sucrose (which is a dimer of glucose and fructose) does not react with Benedict reagent, whereas glucose or fructose react, they were asked to observe the chemical structures of these sugars. In fact, at this point we always asked the students to search for and observe the Fischer's and Haworth's structures of different sugars.

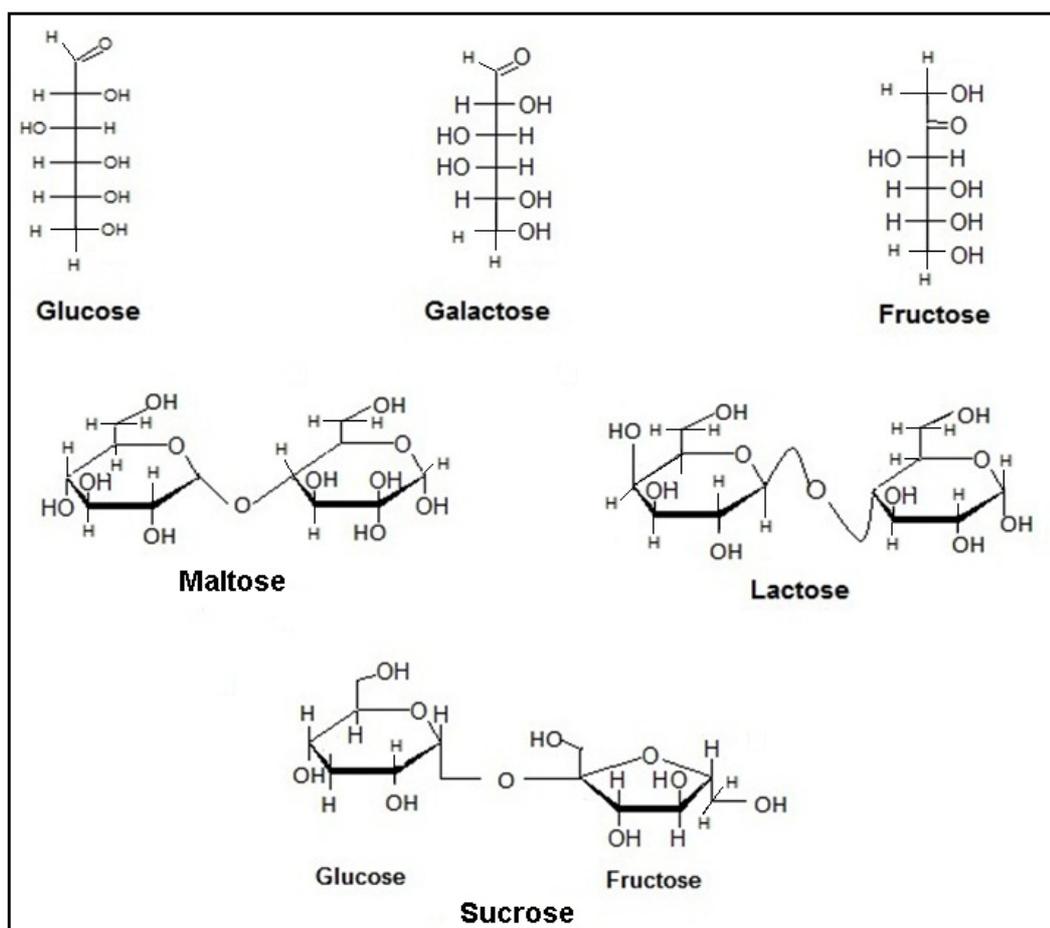


Figure 1: Fischer's and Haworth's structures of common sugars.

After the initial open activity (where the students were allowed to select the majority of the food to be tested), students were then asked to repeat the previous procedure, but with the following samples: fructose, starch, alanine, aspartic acid, sucrose, galactose, glucose, lactose and maltose. After doing experiment with these samples, the majority of students realized that sugars (other than sucrose) are reducing agents. Moreover, some students were able to observe that fructose reacts with the reagent of Benedict even without heating the solution (15-30 minutes). Indeed, depending on the quantity of fructose put in a given tube, the orange precipitate can be observed easily. These results can be used to discuss the functional groups present in sugars and the reactivity of aldehyde (glucose, galactose, lactose) compared with ketone group found in fructose.

The general conclusion reached by students was that a reducing sugar is any sugar that has either an open-chain form with a free aldehyde, a free hemiacetal or a free ketone group (as in the case of fructose; see figure 1).

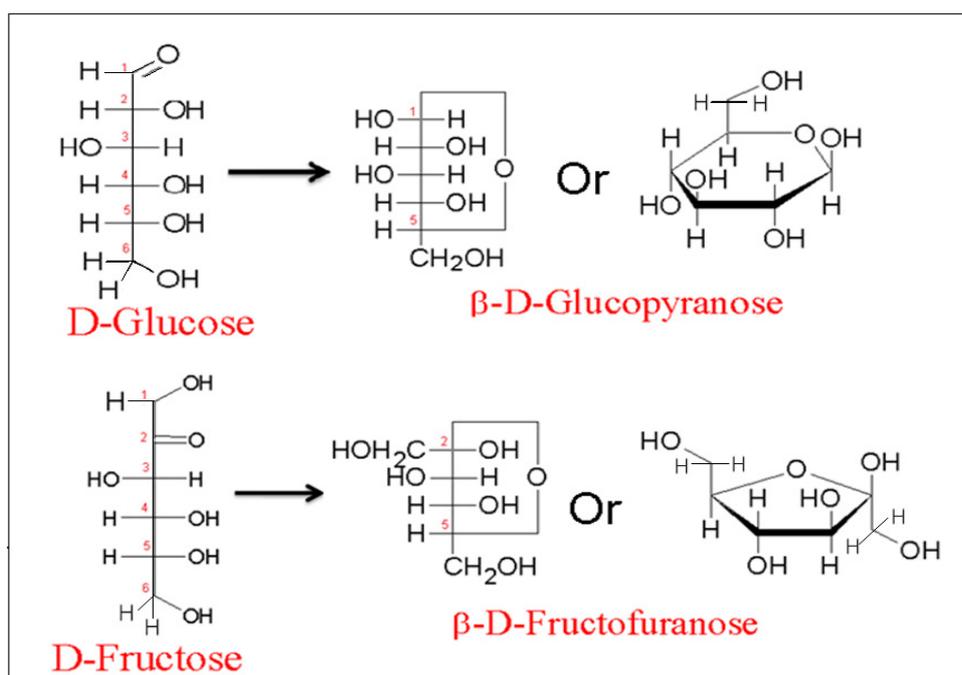


Figure 2: Cyclization of Planar Structure (Fischer structure) of Glucose and Fructose forming the Hemiacetal Intermediate of Glucose (Glucopyranose) and Fructose (Fructofuranose). Fischer and Haworth structures are shown in the center and on the right, respectively.

Accordingly, the aldehyde functional group of simple carbohydrates gives to molecule the reducing power in alkaline and hot medium. All monosaccharides and some disaccharides (e.g. maltose) are reducing sugars. One of the most simple tests

for detecting reducing sugars is the Benedict's test [11], where reducing sugars are heated with an alkaline solution of copper (II) sulfate forming an insoluble precipitate of copper (I) oxide. The color of the precipitate changes from green to yellow, orange, brown or strong red depending on the quantity of reducing sugar present.

2.3. Testing Lugol's Solution

Another important carbohydrate present in our diet is the starch, a polysaccharide that is found in many parts of a plant in the form of small granules or grains, e.g. starch grain in chloroplasts. Especially large amount occur in seeds and storage organs such as potato tubers. Starch is easily detected by the Lugol's reagent [12]. In this reaction, the transparent and slight brown to yellow color of iodine present in the potassium iodide solution turns into a blue-black color after interacting with starch molecules. The changes in color of the Lugol solution are due to the absorption of iodine molecules in the centre of the helix of starch polymer molecules. It is important to carry out this reaction at room temperature, because at high temperatures the starch helix can unwind, releasing the iodine. Consequently, the dark-blue color of Lugol returns to its transparent yellow-to-brown coloration seen in the absence of starch.

Considering the importance of starch in our diet, we usually complement the studies on sugars by asking students to repeat the tests performed earlier with Lugol reagent. The students are asked to put foods in test tubes as they did before for Benedict reaction and to add 1 ml of Lugol solution per tube. We then inform the students that it is not necessary to keep the tubes in a water bath and ask them to compare results obtained with Lugol to those of reaction with Benedict.

2.4. What can be detected with Glucose Oxidase (GOD)?

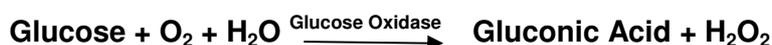
Aiming to encourage observation of formulas and also to introduce the issue of three-dimensionality in biomolecules, we introduce students to Glucose Oxidase (GOD) and ask: "What is the purpose of GOD?" Students are asked to choose some foods, including different types of soda (normal, i.e., with sugar and light or diet with

no added sugar). Food samples were placed in a test tube and 0.5 ml of GOD solution was added. The GOD solution consisted of 30 mmol/l phosphate buffer (pH 7.5); 1 mol/l phenol; glucose oxidase (12.5 U/ml), peroxidase (0.8 U/ml); 0.29 mmol/l 4-aminoantipyrine and 7.5 mmol/l sodium azide. It is important to note that the color of samples may interfere with visualization of the results, for example, in cola soda, its dark color masks the positive test for glucose. This type of problem does not occur with lemon soda, which is colorless. In this case, if teacher wants to do a more directed activity, only colorless soda must be used. The general conclusion of the reaction of foods in the GOD test is that GOD detects sugars. The differences between normal and light or diet soft drinks are usually well perceived by the students. After this activity, students received samples of glucose, galactose, lactose, sucrose and fructose, which should be added to the test tubes and added to 0.5 ml of GOD. The time course of color development was asked to be observed and recorded (and to rank the sugars by color intensity of reaction), first at room temperature and then in a water bath for about 15 minutes at 37°C. Furthermore, at the end of the class students were also asked to check the color of the tubes. Occasionally, they left the tubes all the time at room temperature to follow the reaction by eye as a function of time. Here the teachers must be aware of the influence of room temperature on the velocity of color appearance with glucose (positive control), because in the winter it took more time to see the appearance of the pink color than in the summer.

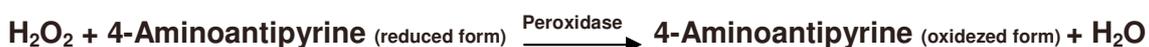
At the end of each lesson students have to present their results to the whole class as well as to do written reports in their laboratory notebooks, which are evaluated at the end of the semester and used to give the students grades. It is important to highlight that no lectures or protocols to be followed are given to students. All reagents were previously prepared by the laboratory technicians.

2.5. The Glucose Oxidase

Glucose oxidase is the most widely employed analytical enzymatic method for detecting glucose in clinical analysis laboratories. The GOD catalyzes the oxidation of glucose according to the following reaction [13]:



The hydrogen peroxide formed reacts with 4-aminoantipyrine, under catalytic action of peroxidase, forming an antipirilquinonimine (oxidized form of 4-aminoantipyrine), a pink to red substance which intensity is proportional to the concentration of glucose in samples.



The use of this method is interesting because in addition to the experimental work, it is possible to discuss theoretical aspects related to enzyme chemistry and catalysis. In fact, questions about the tridimensionality of the active center and also the question of enzyme specificity can be discussed here, comparing the activity of GOD with the structures of the sugars tested. The question of galactose contamination can be discussed in terms on how we can do provisional interpretation of our experimental data. In fact, at the end of the semesters where we did not have ultrapure galactose, we concluded and emphasized that we can speculate that GOD might be oxidizing aldehyde groups located in sugars which has a difference in the spatial distribution of –OH of a given carbon. In the specific case of galactose, it is carbon 4. However, since the purity of the analytical reagent is about 97-99%, the color observed could be due to the presence of glucose as a major contaminant of galactose. This discussion was done in the cases where we have used the ultrapure reagent. With the use of ultrapure galactose, it became clear that the false positive reaction with GOD was due to glucose contamination of common galactose. Based on these questions, we are now planning, for the next academic semesters, to ask students to look at the review papers of [14] where they cite the literature showing that GOD only oxidizes glucose to create the habit in the students to confront their results with the data of the literature. Although this activity can seem trivial, students do not have the habit of reading papers in English and possibly only few (if any) has habit of confront experimental observations done in a practical activities with the literature data.

3. Results and Discussion

The results presented here were transcribed from the laboratory notebooks used by students during the semester, which were collected by the teacher at the end of the semester for evaluation. In the first part of these classes the majority of students obtained the results shown in Table 1.

Table 1: Reaction of common foods with Benedict and Lugol Reagents.

Sample	With Benedict reagent (Room temperature)	With Benedict reagent (After heating in boiling water)	With Lugol reagent
Blank	Negative	Negative	Negative
Soybean oil	Negative	Negative	Negative
Wheat flour	Negative	Negative	Positive
Stuffed cookie	Negative	Positive	Positive
Lemon soft drink	Negative	Positive	Negative
Cola light	Negative	Negative	Negative
Cola Normal	Negative	Positive	Negative
Starch	Negative	Negative/Positive	Positive
Beer	Negative	Positive	Positive
Cane sugar	Negative	Positive	Negative
Cooking salt	Negative	Negative	Negative
Pasta	Negative	Negative	Positive
Banana	Negative	Positive	Positive
Apple	Negative	Positive	Positive
Onion	Negative	Positive	Negative
Lemon	Negative	Positive	Negative
Sweet potato	Negative	Positive	Positive
Eggwhite	Negative	Negative	Negative
Egg yolk	Negative	Negative	Negative
Honey	Negative	Positive	Negative
White chocolate	Negative	Positive	Negative
Milk	Negative	Positive	Negative

Based on the observation of the results, students inferred that there is some substance in the stuffed cookie, lemon soft drink, regular cola, beer, starch, cane sugar, banana, apple, lemon, sweet potato, honey and white chocolate that made Benedict's reagent to change color blue to orange (brick color). However, the results obtained with cane sugar and starch varied both depending on the degree of

contamination with glucose and/or fructose as well as a function of the amount of food placed in the test tubes.

After performing the second part of the classes, most of the students realize that only fructose reacted with Benedict at room temperature. When substances were heated, they usually observed the reaction of fructose, galactose, lactose, glucose, maltose and starch. Thus, the students concluded that Benedict's reagent is used to identify reducing sugars, this conclusion was reinforced by the observation of Fisher or planar structures of the sugars. It was also realized that the samples of pure sucrose did not react, while impure samples could give positive results depending on the quantity of sample added to the tubes. These results are shown in table 2.

Table 2: Results of the reaction of purified carbohydrates with Benedict reagent.

Sample	With Benedict reagent (Room temperature)	With Benedict reagent (After heating)
Fructose	Positive	Positive
Starch	Negative	Positive/Negative
Alanine	Negative	Negative
Aspartic acid	Negative	Negative
Sucrose	Negative	Positive/Negative
Galactose	Negative	Positive
Glucose	Negative	Positive
Lactose	Negative	Positive
Maltose	Negative	Positive

Since several foods tested here are expected or believed to have no sugar, we have also asked the students to compare the results of Benedict with that Lugol (which is very simple method to detect starch). The positive reaction of Lugol

indicates the presence "of hidden sugar" in a given food. Here the instructor has the possibility to discuss why starch occasionally can give positive reactions.

Subsequently, students were asked to find out what is the function of Glucose Oxidase reagent. The results generally obtained with GOD can be seen in Table 3. Based on the own observations, students infer that GOD is a reagent which detects the presence of sugars.

Table 3: Reaction of common foods with Glucose Oxidase

Sample	With GOD (After incubating at 37°C)
Cola	Positive
Cola light	Negative
Cola diet	Negative
Lemon	Positive
Lemon light	Negative
Lemon diet	Negative
Cooking salt	Negative
Stuffed cookie	Positive
Honey	Positive
Cane sugar	Positive
White chocolate	Positive
Sweet potato	Positive
Soybean oil	Negative

For the second test with Glucose Oxidase, we ask students to present their results as shown in table 4, where a comparison is made of the intensities of the colors resulting from the reaction with different foods or sugars.

Table 4: Relative Subjective Color of food samples after reaction with GOD reagent.

Sugar (10mM)	Intensity
Glucose	10 (very intense pink)
Galactose	3 (weak to moderate pink)*
Lactose	2 (weak pink)*
Sucrose	2 (weak pink)*
Fructose	1 (very weak pink)*
Water	0

The above table shows the color intensity observed by eye of the reaction of glucose oxidase with common foods. It can be observed that the staining intensity is very strong for glucose (represented by 10), while galactose was rated between 1-5 (with a median of 3). For the case of lactose (2), sucrose (2) and fructose (1), the pink intensity is very weak. Note that the results marked with an asterisk can vary depending on the purity of samples (contamination by glucose).

4. Conclusions

The use of this problem based teaching method provides the opportunity of integrating aspects of organic chemistry (biologically relevant organic functions) with the study of physiologically relevant molecules, using simple macroscopic tests (Benedict, Lugol and Glucose Oxidase). We also intend with these activities to instigate the students, who will be future teachers, to formulate hypotheses to explain simple chemical phenomena of biological significance.

The major problem we have been facing with the application of this type of activities is the complaints of a good proportion of the students about the absence of well defined protocols to be followed (the recipe). As rule, at the beginning of the

activities the students stated they were disoriented regarding on how to do the experiments and, what is even more worrying is the complaints that students always ask for “what we must observe” in the sense that they ask for the “correct answer” even after we have just said “you must do your own observations and conclusions”. This fact is related to behavioral difficulties to break away their passive learning habits, because in all their classes, students always receive protocols that must be followed to the letter and that generates a previously known response. In contrast to the traditional methodology, the activities reported here lead frequently to errors or alternative results. We understand that the presence of errors or inconclusive experiments are of outmost importance to counteract the general belief that science does not contain errors [1]. In fact, the teaching of science with the follow-the-recipe approach certainly contributes to the stereotyped view of science and to the notion that all the scientific knowledge is known a priori.

Another important point is the discussion of the final results from the class, which requires an active student, unlike the passivity of the lectures regularly attended by the undergraduate students. Indeed, it is possible to observe a high level of motivation among students during classes proposed here. Finally, we hope that this proposal can help future teachers (undergraduate students) as well as in service teachers to propose activities to their students that encourage the observation, perception, interpretation and curiosity. Though these skills can be considered intuitive and trivial in science students, our empirical observations along the years of teaching biochemistry have indicated a tremendous deficiency of students in getting, interpreting and formulating a simple task such as to follow macroscopically a chemical reaction.

5. References

[1] Folmer V., Barbosa N. B.V, Soares, F. A., Rocha,J. B. T. (2009) Experimental activities based on ill-structured problems improve Brazilian school students' understanding of the nature of scientific knowledge. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* v.8 n1, 232-254.

- [2] de Meis, L., Machado, R.C.P., Luctosa, P., Soares, V.R., Caldeira, M.T., Fonseca, L. (1993) The stereotyped image of the scientist among students of different countries: evoking the alchemist? *Biochemical Education*, Apr; 21(2):75-81.
- [3] Cyrino, E.G., Toralles-Pereira, M.L (2004) Discovery-based teaching and learning strategies in health: problematization and problem-based learning. *Cadernos de saúde pública / Ministério da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública*. v 20, i 3, May, p 780-788.
- [4] Eberlein T., Kampmeier J., Minderhout V., Moo, R. S., Platt T., Varma-Nelson P., and White H. B. (2008) Pedagogies of engagement in science: A comparison of PBL, POGIL, and PLTL *Biochemistry and Molecular Biology Education*. v36, i4, jul, p.262-273
- [5] Duch, B. J., Groh S. E., & Allen D. E., (2001). *The Power of Problem-Based Learning*, Stylus: Sterling, VA.
- [6] Barrows, H. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, pp 481-486.
- [7] Boud, D. J. (1985) *Problem-Based Learning in Education for the Professions*. Sydney: Higher Education Research and Development Society of Australasia.
- [8] Boud, D. J. & Feletti, G. (1997) *The Challenge of Problem-Based Learning*, New York: St. Martin's Press.
- [9] D.B. Fialho, J.B.T. Rocha, C.F Mello (1999) An Introductory Student-Centred Class to Teach Concepts Related to Spectrophotometry in a Biochemistry Practical Laboratory Course. *Biochemical Education* 27 217-220.
- [10] Jacques-Silva M.C., Rocha J.B.T. (2000) Protein Measurement at Practical Classes for Students of Pharmacy: A Student-centered Approach. *Biochemistry and Molecular Biology Education* 28 327-329.
- [11] Benedict, S. R. (1908). A Reagent for the Detection of Reducing Sugars. *Journal of Biological Chemistry*. 5 (6): 485–487.

[12] Martín-Sánchez, M; Martín-Sánchez. M. T. and Pinto. G. (2013). Lugol Reactive: History of Discovery and Teaching Applications. *Educacion Química*, 24(1), 31-36.

[13] Raba J. and Mottola H. A. (1995) Glucose Oxidase as an Analytical Reagent. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 25(1):1–42

[14] Leskovac V, Trivić S, Wohlfahrt G, Kandrak J, Pericin D. (2005) Glucose Oxidase from *Aspergillus Niger*: The Mechanism of Action with Molecular Oxygen, Quinones, and One-electron Acceptors. *International Journal of Biochemistry & Cell Biology*. Apr; 37(4):731-50.

O QUE COMEMOS E O QUE BEBEMOS?

Caderno didático de Bioquímica Experimental
Exemplar do professor



Angela Carine Moura Figueira

João Batista Teixeira Rocha

Sumário

INTRODUÇÃO.....	4
Atividade 1: Vamos medir volume?.....	6
Atividade 2: Brincando com a solubilidade.....	7
Atividade 3: Investigando o reativo Biureto.....	9
Atividade 4: Quem tem mais proteína?.....	11
Atividade 5: Trabalhando com a Estrutura das Proteínas.....	22
Atividade 6: Investigando para que serve a Ninidrina.....	25
Atividade 7: O abacaxi desanda a gelatina?.....	27
Atividade 8: Investigando os efeitos químicos do suco de abacaxi sobre a gelatina.....	29
Atividade 9: Investigando o reativo Benedict.....	33
Atividade 10: Quem tem mais açúcar?.....	35
Atividade 11: Brincando com o Benedict.....	38
Atividade 12: Hidrólise da Sacarose.....	40
Atividade 13: Investigando o reativo Lugol.....	50
Atividade 14: Quem tem mais amido?.....	52
Atividade 15: Degradação do amido com saliva.....	55
Atividade 16: Hidrólise ácida do amido.....	56
Atividade 17: O que faz o pão crescer?.....	58
Atividade 18: Será que o fermento fervido funciona da mesma forma que o fermento fresco?	61
Atividade 19: O que “mata” o fermento?.....	63
Atividade 20: Trabalhando com o fermento químico.....	64
Referências.....	66

Caro Professor,

O presente material didático foi desenvolvido para auxiliá-lo em suas atividades em sala de aula. Nesse material, abordamos questões referentes a conteúdos de Bioquímica básica direcionados ao Ensino Superior, mas que podem facilmente ser adaptados aos Ensinos Fundamental e Médio. Ao longo das atividades você perceberá que os reagentes químicos utilizados são poucos, porém oferecem uma vasta gama de utilização. As técnicas possibilitam a observação macroscópica de fenômenos químicos e físicos. Além disso, ao invés das tradicionais técnicas bioquímicas que envolvem materiais biológicos, usaremos alimentos variados, buscando assim estimular a curiosidade (que leve à busca de conhecimento) sobre o que comemos e o que bebemos. O aspecto mais importante a ser salientado aqui é que o estudante vivenciará uma metodologia completamente diferente da do tipo “siga a receita”. A metodologia é baseada na resolução de problemas e visa estimular no estudante a capacidade de observação e interpretação, o que contrasta com as aulas práticas tradicionais onde o aluno tem todos os passos a serem seguidos e os resultados esperados. Basicamente, a atividade do aluno e, principalmente, suas observações e anotações são fundamentais para o andamento das aulas experimentais.

Contato:

qmcfigueira@gmail.com

jbtrocha@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

As Atividades Baseadas em Resolução de Problemas (ABRP), diferentemente do método de ensino tradicional baseado na transmissão de conhecimentos disciplinares, representa uma perspectiva do ensino-aprendizagem ancorada no construtivismo e na (re) construção dos conhecimentos, cujo processo é centrado no estudante (MORAES e MANZINI, 2006). Essa metodologia parte do pressuposto da centralidade e da autonomia do aluno no processo de aprendizagem e apresenta como principais características a integração de conteúdos disciplinares estruturados sempre no contexto de um problema orientado para a discussão e resolução em grupo (SILVA e DELIZOICOV, 2008).

Para Barrows (1986), as ABRP como proposta didática apresentam as seguintes características:

- A aprendizagem é centrada no aluno;
- A aprendizagem acontece em pequenos grupos de alunos;
- Os professores são facilitadores ou guias;
- Os problemas formam o foco organizacional e o estímulo para a aprendizagem;
- Os problemas são um veículo para o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas e;
- A nova informação é proveniente por meio da aprendizagem auto diretiva.

Nesse contexto, as atividades propostas aqui, visam estimular habilidades e raciocínios que não são comumente proporcionados por atividades práticas onde o estudante recebe um protocolo pronto sobre como realizar as atividades. Sendo assim, o professor não deve fornecer um protocolo aos seus alunos, mas sim se basear nas atividades propostas para elaborar sua aula.

Para cada atividade, propusemos alguns objetivos a serem alcançados. No entanto, é preciso ter em mente, que por tratar-se de atividades abertas, o rumo da aula pode variar, dependendo de fatores como:

- Número de alunos por turma;

5

- Nível escolar;
- Os conhecimentos prévios dos alunos;
- Interesse dos alunos e do professor;
- Tempo dedicado às atividades;
- Disponibilidade de materiais e reagentes.

Por tratar-se de uma metodologia diferenciada da tradicional, deve-se valorizar o processo de construção do conhecimento. Dessa forma, o professor não deve propor atividades avaliativas que priorizem a memorização de conteúdos, o que obrigaria o estudante a buscar respostas prontas e adequadas ao que o professor gostaria de receber. Sendo assim, deve-se avaliar como seu aluno construiu seus conhecimentos ao longo das atividades.

Outro ponto fundamental é valorizar o erro enquanto instrumento de aprendizagem, pois, segundo Morin (2000), “não se conhece algo sem primeiro cair nos equívocos ou nas ilusões”. Tais erros podem gerar debates onde cada estudante expõe seu ponto de vista, para, conjuntamente com os colegas, chegar a uma resposta.

Atividade 1: Vamos medir volume?

Objetivo: Conhecer e utilizar as vidrarias de laboratório e compará-las com materiais de uso doméstico, observando suas especificidades; discutir procedimentos de medição de sólidos e líquidos.

Para trabalharmos no laboratório muitas vezes precisamos medir volumes. Antes de passarmos ao estudo dos alimentos vamos nos familiarizar com instrumentos de medir volume. Identifique os instrumentos que você conhece e os que não conhece.

Os principais instrumentos de medida utilizados no laboratório são:

- ❖ Pipetas
- ❖ Provetas
- ❖ Frascos de Becker
- ❖ Erlenmeyer
- ❖ Balões volumétricos

Responda

1) Você sabe como poderíamos substituir esses instrumentos de laboratório por materiais caseiros de medir volume?

[Resposta pessoal, porém alguns exemplos podem ser vistos na figura 1b]

2) Os materiais de medir volume que usamos em casa têm a mesma exatidão dos materiais de laboratório?

[Não, pois os materiais que usamos em casa não são rigorosamente produzidos para fornecer medidas exatas de volume.]

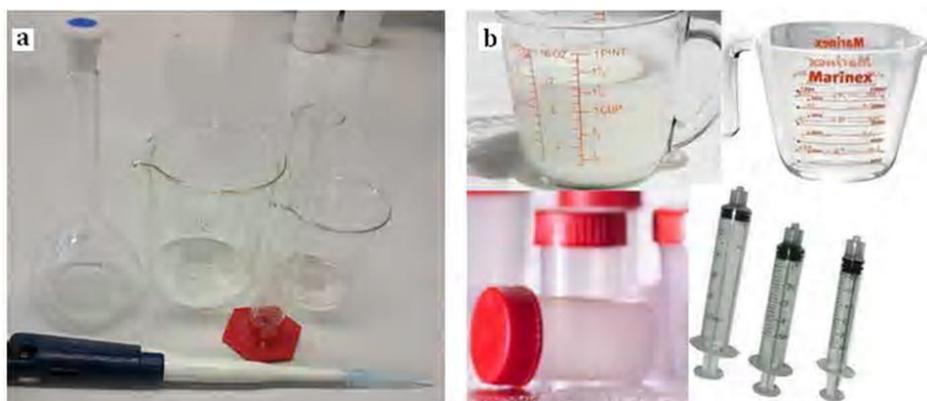


Figura 1: a) Exemplos de materiais usados em laboratório para medir volume e b) Materiais caseiros para medir volume.

Atividade 2: Brincando com a solubilidade

Objetivo: Observar a solubilidade de diferentes substâncias em diferentes meios; discutir o coeficiente de solubilidade; discutir sobre densidade das substâncias; introduzir a discussão sobre polaridade das moléculas e, utilizar os conceitos aprendidos na atividade 1, sobre medição de volume.

Nesta atividade, verificaremos a solubilidade de três alimentos muito comuns, ou seja, óleo de soja, açúcar e sal de cozinha, em diferentes meios.

Procedimento:

ÓLEO DE SOJA

1) Pingue óleo de soja (gota a gota) em um recipiente transparente (copo, garrafa PET cortada, etc.) e, com auxílio de uma seringa graduada ou pipeta volumétrica, anote quantos mililitros de álcool foram necessários para fazer a dissolução do óleo. Anote o que aconteceu após a adição de cada gota de óleo.

- 2) Repita o procedimento trocando o álcool pelo detergente de louça.
- 3) Repita o procedimento colocando água no lugar do álcool ou detergente.

AÇÚCAR

4) A uma pequena quantidade de açúcar, vá adicionando álcool (gota a gota), com uma seringa ou pipeta volumétrica. Anote o volume final gasto e se o açúcar “desapareceu” ou não. Anote o que aconteceu após a adição de cada gota de álcool.

- 1) Repita o procedimento trocando o álcool pelo detergente de louça.
- 2) Repita o procedimento colocando água no lugar do álcool ou detergente.

SAL

5) A uma pequena quantidade de sal, vá adicionando álcool (gota a gota), com uma seringa ou pipeta volumétrica. Anote o volume final gasto e se o sal “desapareceu” ou não. Anote o que aconteceu após a adição de cada gota de álcool.

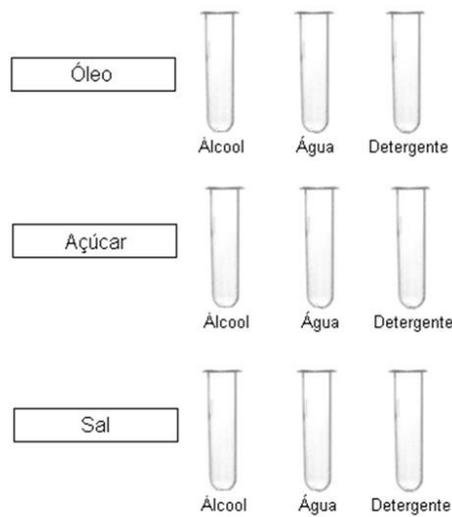
- 1) Repita o procedimento trocando o álcool pelo detergente de louça.
- 2) Repita o procedimento colocando água no lugar do álcool ou detergente.

Para facilitar seu entendimento, anote os resultados na tabela a seguir:

8

	Álcool	Água	Detergente
Óleo	Dissolveu? () Sim () Não	Dissolveu? () Sim () Não	Dissolveu? () Sim () Não
	Volume gasto:	Volume gasto:	Volume gasto:
Açúcar	Dissolveu? () Sim () Não	Dissolveu? () Sim () Não	Dissolveu? () Sim () Não
	Volume gasto:	Volume gasto:	Volume gasto:
Sal	Dissolveu? () Sim () Não	Dissolveu? () Sim () Não	Dissolveu? () Sim () Não
	Volume gasto:	Volume gasto:	Volume gasto:

Agora na representação a seguir, desenhe o que você observou nos tubos ou copos do experimento que acabou de fazer



[Neste exercício as respostas serão pessoais e dependerão das quantidades utilizadas de cada alimento. É importante que o professor peça aos alunos que mostrem seus resultados aos colegas para que os resultados possam ser comparados e discutidos em grupo.]

Atividade 3: Investigando o reativo Biureto

Objetivo: Identificar um problema e buscar uma forma de resolvê-lo; observar e identificar uma reação química; observar padrões entre as reações observadas; propor hipóteses para resolução do problema; discutir suas hipóteses e compará-las com as dos colegas e relatar, por escrito, o que foi desenvolvido em aula.



Cuidado, antes de começar a atividade, é importante que você saiba que o reativo de Biureto é bastante alcalino. Então responda: O que significa alcalino?

[Diz-se que uma substância é alcalina, ou básica, quando essa possui pH acima de 7]

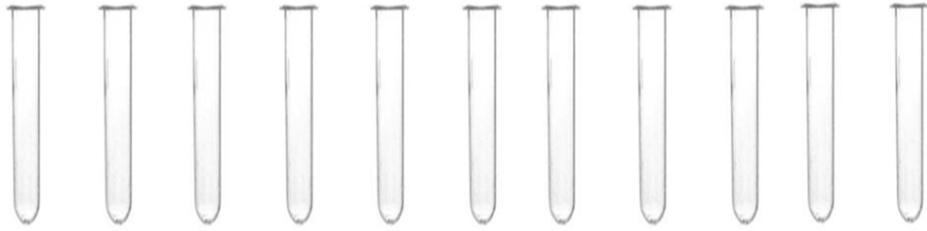
Começaremos uma brincadeira de observação. A tarefa a ser executada consiste em pegar diversos alimentos, separá-los em recipientes, anotando o alimento colocado em cada um deles. Os recipientes a serem utilizados podem ser tubos de ensaio ou copinhos descartáveis (de preferência transparentes), por exemplo.

Após adicionar a cada alimento o reativo identificado como **REATIVO DE BIURETO**, observe o que ocorreu e anote na tabela abaixo.

ALIMENTO	ANOTAÇÕES

Esquematize, no desenho a seguir, os resultados que você observou:

10



Exemplo de BREVE RELATÓRIO: **Ao colocar o reativo Biureto no(s) alimento(s)** [Por exemplo: ovo, leite, gelatina] **observei que** [os alimentos que possuem proteínas apresentaram coloração lilás ao reagir com Biureto]. **Então conclui que o Biureto serve para** [identificar proteínas].

Resposta

1) Como você chegou a essa conclusão?

[Resposta pessoal]

Resumindo:

Então podemos afirmar que o Biureto serve para identificar [proteínas] e que ao reagir com as [proteínas] fica com a cor [lilás].

Atividade 4: Quem tem mais proteína?

Objetivo: Identificar um problema e buscar uma forma de resolvê-lo; padronizar quantidades para posterior comparação; desenvolver e aplicar o conceito de reação padrão; conhecer os alimentos e suas quantidades relativas de proteína; discutir suas hipóteses e compará-las com as dos colegas e relatar, por escrito, o que foi desenvolvido em aula.

Antes de fazer as experiências com os alimentos listados abaixo, numere os alimentos conforme a ordem que você supõe ter mais proteína. Por exemplo, se você acha que a farinha de milho contém mais proteína que os demais coloque 1 na primeira coluna ANTES e assim por diante para os demais. Depois da aula, baseando-se nos resultados da experiência, classifique novamente os alimentos conforme o conteúdo de proteína encontrado. ATENÇÃO: NÃO VALE APAGAR A COLUNA ANTES DEPOIS DA EXPERIÊNCIA.

ANTES	ALIMENTOS	DEPOIS
()	FARINHA DE MILHO	()
()	GEMA	()
()	LEITE	()
()	AÇÚCAR	()
()	CARNE	()
()	FARINHA DE TRIGO	()
()	CLARA	()
()	ARROZ	()

Para esta experiência prepare os seguintes tubos ou recipientes:

TUBO	COR
Padrão de Proteína (Caseína-proteína pura 5mg/ml)	
Farinha de milho	
Gema	
Leite	
Açúcar	
Carne	
Farinha de trigo	
Arroz	

12

Adicione 2 ml do reativo de Biureto a todos os tubos. Observe durante 10 a 15 minutos.

Responda

1) Analisando os resultados obtidos, quais são os alimentos que possuem mais proteínas? Justifique sua resposta.

[Resposta pessoal]

2) Podemos concluir que todos os alimentos estudados nesta aula são ricos em proteínas? Justifique sua resposta.

[Não, pois nem todos apresentam teste positivo com Biureto]

3) É possível afirmar que alguns dos alimentos testados não têm proteínas?

[Sim, aqueles que não apresentam teste positivo para Biureto]

4) Para que nos serviu a solução de caseína?

[A solução padrão de caseína serviu para que pudéssemos fazer uma comparação visual entre as quantidades de proteínas presentes nos alimentos e uma quantidade fixa conhecida (a solução de caseína)]

5) Será que a gema do ovo tem proteína?

[Sim, pois ela apresenta teste positivo para Biureto]

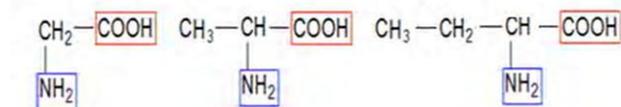
Um pouco de teoria

PROTEÍNAS

Proteínas são compostos orgânicos de alto peso molecular, formadas pelo encadeamento de aminoácidos. Representam cerca de 50 a 80% do peso seco da célula sendo, portanto, o composto orgânico mais abundante de matéria viva.

E o que são aminoácidos?

Um aminoácido é uma molécula que contém simultaneamente os grupos funcionais amina (NH_2) e ácido carboxílico (COOH). Essencialmente cada aminoácido possui uma parte estrutural comum, e um grupo lateral, ou resíduo (R), sendo este último o responsável pelas propriedades químicas de cada aminoácido. Veja alguns exemplos:



Alguns aminoácidos são produzidos pelo próprio organismo, são os chamados aminoácidos não essenciais. Porém, os mamíferos em geral podem sintetizar em velocidade compatível com as necessidades metabólicas apenas 12 dos 20 aminoácidos que fazem parte de suas proteínas. Já os vegetais são capazes de produzir os 20 aminoácidos. Aqueles aminoácidos que não são produzidos pelos organismos devem ser obtidos através da alimentação, são os chamados aminoácidos essenciais. Na tabela ao lado você encontrará a nomenclatura dos 20 aminoácidos naturais que fazem parte das proteínas da grande maioria dos seres vivos, a abreviação é usada em química de proteínas e biologia molecular para representar a sequência primária das proteínas.

AMINOÁCIDOS	ABREVIATURA - SIMBOLO
Alanina	Ala - A
Arginina	Arg - R
Asparagina	Asn - N
Acido aspártico	Asp - D
Cisteina	Cys - C
Glutamina	Gln - Q
Acido glutâmico	Glu - E
Glicina	Gly - G
Histidina	His - H
Isoleucina	Ile - I
Leucina	Leu - L
Lisina	Lys - K
Metionina	Met - M
Fenilalanina	Phe - F
Prolina	Pro - P
Serina	Ser - S
Treonina	Thr - T
Triptofano	Trp - W
Tirosina	Tyr - Y
Valina	Val - V

Figura 2: Tabela com os 20 aminoácidos naturais.

AMINOÁCIDOS

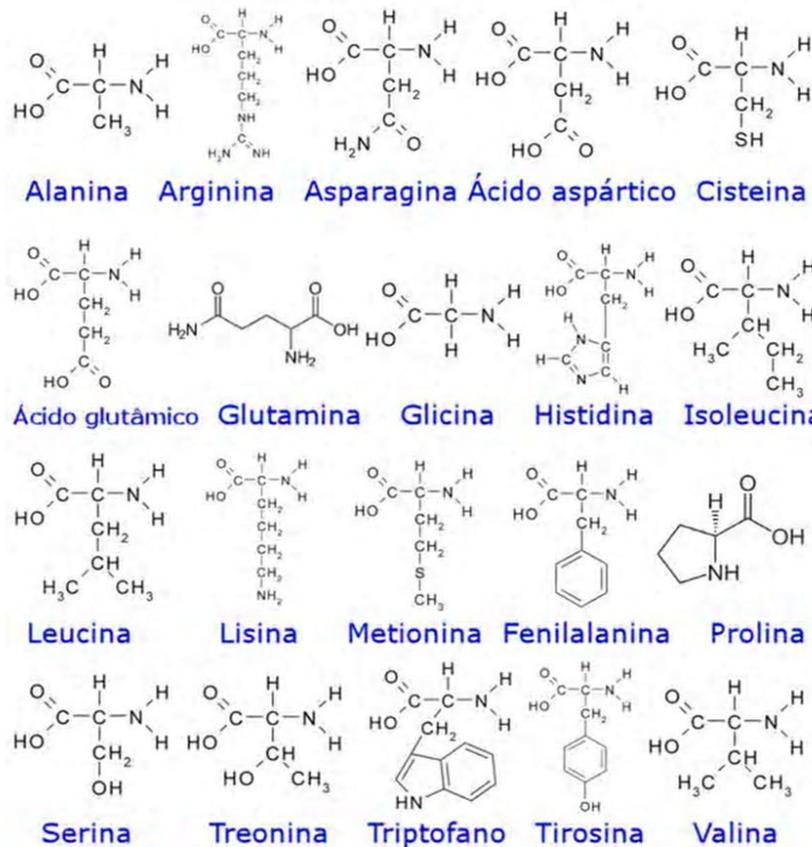
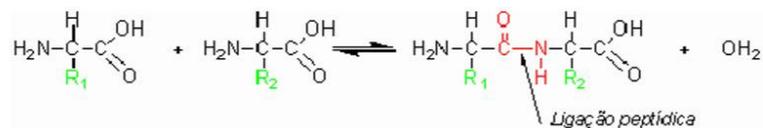


Figura 3: Estruturas dos 20 aminoácidos.

Ligação Peptídica

A **união** de aminoácidos faz-se através de uma ligação química chamada ligação **peptídica**, dois aminoácidos unidos por uma ligação peptídica formam uma molécula denominada **dipeptídeo**. Designa-se por **polipeptídica** a cadeia que resulta da união de vários aminoácidos. Por este motivo as proteínas são também muitas vezes chamadas moléculas **polipeptídicas**. A união de dois aminoácidos faz-se através da ligação peptídica entre o grupo amina e o grupo ácido carboxílico, conforme reação a seguir:



Classificação das proteínas

As proteínas podem ser classificadas em:

a) **Proteínas simples ou homoproteínas:** são aquelas formadas apenas por aminoácidos.

b) **Proteínas complexas, conjugadas ou heteroproteínas:** são formadas por cadeias de aminoácidos ligadas a grupos diferentes, denominados grupos **prostéticos**.
Exemplos:

- Glicoproteínas: o grupo prostético é um glicídio;
- Hipoproteínas: o grupo prostético é um lipídio;
- Fosfoproteínas: o grupo prostético é o H_3PO_4 ;
- Cromoproteínas: o grupo prostético é um pigmento, como acontece na clorofila ou hemoglobina, por exemplo.

Estrutura das proteínas

a) **Estrutura primária:** é a própria cadeia peptídica, formada pela sequência de aminoácidos iguais ou diferentes entre si. Normalmente, se representa a sequência primária de uma proteína por uma sequência de letras, por exemplo:

**MPLCPLAHAMQPQSVLHSGYFHLLRAWQTATTTLNASNLIYPIFVTDVPPDDIQPITS
LPGVARYGVKRLEEMLRPLVEEGLRCVLIFGVPSRVPKDERGSAADSESPAIEAIHLLR
KTFPNLLVACDVCLCPYTSHGHCGLLENGAFRAEESRQLAEVALAYAKAGCQVVAP
SDMMDGRVEAIKEALMAHGLGNRVSVMSYSAKFASCFYGPFRDAKSSPAFGDRR
CYQLPPGARGLALRAVDRDVREGADMLMVKPGMPYLDIVREVKDKHPDLPLAVYH
VSGEFAMLWHGAQAGAFDLKAAVLEAMTAFRRAGADIIITYYTPQLLQWLKEE**

A representação acima indica a **estrutura primária da enzima Porfobilinogênio Sintase** ou **Aminolevulinato desidratase (ALA-d)**. Esta enzima participa da síntese do Porfobilinogênio que fará parte do grupo heme de heme-proteínas. A estrutura desta proteína foi obtida em <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/protein/119607786?report=fasta>, além disso, no site <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/protein/> você pode encontrar a estrutura de diversas proteínas.

b) **Estrutura secundária:** formada pela estrutura primária em forma de espiral ou mola helicoidal. Essa estrutura é mantida unida por pontes de hidrogênio formadas entre o grupamento amina de um aminoácido e o carbonila de outro. Outro padrão estrutural encontrado em várias proteínas é a estrutura beta pregueada, na qual regiões vizinhas da cadeia polipeptídica associam-se por meio de ligações de hidrogênio resultando em uma estrutura achatada e rígida (figura 4).

c) **Estrutura terciária:** é a disposição da espiral anterior, dobrada sobre si mesma. Essa estrutura é resultante de ligações químicas em pontos específicos da espiral.

d) **Estrutura quaternária:** resulta da união de várias estruturas terciárias que, em conjunto, assumem formas espaciais bem definidas.

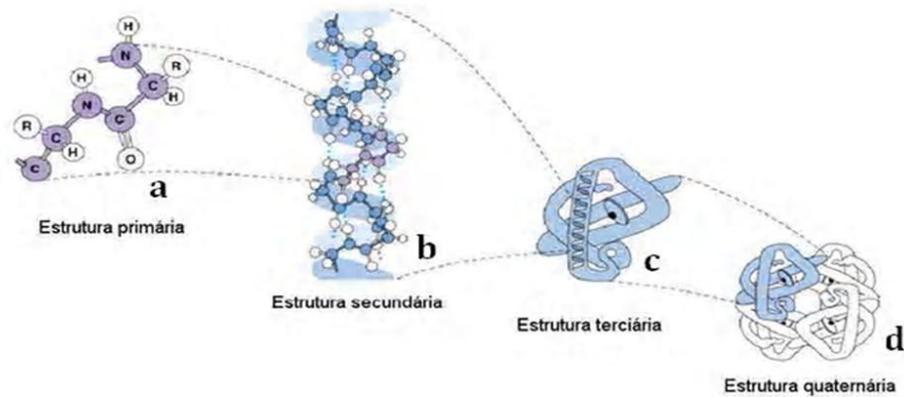


Figura 4 – Esquema da organização espacial das proteínas.

Atenção lembre-se que a representação estrutural das moléculas (como a figura 3-a) pode ser feita também da seguinte forma:

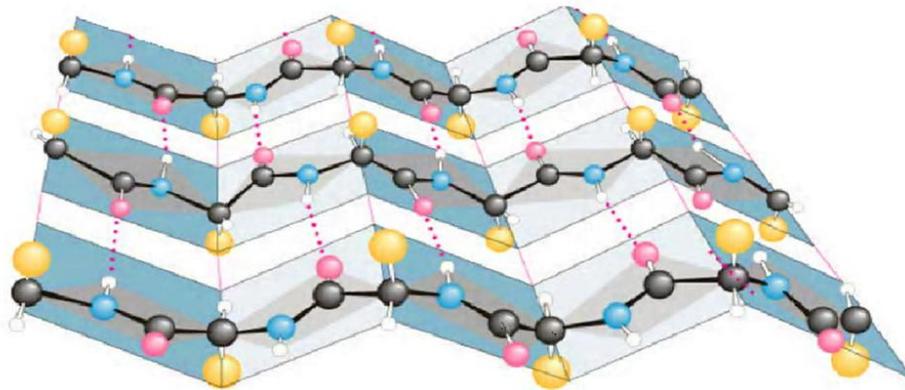
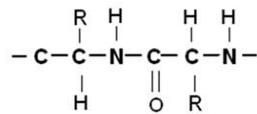


Figura 5: Exemplo de estrutura beta pregueada.

Desnaturação

É o dismantelamento das estruturas secundárias, terciárias e quaternárias por algum agente externo. A desnaturação é acompanhada de mudanças nas propriedades físicas, químicas e biológicas.

A seguir, alguns exemplos de agentes externos que podem provocar a desnaturação protéica:

- Calor: consegue, facilmente, romper todas as interações intermoleculares;
- Agitação: capaz de romper interações não covalentes. Por exemplo, quando se bate clara em neve;
- Detergentes: causam a quebra de interações hidrofóbicas;
- Solventes orgânicos: interferem nas pontes de hidrogênio. Por exemplo, o etanol, que destrói as bactérias ao desnaturar suas proteínas;
- Meio fortemente alcalino/ácido: os íons H^+ ou OH^- interferem nas pontes salinas;
- Sais inorgânicos: interferem nas pontes salinas.

Pontes salinas: são interações eletrostáticas entre uma cadeia lateral ácida ionizada (carga negativa) e uma cadeia lateral básica ionizada (carga positiva).

Funções das proteínas

As proteínas exercem funções importantes no organismo de todos os organismos vivos, das quais se destacam as seguintes:

a. Estrutural ou plástica: Participam dos tecidos dando-lhes rigidez, consistência e elasticidade. Exemplos de proteínas estruturais: colágeno (constituente das cartilagens), actina e miosina (presentes na formação das fibras musculares), queratina (principal proteína do cabelo), fibrinogênio (presente no sangue), albumina (encontrada em ovos) e outras.

b. Hormonal: Exercem alguma função específica sobre algum órgão ou estrutura de um organismo como, por exemplo, a insulina regula os níveis sanguíneos de glicose em excesso do sangue (embora tecnicamente a insulina seja considerada apenas um polipeptídeo, devido a seu pequeno tamanho).

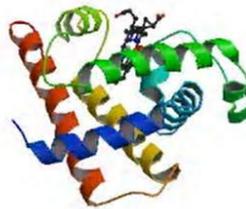
c. Defesa: Os anticorpos são proteínas que realizam a defesa do organismo, especializados no reconhecimento e neutralização de vírus, bactérias e outras substâncias estranhas. O fibrinogênio e a trombina são outras proteínas de defesa, responsáveis pela coagulação do sangue e prevenção de perda sanguínea em casos de cortes e ferimentos.

d. Energética: Obtenção de energia a partir dos canais que compõem as proteínas. Durante a fase de crescimento as crianças são especialmente sensíveis às deficiências de nutrientes, sobretudo proteínas. Deficiência de calorias ou proteínas na dieta desvia as proteínas para a função energética, levando à deficiência de crescimento. A necessidade diária de proteínas é de cerca de 1g/kg durante essa fase e 0,8-0,9g/kg na fase adulta.

e. Transportadora ou armazenadora de gases: O transporte de gases (principalmente do oxigênio e parte do gás carbônico) é realizado por proteínas como a hemoglobina. A mioglobina é uma proteína importante para o músculo vermelho, principalmente de mamíferos aquáticos, onde é responsável pelo armazenamento de oxigênio. O oxigênio armazenado na mioglobina é liberado durante os mergulhos longos. A mioglobina foi a primeira proteína a ter a estrutura terciária desvendada.



6(a) Perutz (1914-2002)



6(b) Estrutura esquemática da mioglobina

Figuras 6: Max Perutz, cientista e ganhador do prêmio Nobel de Química (1962) que desvendou a estrutura terciária da mioglobina por difração de raios-X.

REATIVO BIURETO

As soluções aquosas de compostos contendo duas ou mais ligações peptídicas (por exemplo, proteínas) dão origem ao aparecimento de uma cor violeta característica quando tratadas com uma solução diluída de sulfato de cobre em meio alcalino. O nome do teste vem do composto Biureto que dá uma reação tipicamente positiva. A cor é devida à formação de um complexo em que o íon cobre se coordena a quatro átomos de nitrogênio das ligações peptídicas, conforme ilustração a seguir:

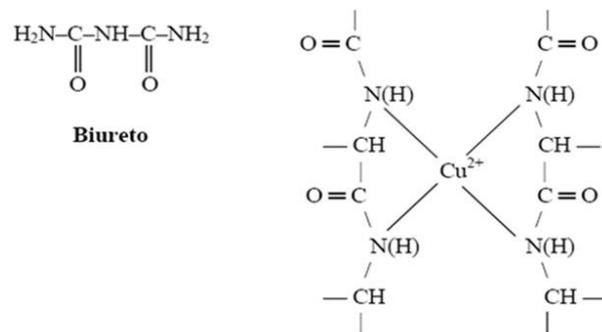


Figura 7: Mostra, respectivamente, a fórmula do reagente Biureto e sua interação com um átomo de cobre.

Veja na imagem a seguir alguns exemplos da reação entre Biureto e os seguintes alimentos:

- Tubo 1: Amido
- Tubo 2: Açúcar
- Tubo 3: Leite
- Tubo 4: Óleo
- Tubo 5: Farinha
- Tubo 6: Clara de ovo

20

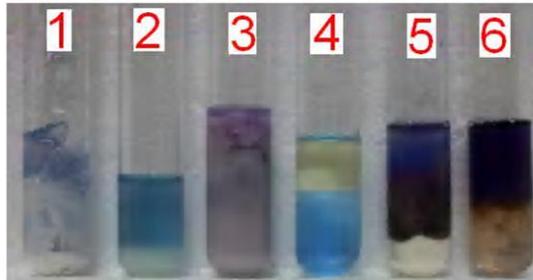


Figura 8: Mostra a reação entre o Biureto e alguns alimentos (sem padronização e não submetidos à agitação mecânica).



Figura 9: Mostra a reação entre o Biureto e alguns alimentos (de forma padronizada)

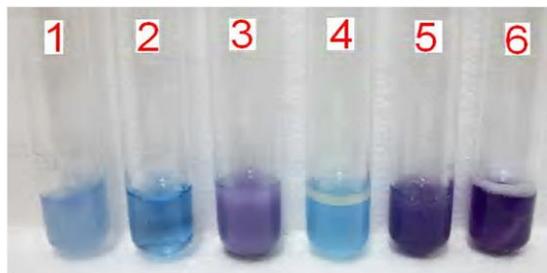


Figura 10: Mostra a reação entre o Biureto e alguns alimentos (de forma padronizada e submetida à forte agitação).

Perceba que na figura 8 a falta de padronização dos alimentos nos tubos (e a grande quantidade de cada alimento) dificulta a visualização das reações, as quais têm sua visualização facilitada quando as quantidades de alimentos são pequenas e padronizadas, como é o caso das figuras 9 e 10, sendo que na figura 10 os tubos foram submetidos à agitação mecânica. A fim de padronizar as reações sem a necessidade de uma balança

analítica, utilizamos um recipiente padrão (embalagem de comprimidos) como o da foto a seguir.



Figura 11: Exemplo de medidor caseiro para as amostras.

Preparo do reagente Biureto

Em um copo graduado de 1000 ml, adicione 1,5 g de sulfato cúprico penta hidratado, 6 g de tartarato de sódio e potássio, 300 ml de NaOH 10%. Dissolva e complete o volume até 1000 mL com água destilada.

Atividade 5: Trabalhando com a Estrutura das Proteínas

Objetivo: Familiarização com os aminoácidos, sua estrutura química, polaridade e nomenclatura e interação com demais substâncias; estudar as interações intermoleculares e sua importância na manutenção das estruturas químicas das proteínas; desenvolver modelos explicativos pessoais.

Escolha uma região de 20 aminoácidos da sequência da enzima ALA-d (abaixo). Identifique a posição do resíduo, por ex: 1 a 20, 30 a 50 etc.

MPLCPLAHAMQPQSVLHSGYFHPLLRWQTATTTLNASNLIYPIFVTDVPDDIQPITSLPGVARYGV
KRLEEMLRPLVEEGLRCVLIFGVPSRVPKDERGSAADSEESPAIEAIHLLRKTFPNLLVACDVCLCPYTS
HGHCGLLENGAFRAEESRQLAEVALAYAKAGCQVVAPSDMMDGRVEAIKEALMAHGLGNRVS
VMSYSAKFASCFYGPFRDAKSSPAFGDRRCYQLPPGARGLALRAVDRDREGADMLMVKPGMP
YLDIVREVKDKHPDLPLAVYHVSGEFAMLWHGAQAGAFDLKAAVLEAMTAFRRAGADIIITYTPQL
LQWLKEE

- 1) Passe da abreviatura de uma letra para a de três letras.

[Resposta pessoal, dependente da região escolhida]

- 2) A região escolhida por você contém (descreva-os):

- a) Aminoácidos neutros.

[Resposta pessoal, dependente da região escolhida]

- b) Aminoácidos hidrofílicos carregados positivamente.

[Resposta pessoal, dependente da região escolhida]

c) Aminoácidos hidrofílicos carregados negativamente.

[Resposta pessoal, dependente da região escolhida]

3) Se a região escolhida continha aminoácidos hidrofílicos, o grupo R destes resíduos estará voltado para o interior da proteína ou para o meio? Faça um modelo (lembre que a célula contém cerca de 70-80% de água).

[O modelo é pessoal, mas um exemplo pode ser visto no esquema presente na página a seguir, onde foram escolhidos os 20 primeiros aminoácidos da ALA-d.]

4) Se a região escolhida continha aminoácidos hidrofóbicos, o grupo R destes resíduos estará voltado para o interior da proteína ou para o meio? Faça um modelo (lembre que a célula contém cerca de 70-80% de água).

[O modelo é pessoal, mas um exemplo pode ser visto no esquema presente na página a seguir, onde foram escolhidos os 20 primeiros aminoácidos da ALA-d.]

5) Analisando a estrutura em alfa hélice (figura 4) e a estrutura beta pregueada, responda quais são os tipos de ligações ou interações químicas responsáveis pela manutenção de tais estruturas.

[Pontes de hidrogênio e forças de Van der Waals]

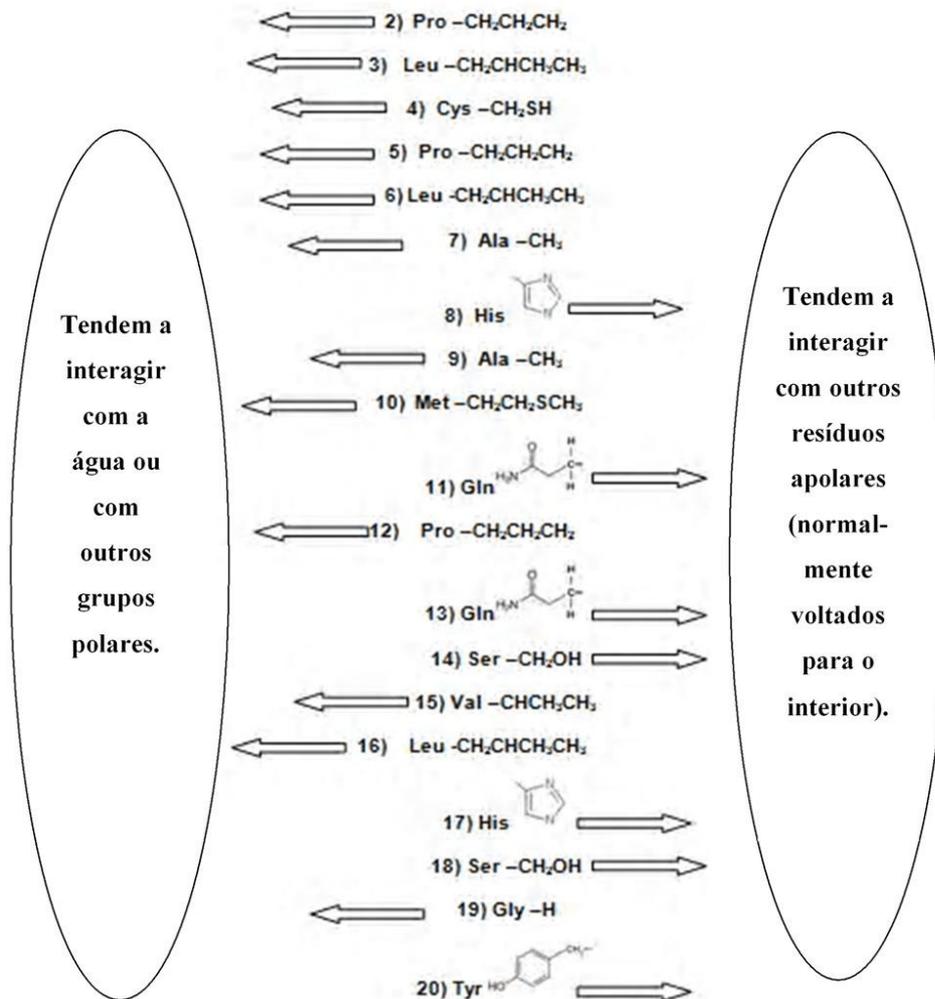


Figura 12: Representação da posição dos grupamentos R dos 20 aminoácidos iniciais da ALA-d. Nesse esquema, os grupamentos R polares se voltam para o exterior da proteína (ficando em contato com a água) enquanto os grupamentos R apolares se voltam para região interior da proteína (região apolar).

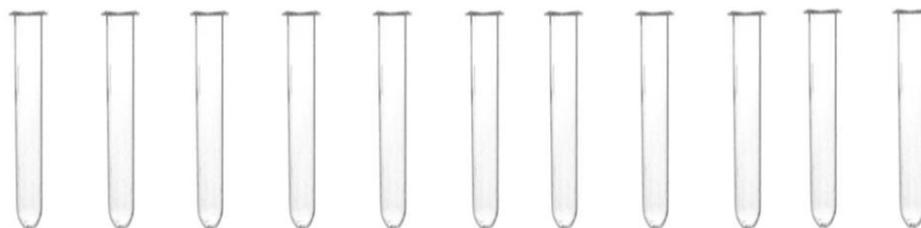
Atividade 6: Investigando para que serve a Ninidrina

Objetivo: Identificar um problema e buscar uma forma de resolvê-lo; observar e identificar uma reação química; observar padrões entre as reações observadas; propor hipóteses para resolução do problema; discutir suas hipóteses e compará-las com as dos colegas e relatar, por escrito, o que foi desenvolvido em aula.

A tarefa a ser executada a seguir consiste em pegar diversos alimentos, separá-los em tubos de ensaio, anotando o alimento que foi colocado em cada um deles e posteriormente adicionar a cada alimento o reativo identificado como **Ninidrina**. Os resultados devem ser observados a frio e a quente (aqueça por aproximadamente 15 minutos em banho maria)

Alimentos	A frio	A quente
Amido de milho		
Açúcar		
Gelatina		
Farinha de trigo		
Leite integral		
Albumina		
Óleo de soja		
Glicose		
Glicina 10%		
Aspartame		

Esquematize, no desenho a seguir, os resultados que você observou:



Exemplo de BREVE RELATÓRIO: Ao colocar a Ninidrina no(s) alimento(s) [por exemplo: leite, ovo, gelatina e glicina (que é um aminoácido)] **observei que** [os alimentos citados possuem aminoácidos (das proteínas que foram hidrolisadas pelo aquecimento) e que em presença de Ninidrina apresentam coloração lilás.]. **Então conclui que a Ninidrina serve para** [identificar aminoácidos].

Responda

- 1) Como você chegou à conclusão apresentada?

[Resposta pessoal]

Resumindo:

Então podemos afirmar que a Ninidrina serve para quantificar [aminoácidos] e que ao reagir com os [aminoácidos] fica com a cor [lilás].

Atividade 7: O abacaxi desanda a gelatina?

Objetivo: Introduzir o conteúdo sobre enzimas; discutir sobre desnaturação protéica; discutir a importância das ligações químicas e das interações intermoleculares para a manutenção da estrutura das proteínas.

Antes de começar os experimentos, um dos grupos deve preparar 500 ml de gelatina em pó (segundo orientações do fabricante) e distribuir entre os colegas. O segundo passo consiste no preparo do suco natural de abacaxi (bata a fruta com um pouco de água). Divida-o em duas partes, uma dessas partes deve ser fervida em uma panela.

Em copinhos descartáveis ou tubos de ensaio, coloque:

- 1) 2 ml de gelatina líquida
- 2) 2 ml de gelatina líquida + 1 ml de água
- 3) 2 ml de gelatina líquida + 1 ml de suco de abacaxi cru
- 4) 2 ml de gelatina líquida + 1 ml de suco de abacaxi cozido

Coloque os tubos na geladeira até que a gelatina pura (tubo 1) endureça. Observe e anote os resultados.

Agora desenhe como ficaria a gelatina dos diferentes tubos ou copinhos plásticos se você as tirasse dos mesmos:

Gelatina	Gelatina + água	Gelatina + abacaxi cru	Gelatina + abacaxi cozido

Resposta

- 1) O que você observou?

[Nos tubos 1, 2 e 4 ocorre a gelatinização (a gelatina endurece) enquanto que no tubo 3 o mesmo não ocorre, ou seja, a gelatina não endurece].

- 2) O abacaxi realmente desanda a gelatina?

[Sim, quando suas enzimas proteases não estão desnaturadas elas conseguem hidrolisar as proteínas, fazendo com que a gelatina desande (caso ela já esteja dura quando as proteases forem adicionadas) ou não endureça].

28

3) Para que serviu o suco de abacaxi cozido?

[Para mostrar que quando as enzimas proteases são desnaturadas pelo aquecimento elas deixam de agir como proteases].

Atividade 8: Investigando os efeitos químicos do suco de abacaxi sobre a gelatina

Objetivo: Identificar como o abacaxi faz com que a gelatina não sofra gelatinização; perceber que a quebra das proteínas da gelatina originam aminoácidos, identificados por meio de reação com a Ninidrina; elaborar um modelo explicativo para o fenômeno observado.

Para essa atividade, você deve preparar os seguintes tubos:

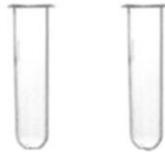
- 1) 0,5 ml de gelatina + 1ml de água
- 2) 0,5 ml de gelatina + 1ml de suco de abacaxi cru
- 3) Deixe incubando por no mínimo duas horas (ou guarde na geladeira até a próxima aula)

A cada tubo, adicione 1 ml de Ninidrina (lembre-se de aquecer a reação)

Responda

- 1) Desenhe abaixo o que você observou.

[Resposta pessoal]



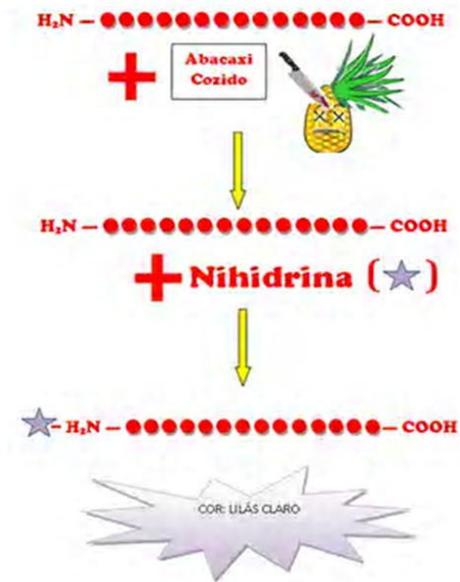
- 2) O que o suco de abacaxi cru fez na reação?

[As enzimas proteases presentes no abacaxi fizeram com que as proteínas se hidrolisassem, liberando mais aminoácidos na solução, o que fez com que a coloração aumentasse diante da reação com Ninidrina, ao contrário da reação sem a adição de abacaxi]

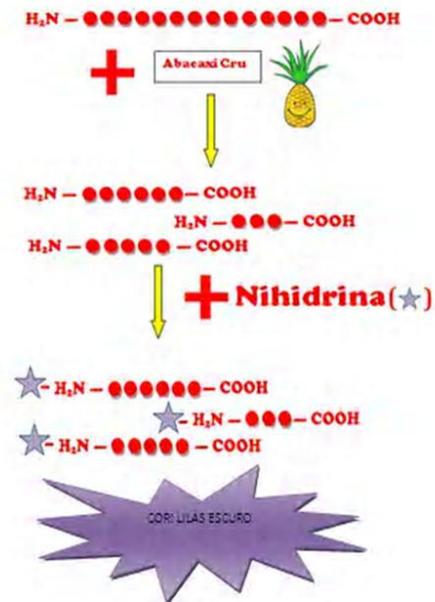
- 3) Faça um esquema, em forma de desenho, para a reação ocorrida entre a gelatina com suco de abacaxi e a Ninidrina.

[Um exemplo de esquema para essa reação encontra-se na figura a seguir:]

30



Esquema 1: Mostra que o abacaxi quando cozido não é capaz de quebrar as proteínas e a reação apresenta coloração fracamente lilás pois acontece entre a Ninidrina e os grupamentos amina das extremidades das proteínas.

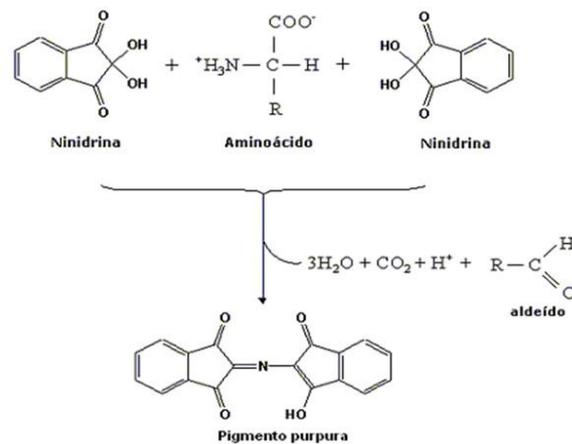


Esquema 2: Mostra que o abacaxi cru é capaz de hidrolisar as proteínas, o que libera mais grupamentos amina para reagirem com a Ninidrina, fazendo com que a coloração da solução fique mais intensa.

Um pouco de teoria

Ninidrina

O reativo Ninidrina é utilizado para a identificação de aminoácidos. Na reação, o grupamento amino dos aminoácidos, sofre oxidação por um agente oxidante mais fraco, a Ninidrina, formando amônia, CO_2 e aldeído (RCOH), obtido pela perda de um átomo de carbono do aminoácido original. Nessa reação (figura a seguir), um equivalente da Ninidrina age como oxidante do aminoácido, formando uma Ninidrina na forma reduzida e com a amônia formada, para formar um complexo de cor púrpura, o qual vai ser detectado através de um espectrômetro VIS no comprimento de onda 570 nm.



Todos os aminoácidos que contêm o grupo α -amino livre reagem com Ninidrina formando um complexo púrpura, porém, a prolina e a hidroxiprolina, que possuem o grupo α -amino substituído, fornecem derivados de cor amarela.

Veja exemplos da reação entre alguns alimentos e a Ninidrina nas imagens a seguir:

- Tubo 1: Amido
- Tubo 2: Açúcar
- Tubo 3: Leite
- Tubo 4: Óleo
- Tubo 5: Farinha
- Tubo 6: Clara de ovo

32



Figura 12: Reação entre a Ninidrina e os alimentos citados usando quantidades não padronizadas dos alimentos.



Figura 13: Mostra a reação entre a Ninidrina e os alimentos citados, utilizando quantidades padronizadas dos mesmos. Os tubos foram fortemente agitados.

Atividade 9: Investigando o reativo Benedict

Objetivo: Identificar um problema e buscar uma forma de resolvê-lo; observar e identificar uma reação química; observar padrões entre as reações observadas; propor hipóteses para resolução do problema; discutir suas hipóteses e compará-las com as dos colegas e relatar, por escrito, o que foi desenvolvido em aula.

A tarefa a ser executada consiste em pegar diversos alimentos, separá-los em recipientes, anotando o alimento que foi colocado em cada um. Após, adicionar a cada alimento 2 mL do reativo identificado como **REATIVO DE BENEDICT**. Colocar em banho-maria fervente e esperar 15 minutos. Anotar o que ocorre na tabela abaixo.

ALIMENTO	ANOTAÇÕES

Esquematize, no desenho a seguir, os resultados que você observou:



Exemplo de BREVE RELATÓRIO: Ao colocar o reativo de Benedict no(s) alimento(s) [por exemplo: bala, biscoito recheado, refrigerantes e outros alimentos que contém açúcar.] **observei que** [as soluções mudaram de cor, passando de azul, cor do Benedict, para a cor de telha]. **Então, conclui que o reagente de Benedict serve para** [identificar açúcar].

Responda

1) Qual (ais) tipo(s) de componente(s) dos alimentos você desconfia que o Benedict detecta? Explique sua resposta.

[Resposta pessoal]

Resumindo:

Então podemos afirmar que o Benedict serve para quantificar [açúcares] e que ao reagir com os [açúcares] fica com a cor [alaranjada, ou telha].

Atividade 10: Quem tem mais açúcar?

Objetivo: Identificar um problema e buscar uma forma de resolvê-lo; padronizar quantidades para posterior comparação; desenvolver e aplicar o conceito de reação padrão; conhecer os alimentos e suas quantidades relativas de açúcares; discutir suas hipóteses e compará-las com as dos colegas e relatar, por escrito, o que foi desenvolvido em aula.

Vamos brincar de predizer ou adivinhar. Antes de fazer as experiências com os alimentos listados abaixo, classifique os alimentos de acordo com a sua ideia sobre o conteúdo de açúcares dos mesmos. Por exemplo, se você acha que a farinha de milho contém mais açúcar que os demais, coloque 1 na primeira coluna (ANTES) e assim por diante para os demais.

Depois da aula, baseando-se nos resultados da experiência, classifique novamente os alimentos conforme o conteúdo de açúcar encontrado. ATENÇÃO: NÃO VALE APAGAR A COLUNA ANTES DEPOIS DA EXPERIÊNCIA.

ANTES	ALIMENTOS	DEPOIS
()	Pepsi-cola	()
()	Pepsi light	()
()	Fanta laranja	()
()	Fanta uva	()
()	Fanta laranja light	()
()	Fanta uva light	()
()	Óleo de soja	()
()	Mel	()
()	Sprite	()
()	Sprite light	()
()	Suco de laranja embalado	()
()	Suco de laranja fresco	()
()	Suco de limão	()
()	Clara de ovo	()

36

Para esta experiência prepare os seguintes tubos:

Substância	Observação
Solução de glicose pura (10g em 100 ml)	
Pepsi-cola	
Pepsi light	
Fanta laranja	
Fanta uva	
Fanta laranja light	
Fanta uva light	
Óleo de soja	
Mel	
Sprite	
Sprite light	
Suco de laranja embalado	
Suco de laranja fresco	
Suco de limão	
Clara de ovo	

Adicione 2 ml do reativo de Benedict a todos os tubos. Coloque em banho-maria fervente por 10 a 15 minutos e observe. Anote quem você acha que tem mais açúcar.

Responda

- 1) Para que serviu a solução padrão de glicose?

[A solução padrão de glicose serviu para que pudéssemos fazer uma comparação visual entre as quantidades de açúcares redutores presentes nos alimentos e uma quantidade fixa conhecida (o padrão de glicose)]

- 2) Você acha que a reação com todos os alimentos usados foi igual?

[Resposta pessoal]

3) Você acredita que a padronização do experimento é importante?

[Resposta pessoal]

4) Podemos afirmar que todos os alimentos testados são ricos em açúcares redutores?

[Não, pois alguns alimentos não apresentaram teste positivo para Benedict]

5) Você poderia afirmar que alguns dos alimentos testados não possuem açúcares redutores?

[Sim, através do teste com o reativo Benedict]

6) Qual o açúcar mais comum no nosso dia-a-dia? Por que será que não o incluímos nestes alimentos?

[O açúcar mais comum e utilizado em nosso cotidiano é a sacarose. Não a incluímos, pois a sacarose quando pura não reage com Benedict, porém esta geralmente possui uma contaminação por glicose, que é um açúcar fortemente redutor e reage com Benedict, dando a impressão de que a sacarose é que sofre reação]

Atividade 11: Brincando com o Benedict

Objetivo: Testar o reagente de Benedict com amostras de substâncias puras; analisar as estruturas químicas das substâncias que apresentaram teste positivo com o reagente; elaborar um modelo explicativo baseado nas estruturas químicas observadas.

Nesse experimento, testaremos o reagente de Benedict com outras substâncias, ao invés de alimentos, como fizemos anteriormente.

a) Prepare tubos de ensaios com 1ml de cada substância da tabela a seguir e adicione 1ml de Benedict.

b) Anote os resultados a frio e posteriormente a quente (15 minutos em banho-maria)

Substância:	Com Benedict a frio	Com Benedict a quente
Frutose		
Amido		
Alanina		
Ácido aspártico		
Sacarose		
Galactose		
Glicose		
Lactose		
Maltose		

Responda

1) Quais foram as substâncias que reagiram?

[A frio, geralmente, somente a glicose reage. Após o aquecimento se observa reação com: Glicose, Lactose, Maltose e Frutose]

2) Pesquise as estruturas de Fischer e Howarth para os açúcares estudados.

39

[Imagem a seguir]

3) Através das estruturas pesquisadas você conseguiria prever os resultados obtidos?

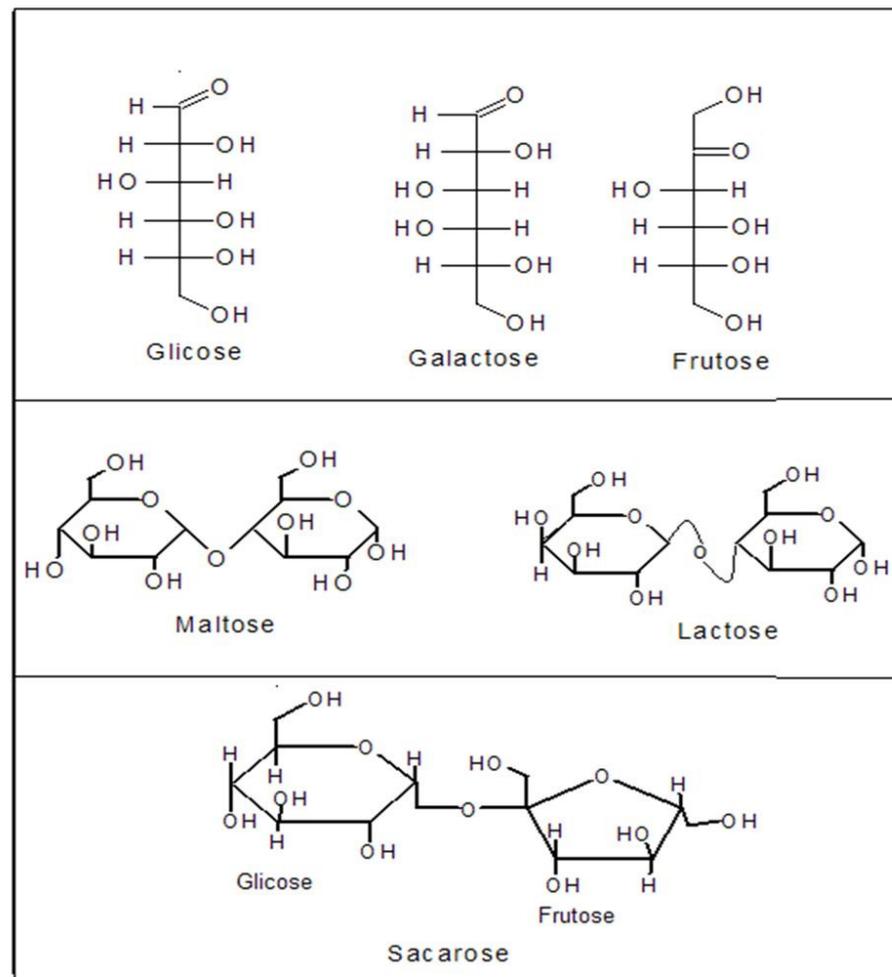
[Resposta pessoal]

Figura 14: Estruturas químicas dos açúcares estudados.

Atividade 12: Hidrólise da Sacarose

Objetivo: Introduzir o conceito de hidrólise; utilizar os conhecimentos obtidos nas atividades anteriores.

Procedimentos

- a) Faça uma solução diluída de sacarose (aproximadamente 0,5g para 5 ml de água);
- b) Coloque 1 ml da solução em um tubo de ensaio e acrescente 1 ml de vinagre (que contém ácido acético);
- c) Aqueça a mistura e depois acrescente 2 ml de Benedict à solução;
- d) Observe a coloração;
- e) Em outro tubo, acrescente 1 ml da solução de sacarose e 2ml de Benedict, aqueça e compare a coloração obtida com a coloração do tubo anterior.
- f) Coloque 1 ml de vinagre em um tubo e adicione 2ml de Benedict, aqueça e observe.

Responda

- 1) Você observou alguma diferença entre as colorações dos três tubos?

[O que se observa é que no tubo onde foi adicionado vinagre à sacarose ocorreu reação com Benedict]

- 2) Qual foi a função do ácido acético na reação?

[A função do ácido acético foi “quebrar” as moléculas de sacarose produzindo glicose e frutose, capazes de reagir com Benedict.]

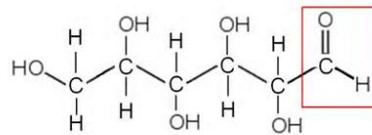
Um pouco de teoria

GLICÍDIOS

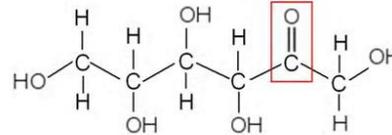
Os glicídios também conhecidos como açúcares, carboidratos ou hidratos de carbono, são substâncias orgânicas constituídas fundamentalmente por átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio. Muitas vezes temos a ideia de que todos os glicídios são adocicados, o que não é verdade. Por isso, os cientistas preferem usar o termo *glicídios* ao invés de *açúcar*, para evitarem mal entendidos.

Os glicídios são a principal fonte de energia para os seres vivos, estando presentes em diversos tipos de alimentos. O mel, por exemplo, contém o glicídio glicose; da cana é extraída a sacarose, muito utilizada em nosso dia-a-dia; o leite contém o açúcar lactose; e frutos adocicados contém frutose e glicose, entre outros tipos de glicídios.

Definição: Glicídios são compostos de função mista do tipo poliálcool- aldeído ou poliálcool-cetona. Veja alguns exemplos:



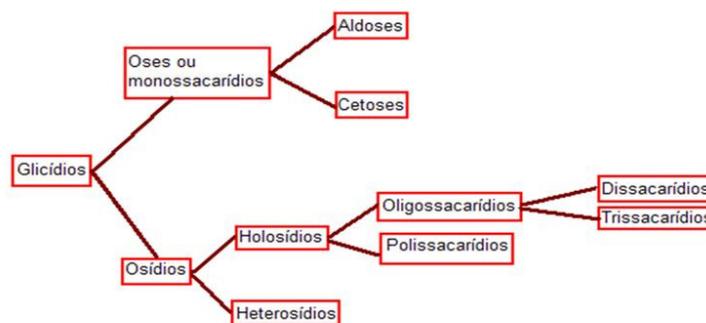
Glucose (poliálcool-aldeído)



Frutose (poliálcool-cetona)

Classificação

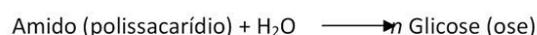
Esquema geral:



Oses, ou monossacarídeos, são glicídios mais simples, que não sofrem hidrólise em ácidos não muito concentrados. Os prefixos indicam que as aldoses têm o grupo aldeído, enquanto as cetoses têm o grupo cetona. Osídios são glicídios mais complexos, que se hidrolisam, produzindo moléculas menores. Subdividem-se em:

- Holosídios: quando a hidrólise só produz oses.
- Heterosídios: quando a hidrólise produz oses e compostos de outras classes (orgânicos ou inorgânicos).

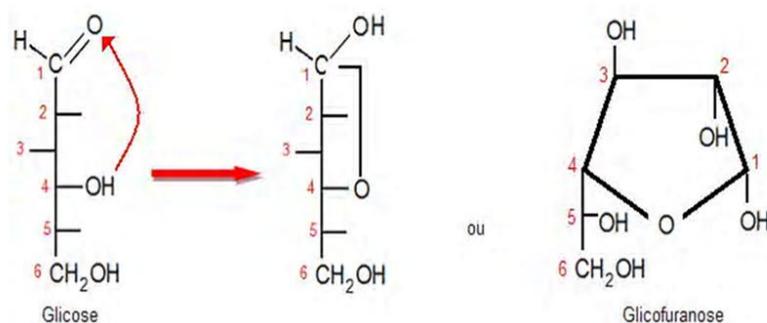
Os holosídios podem ainda ser subdivididos em monossacarídeos, dissacarídeos ou polissacarídeos, conforme o produto de sua hidrólise: uma, duas ou muitas oses. Por exemplo:



Os dissacarídeos mais conhecidos são: a sacarose, a maltose e a lactose. O termo oligossacarídeo indica os holosídios formados pela reunião de poucas moléculas de oses.

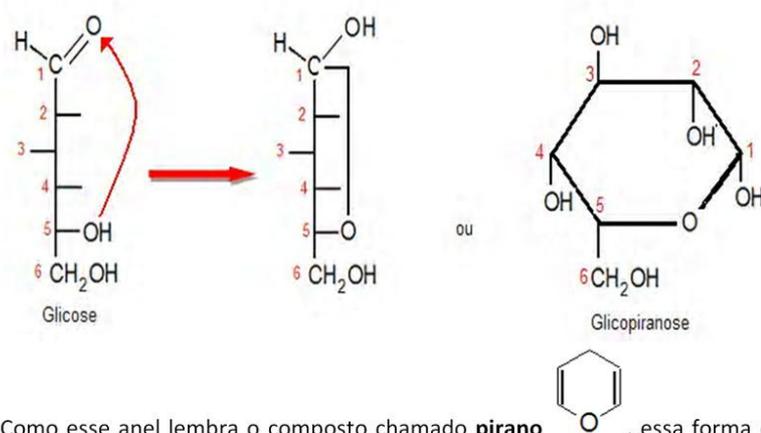
Estrutura das oses

As oses apresentam vários carbonos assimétricos, portanto, apresentam muitos isômeros ópticos. Nas oses também ocorre o que chamamos de *ciclização* da molécula, isso ocorre quando o grupo aldeído de uma aldose (ou grupo cetona de uma cetose) reage com uma oxidril da própria molécula, formando uma cadeia fechada ou cíclica. Veja o exemplo abaixo:



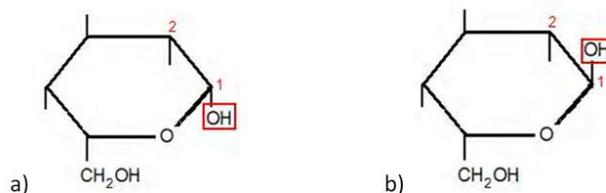
Nesse caso, a ciclização ocorreu no carbono número 4, dando origem a um anel de cinco átomos (quatro carbonos e 1 oxigênio) que se assemelha a um composto

denominado furano , originando uma estrutura chamada **furanóica** ou **furanose**. No entanto, a ciclização pode ocorrer também no carbono número 5, sendo essa a forma mais comumente encontrada. Veja a figura a seguir:



Como esse anel lembra o composto chamado **pirano**, essa forma cíclica é denominada **piranóica** ou **piranose**.

É importante ressaltar que, a oxidrila do carbono 1 pode assumir duas posições:



Observe que na figura a), a oxidrila do carbono está na posição *cis* em relação à oxidrila do carbono 2, enquanto que na figura b), a oxidrila do carbono 1 está em posição *trans* em relação ao carbono 2.

ALGUNS GLICÍDIOS IMPORTANTES



Figura 15: Exemplos de alimentos ricos em amido.

Amido – é uma substância característica das plantas e das algas. Suas moléculas são formadas pela reunião de milhares de moléculas de glicose. Sempre em que a planta estiver com grande quantidade de glicose, fará a união dessas moléculas para produzir amido, o qual, em momentos de necessidade, será quebrado, transformando-se novamente em glicose (que serve como fonte de energia e de matéria prima para as células).

Os animais fabricam o polissacarídeo glicogênio, cuja função é semelhante à do amido para as plantas. Depois de uma refeição rica em glicídios, as células de nosso fígado absorvem moléculas de glicose do sangue, unindo-as para formar moléculas de glicogênio, bastante semelhantes às moléculas de amido.

Quando a taxa de glicose no sangue reduz, nos períodos entre as refeições, as células do fígado quebram o glicogênio, convertendo-o em moléculas de glicose. Estas são lançadas no sangue e chegam a todas as células do corpo. O glicogênio armazenado no fígado, portanto, representa uma forma de guardar energia para os momentos de necessidade.

Celulose- Muito importante na fabricação do papel, possui fórmula molecular $C_6H_{10}O_5$, é o polissacarídeo mais conhecido no reino vegetal e ocorre de duas maneiras: inulina (celulose de reserva) e celulose comum (sustentação do vegetal), esta contribui para a formação da madeira. A celulose comum se hidrolisa em meio ácido e origina glicoses, já a inulina dá origem à frutose.



Figura 16: Exemplos de materiais que contêm celulose.



Quitina – é formada pela união entre vários açúcares e o grupamento amina (NH_2). Ocorre na parede celular dos fungos e no exoesqueleto de artrópodes, como insetos, aranhas e crustáceos. É a mais abundante fibra de ocorrência natural depois da celulose.

Figura 17: Exemplos de animais que possuem quitina.

Sacarose: é um dissacarídeo cuja molécula se forma pela condensação de uma molécula de glicose com uma molécula de frutose. Possui fórmula $C_{12}H_{22}O_{11}$, está presente em inúmeras plantas como a cana-de-açúcar e a beterraba, constitui o chamado açúcar comum.



Figura 18: Exemplos de alimentos ricos em sacarose.



Figura 19: Exemplos de alimentos ricos em glicose.

Glicose: apresenta fórmula molecular $C_6H_{12}O_6$, é um sólido composto por cristais incolores solúveis em água e de sabor adocicado. É encontrado no mel de abelhas, em frutas como o figo e uva, e está presente em nosso sangue (porcentagem de 0,1 %).

Frutose: esse composto possui fórmula molecular $C_6H_{12}O_6$, se cristaliza com dificuldades no formato de agulhas solúveis em água e de sabor doce, pode ser encontrado de forma livre em frutos doces, mel de abelha e na forma condensada em oligossacarídeos e polissacarídeos.



Figura 20: Mel, alimento rico em frutose.

Adoçantes

Adoçantes ou **edulcorantes** são substâncias de baixo ou inexistente valor energético que proporcionam a um alimento o sabor doce. Podem ser artificiais (produzidos através de processos industriais específicos) ou naturais, extraídos diretamente de plantas ou produzidos por via biotecnológica. Veja alguns exemplos de adoçantes comuns em nosso cotidiano:

- **Sacarina** – A sacarina serve para adoçar tanto os alimentos quentes como frios. Devido à sua estabilidade, a sacarina pode ser usada em vários alimentos, na indústria de cosméticos e de medicamentos. Estudos feitos em humanos sugerem que a sacarina não causa câncer.

- **Aspartame** – Seu valor calórico é de 4 Kcal/g. Graças ao seu alto poder adoçante, usa-se pequenas quantidades para se chegar à doçura desejada. Gestantes e lactentes podem fazer uso do aspartame. Devido o aspartame conter fenilalanina na sua estrutura (além do aspartato), pessoas com a doença fenilcetonúria não devem comer nem beber produtos com fenilalanina.

- **Ciclamato** - Entre suas características estão a presença residual e a sua estabilidade em altas temperaturas. Não apresenta calorias.

- **Acessulfame-K** – Esse adoçante é utilizado nas indústrias de panificação, confeitos, bebidas e produtos lácteos. Não apresenta calorias dietéticas.

Fenilcetonúria

A fenilcetonúria é uma doença de causa genética, em que alguns alimentos podem intoxicar o cérebro e causar retardo mental irreversível nos bebês. As crianças que nascem com esta doença tem um problema digestivo em que um aminoácido, a fenilalanina, se torna “venenoso para o cérebro”, o que faz com que haja efeitos irreversíveis, como retardo mental permanente. Nas crianças afetadas a doença apresenta como sintoma característico um odor corporal forte e vômitos após as refeições. Seu tratamento consiste em mudanças nos hábitos alimentares do bebê.

- **Sucralose** – É altamente estável em temperaturas elevadas, e ainda pode ser usado em qualquer produto onde é usado o açúcar, como bebidas, assados, alimentos pasteurizados, esterilizados, etc. Além disso, pode ser utilizada em gelatinas e pudins em pó, sucos, compotas de frutas e adoçantes de mesa. Não apresenta calorias.

Todos esses adoçantes de baixas calorias podem ajudar tanto os diabéticos como pessoas que estão acima do peso e desejam perder algumas calorias e ter um planejamento alimentar saudável. E ainda, esses adoçantes são recomendáveis também por reduzirem as calorias e carboidratos quando usados no lugar do açúcar, como no café, chá, cereais e frutas.

Além dos adoçantes produzidos pelas indústrias, existem adoçantes naturais, são eles:

- **Frutose:** Extraída das frutas e do mel. É mais doce que a sacarose (açúcar refinado) 173 vezes. Apresenta 4 Kcal/g e provoca cáries. Diabéticos devem utilizá-la com orientação do médico ou nutricionista.

- **Sorbitol:** Encontrado nas frutas e algas marinhas. Possui 4 Kcal/g, e as pessoas com diabetes só devem utilizá-lo com orientação de um médico ou nutricionista. É estável ao calor. Em combinação com outros adoçantes (sorbitol, acessulfame-K, aspartame, ciclamato, sacarina ou esteovideo) é empregado na fabricação de biscoitos, chocolates, goma de mascar e refrigerantes.

- **Manitol:** Encontrado em vegetais e algas marinhas. É bastante estável às altas temperaturas. É utilizado em combinação com o sorbitol na indústria alimentícia.

- **Esteovideo:** Possui o poder adoçante 300 vezes superior à sacarose. Extraído da planta Stevia Rebaudiana. É associado ao adoçante sacarose, frutose, glicose, lactose, maltose, sorbitol, manitol, aspartame, ciclamato, sacarina ou xylitol para melhorar o seu sabor residual. Apresenta estabilidade em altas temperaturas. Não contém calorias.

Saiba um pouco mais sobre Diabetes

Os açúcares são essenciais para nossa sobrevivência, mas não necessariamente o açúcar derivado da cana de açúcar. Precisamos dos vários tipos de açúcar como, por exemplo, o açúcar da fruta — a frutose. Ao ingerirmos açúcar, este circula pelo sangue e é absorvido pelas células com a ajuda da insulina, um hormônio fabricado no pâncreas, órgão localizado atrás do estômago. Quando o pâncreas produz insulina de modo insuficiente, o açúcar se acumula no sangue e a isto se dá o nome de diabetes.

São três os principais tipos de diabetes: o diabetes tipo1, tipo2 (que é a forma mais comum) e o diabetes gestacional.

O TIPO 1 (insulino - dependente), é uma doença auto-imune: as células do sistema imunológico atacam as células produtoras de insulina destruindo-as, resultando na diminuição ou cessação da produção de insulina. As pessoas com este tipo de diabetes

precisam aplicar injeções diárias de insulina, para controlar a doença, que em geral se inicia na infância ou na adolescência. Entre as causas do diabetes tipo 1 estão:

- Hereditariedade.
- Fatores ambientais - infecções causadas por vírus.
- Gênero - é mais comum entre homens.

O TIPO 2 (não insulino-dependente): atinge entre 80% e 90% dos diabéticos, ocorre na grande maioria dos casos entre os adultos. Neste tipo de diabetes a produção de insulina pelo pâncreas é normal, mas os tecidos do corpo se tornam resistentes à ação da insulina, impedindo a absorção da glicose pelo organismo, elevando, assim, a taxa de açúcar na corrente sanguínea. A principal causa do diabetes tipo 2 é a hereditariedade. Há também alguns fatores de risco que estão ligados à doença, entre eles:

- Vida sedentária.
- Pressão alta.
- Obesidade.
- Consumo excessivo de álcool.
- Dieta rica em gordura.

Diabetes Sintomas

Embora possam variar entre diabetes tipo 1 e tipo2, os sintomas apresentados abaixo são comuns a ambos os tipos.

- Sede em excesso.
- Fome em excesso.
- Fadiga.
- Visão turva.
- Infecções.
- Demora na cicatrização de feridas.
- Urinar em excesso.
- Ganho ou perda de peso em excesso.

Reagente de Benedict

Durante alguns anos, o reagente de Benedict, que contém os íons Cu^{2+} em solução, foi utilizado para identificar portadores de diabetes por meio da presença de açúcares na urina. O teste baseia-se na possibilidade de os grupos aldeídos serem oxidados (perda de elétrons), e essa reação provoca uma mudança de coloração da solução (de amarelo a vermelho tijolo), tornando possível identificar a presença de aldoses.

48

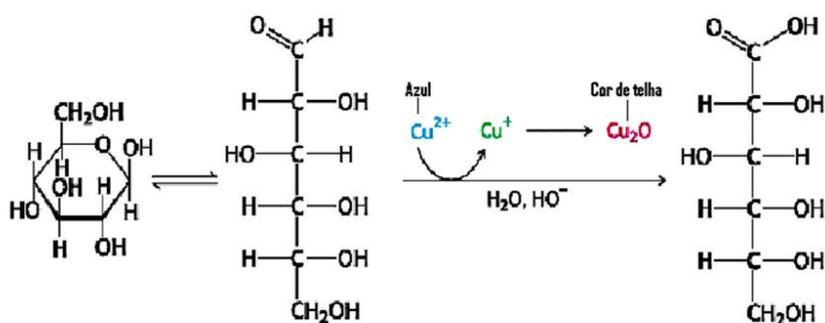


Figura 20: Esquema de redução do cobre em presença de açúcares redutores.

Quando um aldeído é oxidado, algum agente oxidante precisa ser reduzido (ganhar elétrons), que neste caso são os íons Cu^{2+} (veja figura 13). O cobre (Cu^{2+}) ganha 1elétron da aldose, podendo, então, ser reduzido ao composto Cu_2O (Cu^{+1}) que adquire a coloração alaranjada (cor de telha).

A redução do cobre ocorre somente com as aldoses, contudo, algumas cetoses também podem sofrer oxidação, pois no equilíbrio dinâmico das soluções aquosas contendo os açúcares podem coexistir aldeídos não cíclicos (compostos que reagem com íon cobre) e cetonas hidroxílicas. É esse fenômeno que permite a identificação da frutose (cetose) pelo reagente de Benedict. Essas reações desempenham papéis fundamentais para a identificação de açúcares.

Ainda existem formas mais simples de identificar a presença de glicose, como o uso da enzima glicose oxidase, mas esse teste com reagente de Benedict pode ser utilizado ainda como uma forma didática, em sala de aula, de se identificar a presença de açúcares.

Nas imagens a seguir é possível visualizar o resultado da reação entre o Benedict os alimentos a seguir:

Tubo 1: Amido

Tubo 2: Açúcar

Tubo 3: Leite

Tubo 4: Óleo

Tubo 5: Farinha

Tubo 6: Clara de Ovo



Figura 21: Reação entre Benedict e quantidades não padronizadas dos alimentos.



Figura 22: Reação entre Benedict e quantidades padronizadas dos alimentos.

Preparo do Benedict

Em um copo graduado de 1000 ml, adicione 17,3 g de sulfato de cobre, 173g de Citrato de sódio, 100 g de carbonato de sódio anidro, dissolva os sais separadamente em água, junte-os e complete o volume até 1000 mL. Filtre e armazene em um frasco de vidro.

Preparo alternativo

Solubilize 4 colheres de chá de sal de fruta Eno® em meio copo de água quente. A essa solução adicione uma solução de CuSO_4 (meia colher de chá, dissolvida em 5 mL de água quente).

Atividade 13: Investigando o reativo Lugol

Objetivo: Identificar um problema e buscar uma forma de resolvê-lo; observar e identificar uma reação química; observar padrões entre as reações observadas; propor hipóteses para resolução do problema; discutir suas hipóteses e compará-las com as dos colegas e relatar, por escrito, o que foi desenvolvido em aula.

O reativo a ser investigado agora chama-se **Lugol**. A tarefa a ser executada consiste em pegar diversos alimentos, separá-los em recipientes, anotando o alimento que foi colocado em cada um deles. Após, adicionar a cada alimento 2 ml do reativo **LUGOL**.

ALIMENTO	ANOTAÇÕES

Esquematize, no desenho a seguir, os resultados que você observou:



Exemplo de BREVE RELATÓRIO: Ao colocar o reativo Lugol no(s) alimento(s) [por exemplo: amido, arroz, batata, mortadela] **observei que** [esses alimentos ficavam com a coloração fortemente azul, e os alimentos que não possuem amido não mudavam de cor]. **Então, concluí que o reativo Lugol serve para** [identificar amido].

Responda

- 1) Como você chegou a essa conclusão?

[Resposta pessoal]

Resumindo:

Então podemos afirmar que o Lugol serve para identificar [amido] e que ao reagir com o [amido] fica com a cor [azul escura].

Atividade 14: Quem tem mais amido?

Objetivo: Identificar um problema e buscar uma forma de resolvê-lo; padronizar quantidades para posterior comparação; desenvolver e aplicar o conceito de reação padrão; conhecer os alimentos e suas quantidades relativas de amido; discutir suas hipóteses e compará-las com as dos colegas e relatar, por escrito, o que foi desenvolvido em aula.

Antes de fazer as experiências com os alimentos listados abaixo, numere-os na ordem que você supõe ter mais amido. Depois da aula, baseando-se nos resultados da experiência, classifique novamente os alimentos conforme o conteúdo de amido encontrado. **ATENÇÃO: NÃO VALE APAGAR A COLUNA ANTES DEPOIS DA EXPERIÊNCIA.**

ANTES	ALIMENTOS	DEPOIS
()	Pepsi-cola	()
()	Farinha de milho	()
()	Farinha de trigo	()
()	Açúcar	()
()	Sprite	()
()	Banana	()
()	Óleo de soja	()
()	Mel	()
()	Batata	()
()	Mortadela	()
()	Presunto	()
()	Queijo	()
()	Maisena	()
()	Clara de ovo	()
()	Iogurte	()

Para esta experiência prepare os seguintes tubos:

Alimento	Observação
Amido puro (1g em 100 ml de água)	
Pepsi-cola	
Farinha de milho	
Farinha de trigo	
Açúcar	
Sprite	
Banana	
Óleo de soja	
Mel	
Batata	
Mortadela	
Presunto	
Queijo	
Maisena	
Clara de ovo	
Iogurte	

Adicione 2 ml de Lugol a todos os tubos. Anote qual você acha que tem mais amido.

Resposta

1) Para que serviu a solução padrão de amido?

[A solução padrão de amido serviu para que pudéssemos fazer uma comparação visual entre as quantidades de amido presentes nos alimentos e uma quantidade fixa conhecida (o padrão de amido)]

2) Podemos afirmar que todos os alimentos testados são ricos em amido?

[Não, pois alguns não apresentaram teste positivo para Lugol.]

- 3) Você poderia afirmar que alguns dos alimentos testados não possuem amido?
[Sim, aqueles que não apresentarem teste positivo para Lugol.]

- 4) A mortadela tem amido?
[Sim.]

- 5) O amido é doce? Ele é um açúcar?
[Apesar de não ser doce o amido é sim um tipo de açúcar.]

Atividade 15: Degradação do amido com saliva

Objetivo: Observar os efeitos macroscópicos da hidrólise amido por meio do desaparecimento da coloração azul do teste positivo para Lugol; estudar enzimas e a desnaturação protéica.

Agora faremos um estudo com a saliva. Você acha que a saliva age de alguma forma sobre os alimentos?

Procedimentos:

- Faça as soluções: Água + saliva, água + amido, saliva + amido e crescente lugol em cada um dos 3 tubos;
- Anote os resultados;
- Agite e observe os tubos a cada 5 min.

Responda

- 1) Aconteceu alguma coisa com os tubos que continham saliva?
[O tubo que continha amido e saliva foi aos poucos perdendo a coloração azul]
- 2) Qual foi a função da saliva na reação?
[A função da saliva foi de quebrar as moléculas de amido, transformando-as em glicose]
- 3) Você acha que a saliva tem algum papel fisiológico?
[A saliva tem vários papéis fisiológicos, dentre eles o poder de quebrar as moléculas de amido, através da amilase, o que pode ser observado no experimento acima]

Agora vamos refazer o procedimento anterior, porém fervendo as soluções antes de acrescentar lugol:

- Faça as soluções: Água + saliva, água + amido, saliva + amido;
- Ferva essas soluções (coloque os tubos próximos à chama de uma lamparina. Cuidado!)
- Acrescente lugol em cada um dos 3 tubos;
- Anote os resultados

Responda

- 1) O calor influenciou nos resultados desta reação?
[Sim, o calor desnaturou as enzimas presentes na saliva (amilases) capazes de quebrar o amido presente na solução]

Atividade 16: Hidrólise ácida do amido

Objetivo: Estudar outras formas de hidrólise, além da enzimática.

Nesta atividade iremos quebrar (hidrolisar) o amido com ácido clorídrico.

Procedimentos:

- a) Faça uma solução diluída de amido;
- b) Adicione 1 ml de HCL (ácido muriático) diluído pelo menos 10 vezes;
- c) Aqueça;
- d) Adicione, aproximadamente 0,5 ml de Lugol;
- e) Observe e anote os resultados;

Responda

- 1) O que você observou?

[Observou-se que a solução não apresentou teste positivo para Lugol após o aquecimento em presença de HCl.]

- 2) Qual foi a função do HCl na solução?

[A função do HCl é quebrar as moléculas de amido.]

Um pouco de teoria

O amido, polissacarídeo de extrema importância em alimentos, é produzido em grande quantidade nas folhas dos vegetais como forma de armazenamento dos produtos da fotossíntese, e é constituído por dois outros polissacarídeos estruturalmente diferentes: **amilose** e **amilopectina**.

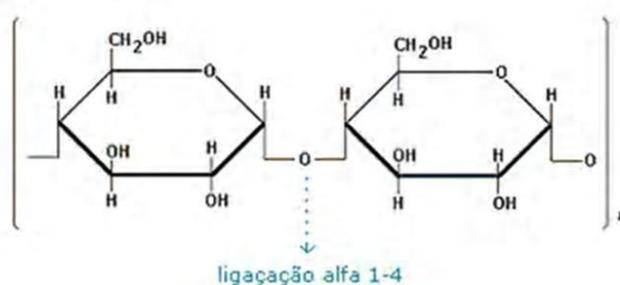


Figura 23: Fórmula estrutural da amilose.

A molécula da amilose não apresenta ramificações e, no espaço, assume conformação *helicoidal* (forma de hélice). A ligação entre os átomos de carbono das unidades de glicose são do tipo alfa 1-4. Já a amilopectina apresenta estrutura ramificada, sendo que os "ramos" aparecem a cada 24-30 moléculas de glicose. A ligação entre as unidades de glicose também é do tipo alfa 1-4 na mesma cadeia, porém, na união entre duas cadeias, aparecem ligações do tipo alfa 1-6, conforme a figura 19.

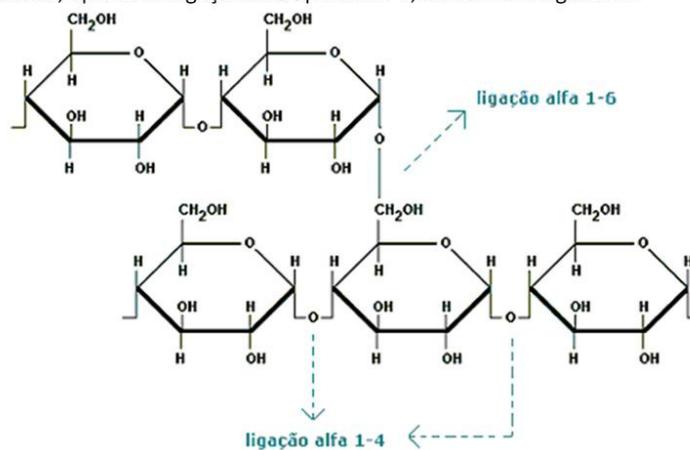


Figura 24: Fórmula molecular da amilopectina com representação das ligações alfa 1-4 e alfa 1-6.

Moléculas de alto peso molecular (como a amilose e a amilopectina) podem sofrer reações de complexação, com formação de compostos coloridos. Um exemplo importante é a complexação da amilose e da amilopectina com o iodo, resultando em complexo azul e vermelho-violáceo, respectivamente.

Exemplos da reação com Lugol podem ser vistos nas imagens a seguir, sendo que os tubos de ensaio contém, respectivamente:

- 1 - Amido
- 2- Açúcar
- 3- Leite
- 4- óleo
- 5- Farinha
- 6- Clara de ovo

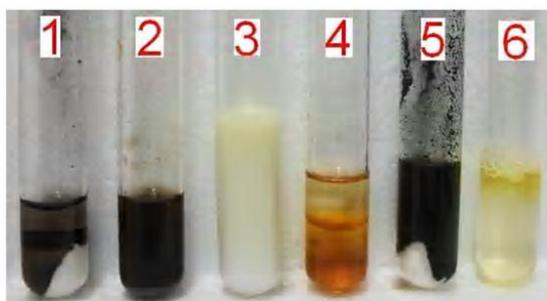


Figura 25: Mostra a reação entre Lugol e alguns alimentos, de forma não padronizada.



Figura 26: Mostra a reação entre Lugol e alguns alimentos, de forma padronizada e submetida à forte agitação.

Preparo do reagente Lugol

Em um copo graduado, adicione 0,5g de iodo e 1,0g Iodeto de potássio. Acrescente 10 ml de água destilada e mexa até total dissolução.

Atividade 17: O que faz o pão crescer?

Objetivo: Investigar os ingredientes que fazem com que o pão cresça; discutir sobre o que é o para quê serve o fermento biológico; observar a ocorrência de reações químicas; introduzir os estudos sobre fermentação.

Nessa atividade, verificaremos como o fermento úmido se comporta frente a determinadas situações.

Procedimento:

Colocar as substâncias seguintes em tubos de ensaio numerados conforme o esquema a seguir:

- 1) Água + açúcar + farinha + fermento
- 2) Água + fermento
- 3) Sal + fermento
- 4) Óleo + fermento
- 5) Açúcar + fermento
- 6) Farinha + fermento

Acrescente um pouco de água nos tubos que contenham apenas sólidos, misture bem e coloque um balão na boca dos tubos de ensaio. Deixe em repouso e observe a cada 5 minutos, até totalizar 30 minutos. Vá anotando o que observar de diferente durante esse tempo. Esquematize os resultados obtidos nos desenhos de tubos abaixo.

**Responda**

- 1) Quais foram os resultados observados?

[Observa-se crescimento nos tubos 1, 5 e 6, veja imagem a seguir.]

2) O que fez o pão crescer?

[Provavelmente, dependendo do nível dos estudantes, eles responderão que o que faz o pão crescer é o fermento, quando em presença de açúcar e água. Também é possível observar um pequeno crescimento quando o fermento biológico é misturado com farinha e água.]



Figura 27: Mostra que ocorreu reação nos tubos 1, 5 e 6, o que pode ser observado pelos balões que foram inflados pelo CO_2 produzido pela fermentação.

Atividade 18: Será que o fermento fervido funciona da mesma forma que o fermento fresco?

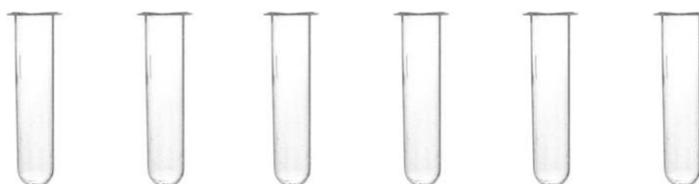
Objetivo: Discutir a desnaturação protéica.

Procedimento:

Colocar as substâncias seguintes em tubos de ensaio numerados conforme o esquema a seguir:

- 1) Água + açúcar + farinha + fermento fervido
- 2) Água + fermento fervido
- 3) Sal + fermento fervido
- 4) Açúcar + fermento fervido
- 5) Óleo + fermento fervido
- 6) Farinha + fermento fervido

Acrescente um pouco de água nos tubos que contenham apenas sólidos, misture bem e coloque um balão na boca dos tubos de ensaio. Deixe em repouso e observe a cada 5 minutos, até totalizar 30 minutos. Vá anotando o que observar de diferente durante esse tempo. Esquematize os resultados obtidos nos desenhos de tubos abaixo.



Responda

- 1) Quais foram os resultados observados?
[Observou-se que o fermento fervido não é capaz de produzir CO_2 , como pode-se observar na imagem a seguir.]

- 2) O fermento fresco pode ser substituído por fermento fervido para fazer pão?
[Não, pois o fermento, quando fervido, perde suas características químicas.]

62



Figura 28: Mostra as reações citadas acima com fermento fervido.

Atividade 19: O que “mata” o fermento?

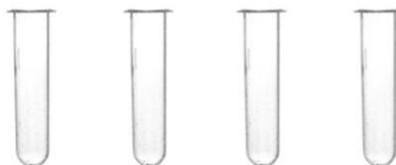
Objetivo: Investigar as diferentes formas de desnaturação protéica.

Agora vamos investigar os tipos de substâncias que matam as leveduras do fermento.

Procedimento:

- 1) Açúcar + farinha + fermento + suco de limão
- 2) Açúcar + farinha + fermento + sal
- 3) Açúcar + farinha + fermento + água sanitária
- 4) Açúcar + farinha + fermento + detergente.

Acrescente um pouco de água nos tubos que contenham apenas sólidos, misture bem e coloque um balão na boca dos tubos de ensaio. Deixe em repouso e observe a cada 5 minutos, até totalizar 30 minutos. Vá anotando o que observar de diferente durante esse tempo. Esquematize os resultados obtidos nos desenhos de tubos abaixo.



Resposta

- 1) Quais os fatores que impedem o crescimento do pão?

[Todos os fatores testados impediram o crescimento do pão, pois foram capazes de desnaturar o fermento, veja a figura abaixo.]



Figura 29: Substâncias que impediram o crescimento do pão.

Atividade 20: Trabalhando com o fermento químico

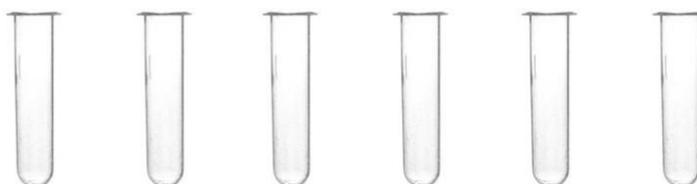
Objetivo: Investigar a ação do fermento químico e compará-lo com o fermento biológico.

Procedimento:

Colocar as substâncias seguintes em copos plásticos numerados conforme os esquemas a seguir:

- 1) Água + açúcar + farinha + fermento
- 2) Água + fermento
- 3) Sal + fermento
- 4) Açúcar + fermento
- 5) Óleo + fermento
- 6) Farinha + fermento

Acrescente um pouco de água nos tubos que contenham apenas sólidos, misture bem e coloque um balão na boca dos tubos de ensaio. Deixe em repouso e observe a cada 5 minutos, até totalizar 30 minutos. Vá anotando o que observar de diferente durante esse tempo. Esquematize os resultados obtidos nos desenhos de tubos abaixo.

**Responda**

- 1) O fermento químico se comporta da mesma forma que o fermento biológico?

Discuta essas diferenças.

[Não, existe uma grande diferença entre os dois fermentos. O fermento biológico precisa de uma "fonte de alimento", ou seja, precisa de açúcar ou farinha para que possa de alimentar e liberar CO₂, o que depende de algum tempo. O fermento

65

químico produz uma rápida reação de liberação de CO₂ e necessita de um meio líquido para que isso ocorra.]



Figura 30: Reação entre alguns alimentos e fermento químico.

Referências

- BARROWS, H. S. A taxonomy of problem-based learning methods. **Medical Education**. Volume 20, (6). p. 481-486, 1986. Disponível em <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2923.1986.tb01386.x/full>> Acesso em 20 ago 2013.
- BENEDICT, S. R. (1908). A Reagent for the Detection of Reducing Sugars. *Journal of Biological Chemistry*. 5 (6): 485-487.
- FELTRE, R. **Fundamentos de Química: vol. único**. 4ª.ed. São Paulo: Moderna, 2005. 700 p.
- FIALHO, D.B.; ROCHA, J.B.T.; MELLO, C.F. (1999) An introductory student-centred class to teach concepts related to spectrophotometry in a biochemistry practical laboratory course. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, Volume 27 (4), pp. 217-220, 1999. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1016/S0307-4412%2899%2900050-3/abstract>> Acesso em: 27 jul 2013.
- FIGUEIRA, A. C. M. e ROCHA, JOAO B. T. (2013) Digestão: o que comemos e o que bebemos? Um relato de experiência no ensino fundamental. *Revista Ciências & Ideias*, volume. 4, n. 2 Disponível em: <http://revistascientificas.ifrj.edu.br:8080/revista/index.php/revistaciencias_eideias/article/view/160> Acesso 10 dez de 2013
- FIGUEIRA, A. C. M. e ROCHA, JOAO B. T. (2014) A proposal for teaching undergraduate chemistry students carbohydrate biochemistry by problem-based learning activities. Volume 42, Issue 1, pages 81-87, January/February 2014. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bmb.20745/full>> Acesso 20 jan de 2014
- JACQUES-SILVA, M.C.; ROCHA, J.B.T. Protein measurement at practical classes for students of pharmacy: A student-centered approach. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 28 (6), pp. 327-329, 2000. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1539-3429.2000.tb00184.x/abstract>> Acesso em: 22 ago 2013.
- MARTÍN-SÁNCHEZ, M; MARTÍN-SÁNCHEZ. M. T. AND PINTO. G. (2013). Lugol Reactive: History of Discovery and Teaching Applications. *Educacion Química*, 24(1), 31-36.
- MORAES, M. A. A.; MANZINI, E. J. Concepções sobre a aprendizagem baseada em problemas: um estudo de caso na Famema. **Revista Brasileira de Educação Médica**, 30(3), 125-135, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-5022006000300003&script=sci_arttext> Acesso em: 9 de jan de 2014.
- MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. São Paulo: Cortez, DF: UNESCO, 2000.
- NELSON, DAVID L.; COX, MICHAEL M. **Lehninger Principles of Biochemistry**. 4ª edição, W. H. Freeman, 2005.
- PAULINO, W. R. **Biologia atual - citologia, histologia**. Volume 1. 8ª edição. São Paulo, Ática. 1992.
- SILVA, W. B., DELIZOICOV, D. (2008) Problemas e problematizações: implicações para o ensino dos profissionais da saúde. **Revista Eletrônica do Mestrado Profissional em Ensino de**

Ciências da Saúde e do Ambiente. Volume.1, número 2, p 14-28, 2008. Disponível em <www.ensinosaudeambiente.uff.br/index.php/ensinosaudeambiente/article/view/31> Acesso 27,nov,2013.

VIEIRA, R. **Fundamentos de Bioquímica – Textos Didáticos.** Belém-Pará, 2003.

Adoçantes: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ado%C3%A7ante>

Biureto: http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/praticas_proteinas/reacoescoradasdois3.htm

Figura 3: http://www.google.com.br/imgres?start=165&um=1&hl=pt-BR&client=firefox-a&as=N&rls=org.mozilla:pt-official&biw=1024&bih=471&tbn=isch&tbnid=tKfj4MITkLkE7M:&imgrefurl=http://www.mdsaude.com/2012/05/o-que-e-proteina.html&imgurl=http://2.bp.blogspot.com/-izW3OstcJw/T7bmfdtOvBI/AAAAAAAAAXjw/VkdhyxfDY/s1600/amino/wpcontent/uploads/melorg%C3%A2nico1.jpg&imgrefurl=http://www.alimentacaonatural.com.br/melorganico/&h=250&w=274&sz=15&tbnid=9pzMo71lqUMvNM:&tbnh=90&tbnw=99&zoom=1&usq=57ACBCvb698fqdHN_Y9gD41V1mw=&docid=izeqStVGlw1iNM&sa=X&ei=BRb_T6-dDamS0QGvrWABw&ved=0CHwQ9QEwBA&dur=777&w=600&h=700&ei=Jnl-UK2qJaL10gH4o4HACw&zoom=1&iact=hc&vx=520&vpy=4&dur=9606&hovh=243&hovw=208&tx=144&ty=63&sig=106077358048675886231&page=12&tbnh=135&tbnw=116&ndsp=16&ved=1t:429,r:3,s:165,i:269

Figura 5: <http://fisbio.biof.ufrj.br/bmw127/Proteinasaulall.pdf>

Figura 6a: <http://en.wikipedia.org/wiki/MaxPerutz>

Figura 6b: <http://www.pdb.org/pdb/explore/images.do?structureId=1MBN>

Figura20: <http://www.google.com.br/imgres?imgurl=http://www.alimentacaonatural.com.br>

68

Apoio

4 DISCUSSÃO

Como vimos no artigo 1, dificuldades conceituais são encontradas mesmo entre estudantes de Ensino Superior (futuros profissionais), o que pode ser visto também em Oliveira et al (2003) onde estudantes do Curso de Medicina da Universidade Federal do Rio de Janeiro quando questionados sobre conceitos de bioquímica.

Como comenta Zeichner, 1993, um dos obstáculos ao ensino de ciências tem sido a presença de dificuldades conceituais dos professores. Em outras palavras, se o professor não se sente seguro em relação ao que está ensinando, também não terá segurança para ir além do tradicional, ou seja, além da memorização dos conteúdos dos livros didáticos. Segundo García e Porlán (2000), enfoques formativos que priorizam exclusivamente os fatores externos aos professores (saber acadêmico, lógica disciplinar, eficácia técnica, interesses de política educativa etc.) não promovem o desenvolvimento construtivo do saber profissional, mas apenas armazenamento de informações pouco relevantes para a evolução e a mudança escolar. Nesse sentido, nosso trabalho ao ser aplicado com os estudantes, formandos do curso de Licenciatura em Química, visa também aproximar esses estudantes de atividades e situações que podem lhe ser úteis em sala de aula.

No intuito de auxiliar na melhoria do ensino de Bioquímica, desenvolvemos o caderno didático mostrado anteriormente. Inicialmente, desenvolvemos uma versão do Caderno destinada aos estudantes, o qual foi entregue aos alunos e utilizado durante a disciplina de Bioquímica Experimental no Curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Santa Maria durante o segundo semestre letivo de 2012. Nessa primeira versão, o Caderno continha apenas as atividades, sem as respostas para cada uma delas.

Todas as atividades foram desenvolvidas durante o semestre. No decorrer das aulas, percebemos que ao entregar os cadernos didáticos aos alunos no início do semestre, acabamos por perder o ar de (re)descoberta que tanto almejávamos. Isso ocorreu porque os estudantes podiam encontrar algumas das respostas ao

longo da apostila, nos textos que trazem uma breve explicação sobre cada tema abordado.

Na tentativa de resolver esse problema, no ano de 2013, o Caderno Didático foi melhorado, dando origem a uma versão destinada a professores. O material produzido é composto por 20 atividades que buscam instigar no aluno a curiosidade pela Bioquímica presente em nosso cotidiano, pois em todas as atividades são feitos testes com alimentos, fato importante pois trabalhamos com Bioquímica sem a necessidade da utilização de material biológico como sangue ou tecidos de animais. Outro fator importante do material é a possibilidade de fornecer ao aluno de graduação um momento para pensar em sua futura prática como professor, pois ainda que o graduando não se interesse por ABRP, ele pode adaptar os experimentos desenvolvidos no laboratório da Universidade para que sejam usados no laboratório escolar ou mesmo em sala de aula.

Além da aplicação das atividades durante a disciplina de Bioquímica Experimental, muitas das atividades foram aplicadas em oficinas e cursos de férias. Os artigos 2 e 3 mostram que as atividades podem ser aplicadas a diferentes níveis de ensino e conseguem motivar os estudantes. Além da motivação, percebemos que ao longo das atividades os estudantes vão desenvolvendo habilidades como observação, proposição de hipóteses, capacidade de argumentação etc.

Por trabalharmos com alimentos e bebidas do nosso cotidiano, percebe-se também que os estudantes incorporam novos hábitos (como observação de rótulos) e atitudes (como escolha de alimentos mais adequados às suas necessidades), fato de grande importância, pois pode fazer com o estudante se perceba como parte de um universo cercado por conhecimentos explicáveis pela Bioquímica, gerando curiosidade e vontade de aprender mais sobre o tema.

5. CONCLUSÕES

Acreditamos que o fato de os estudantes apresentarem dificuldades conceituais em bioquímica (o que se estende para outros conteúdos) pode estar grandemente associado à utilização de abordagens tradicionais de ensino que enfatizam a memorização em detrimento da compreensão além de fomentarem a desvinculação dos conteúdos com o contexto social, o que pode mostrar a Ciência como produto acabado e distanciado de quem não faz Ciência em laboratórios específicos.

Por não ser possível ensinar e fazer com que os estudantes aprendam e memorizem todos os conhecimentos, das mais diversas áreas, é necessário que tentemos propiciar um ensino capaz de capacitá-los a “aprender a aprender” e dominar técnicas sobre como resolver os problemas que surgem em suas vidas. Em uma sociedade moderna é necessário formar alunos críticos e capazes de decidir entre as diferentes propostas ou argumentos que se apresentam, de modo que possam tomar decisões em sua vida como cidadãos, o que nem sempre é propiciado pelas metodologias tradicionais de ensino que priorizam a memorização de conteúdos.

Em nossa trajetória de trabalho utilizando a metodologia de resolução de problemas, pudemos observar alguns pontos importantes como a dificuldade de planejamento sobre como resolver o problema proposto (o que inclui organizar um roteiro de como resolver o problema e fazer proposições iniciais, ou seja, formular hipóteses para serem testadas posteriormente), dificuldades de cunho experimental (o que abrange desde o manuseio de equipamentos até o cuidado com o uso de reagentes) e dificuldade de interpretação dos resultados.

Por termos trabalhado com diversos níveis de ensino, podemos afirmar que grande parte dos estudantes da educação infantil se sente motivada a aprender e participar de atividades desafiadoras, como as resoluções de problemas que propusemos. Tal motivação parece decrescer ao longo dos anos escolares, o que se torna estranho se pensarmos que esses estudantes possuem uma bagagem muito maior de conhecimentos e experiências de vida.

Baseados em nossa experiência, nos permitimos afirmar que as atividades que envolvem os alimentos como tema norteador se mostram bastante atrativas, o que nos leva a sugerir que seria interessante levar essas experiências para sala de aula, no ensino básico, em contextos reais (diferentemente dos cursos de férias que oferecemos de forma extracurricular). Além do mais, o emprego de alimentos como tema norteador pode corroborar com as propostas contidas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2000) para a área, onde poderiam ser inseridos aos temas estruturantes.

No caso da disciplina de Biologia, o tema estruturador que poderia abarcar o trabalho com alimentos seria o sobre Qualidade de vida das populações humanas, enquanto que na disciplina de Química os temas estruturadores que poderiam abranger os estudos a partir dos alimentos seriam: i) Reconhecimento e caracterização das transformações químicas, e ii) Aspectos dinâmicos das Transformações Químicas.

Nesse sentido, entendemos que a utilização das ABRP pode auxiliar na melhoria do aprendizado, pois a metodologia desenvolve a autonomia e a capacidade de auto-regulação, a aquisição de habilidades de comunicação e trabalho cooperativo; competências relacionadas com a pesquisa, tratamento e seleção informação e a capacidade de contextualizar o conteúdo com o cotidiano. Além disso, os resultados de diferentes pesquisas também mostram que ABRP não só contribuem para o desenvolvimento de competências genéricas, mas também melhoram a permanência e a solidez dos conceitos aprendidos (LLORENS-MOLINA, 2010), de fato, assim que o estudante se percebe como um agente de seu processo de aprendizagem, sente-se muito mais motivado a continuar buscando e aprimorando conhecimentos.

Não podemos esquecer que, ao lado do aluno, temos um professor que nas ABRP tem um papel totalmente diferente, pois passa de um detentor do saber para um instrutor que vai auxiliar na busca e construção de novos conhecimentos. A esse novo professor não basta apenas possuir conhecimentos, mas sim, ter a generosidade de se disponibilizar a continuar aprendendo colaborativamente com seus alunos.

Esperamos que nosso trabalho tenha contribuído para a vida dos estudantes que ao longo dos anos participaram de nossas atividades, em especial aos estudantes de graduação que tiveram uma oportunidade de conhecer e interagir com uma metodologia alternativa àquelas que vivenciaram, muito provavelmente, em toda a sua vida escolar. O fato de vivenciar novas situações pode levar a uma reflexão sobre o processo de ensino-aprendizagem e, talvez, ajudar a difundir o uso de Atividades Baseadas em Resolução de Problemas em sala de aula, nas diferentes disciplinas escolares.

6. PERSPECTIVAS

Carvalho e Gil-Pérez, 2009, destacam que a falta de conhecimentos científicos constitui a principal dificuldade para que os professores se envolvam em atividades inovadoras. Embora muitos materiais de apoio aos professores sejam criados, muitas vezes os professores não se beneficiam desses materiais ou não sabem como utilizá-los.

O Caderno Didático: O que Comemos e o que Bebemos? foi desenvolvido para professores, mas até o momento foi aplicado apenas a estudantes de graduação. No intuito de divulgar o trabalho desenvolvido e auxiliar professores, principalmente da Educação Básica, pretendemos futuramente dar sequência ao trabalho por meio de inserção nas escolas e oficinas com os professores.

A ideia inicial é trabalhar com grupos de professores que atuam na educação infantil, auxiliando-os no desenvolvimento de atividades com seus alunos, já que estudantes da faixa etária de 6 a 10 anos sempre se mostraram bastante receptivos ao nosso trabalho. Dessa forma, pretendemos contribuir para uma ampliação da alfabetização científica desde os primeiros anos escolares.

7. REFERÊNCIAS

AL ALWAN, I.; AL-MOAMARY, M.; AL-ATTAS, N.; AL-KUSHI, A.; ALBANYAN, E.; ZAMAKHSHARY, M.; AL KADRI, H.M.F.; TAMIM, H.; MAGZOUB, M.; HAJEER, A.;SCHMIDT, H. The progress test as a diagnostic tool for a new PBL curriculum. **Education for Health: Change in Learning and Practice**, Volume 24, número 3, pp. 1-10, 2011. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22267346>> Acesso em: 20 jan de 2014.

AZZALIS, L.A.; GIAVAROTTI, L.; SATO, S.N.; BARROS, N.M.T.; JUNQUEIRA, V.B.C.; FONSECA, F.L.A. Integration of basic sciences in health's courses **Biochemistry and Molecular Biology Education**, Volume 40 (3), pp. 204-208, 2012. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bmb.20590/abstract>> Acesso 10 jan de 2014.

BARROWS, H. S. A taxonomy of problem-based learning methods. **Medical Education**. Volume 20, (6). p. 481-486, 1986. Disponível em <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2923.1986.tb01386.x/full>> Acesso em 20 ago 2013.

BARROWS, H. S.; TAMBLYN, R. (1980) **Problem-Based Learning: An Approach to Medical Education**. NewYork: Springer.

BIZZO, N. (1998). **Ciências: fácil ou difícil**. Ed. Ática, São Paulo, SP. 144p.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio). Brasília: MEC, 2000.

CAMPILLO, Y.P.; GUERRERO, J.A.C. El ABP y el diagrama heurístico como herramientas para desarrollar la argumentación escolar en las asignaturas de ciências. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 19, n. 3, p. 499-516, 2013.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa de, GIL-PÉREZ, Daniel, (2009). Formação de professores de ciências. São Paulo: Cortez.

FELTRE, R. **Fundamentos de Química: vol. único**. 4^a.ed. São Paulo: Moderna, 2005. 700 p.

FREIRE, P. (1996) **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra.

GARCÍA, J. E.; PORLÁN, R.(2000) Ensino de Ciências e prática docente: uma teoria do conhecimento profissional. Caderno Pedagógico, v. 3, p. 7-42. Lajeado/RS, 2000.

HUANG, P.C. The integrative nature of biochemistry: challenges of biochemical education in the USA, **Biochemistry Education**, volume: 28, p 64-70, 2000. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10722933>> Acesso em 20 de jan de 2014.

KINGSBURY, M.P.; LYMN, J.S. Problem-based learning and larger student groups: Mutually exclusive or compatible concepts - A pilot study. **BMC Medical Education**, Volume:8, número 35, 2008. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/PMC/articles/PMC2441620/>> Acesso em 20 jan de 2014.

KLEGERIS, A.; HURREN, H. Impact of problem-based learning in a large classroom setting: Student perception and problem-solving skills. **American Journal of Physiology - Advances in Physiology Education**, 35 (4), pp. 408-415, 2011. Disponível em: <<http://advan.physiology.org/content/35/4/408.abstract>> Acesso em: 10 jan de 2014.

KOSSEKOVA, G.; GÜNER-AKDO, G. Creation of web-based clinical case simulations and PBL tutorials in medical biochemistry: Turkish-Bulgarian collaboration (2010) **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, volume 2, número 2, pp. 1597-1604. Disponível em: <http://www.researchgate.net/publication/248607159_Creation_of_web-based_clinical_case_simulations_and_PBL_tutorials_in_medical_biochemistry_Turkish-Bulgarian_collaboration> Acesso em de 19 jan de 2014.

LLORENS-MOLINA, J. El aprendizaje basado en problemas como estrategia para el cambio metodológico en los trabajos de laboratorio. **Química Nova** vol.33 n.4 São Paulo, 2010. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422010000400043>> Acesso 29 nov, 2013.

LOPES, R. M.; FILHO, M. V. S.; MARSDEI, M.; GUIMARÃES, N. Aprendizagem baseada em problemas: uma experiência no ensino de química toxicológica. **Química Nova** vol.34 n 7 São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010040422011000700029&script=sci_arttext> Acesso em 01 ago 2013.

LUCKESI, C. C. **Avaliação da Aprendizagem Escolar**. São Paulo: Cortez, 1997.

MALHEIRO, J. M. S.; DINIZ, C. W. P. Aprendizagem baseada em problemas no ensino de ciências: Mudando atitudes de alunos e professores. **AMAZÔNIA - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas** Volume 4, número 8, 2008. Disponível em: <http://www.ppgecm.ufpa.br/revistaamazonia/vol_04/v04_p01.pdf> Acesso 10 jul 2013.

MIRANDA, D. G. P; COSTA, N. S. **Professor de Química: Formação, competências/habilidades e posturas**. 2007. Disponível em: <<http://www.ufpa.br/eduquim/formdoc.html>> Acesso em: 05 de Junho de 2013.

MORAES, M. A. A.; MANZINI, E. J. Concepções sobre a aprendizagem baseada em problemas: um estudo de caso na Famema. **Revista Brasileira de Educação Médica**, 30(3), 125-135, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-5022006000300003&script=sci_arttext> Acesso em: 9 de jan de 2014.

MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. Sobre o ensino do método científico. **Cadernos Catarinenses de Ensino de Física**, v.10, n.2: p.108-117, ago.1993.

NELSON, DAVID L.; COX, MICHAEL M. **Lehninger Principles of Biochemistry**. 4ª edição, W. H. Freeman, 2005.

NORMAN, G. R. E SCHMIDT, H. G. The psychological basis of problem-based learning: A review of the evidence. **Academic Medicine**, Volume 67, p 557-562, 1992. Disponível em: <http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CC8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.unige.ch%2Fmedecine%2Fudrem%2Feducation%2Fformation1%2FAPPNiveaul%2Fnorman_schmidt.pdf&ei=TjrdUrjtE43xkQfo6oDwAg&usg=AFQjCNEkZUXLTden7iB0tfzlc3WswSbeSA&sig2=9lw4ojprD4znuYytDJzTOg&bvm=bv.59568121,d.eW0> Acesso em 28 de ago de 2013.

OLIVEIRA G.A; SOUSA, C. R.; DA POIAN, A. T.; LUZ, M. R. M. P. (2003) Students' misconception about energy-yielding metabolism: Glucose as the sole metabolic fuel. Volume 27, número 3, 2003. **Advances in Physiology Education**. Disponível em <<http://advan.physiology.org/content/27/3/97.full.pdf+html>> Acesso 22 ago 2013

PAULINO, W. R. **Biologia atual - citologia, histologia**. Volume 1. 8ª edição. São Paulo, Ática. 1992.

PAZ, G. L.; PACHECO, H.; NETO, C. C. E CARVALHO, R. C. S. (2010). Dificuldades no ensino-aprendizagem de química no ensino médio em algumas escolas públicas da região sudeste de Teresina. **X Simpósio de Produção Científica**. Disponível em <<http://www.uespi.br/prop/XSIMPOSIO/TRABALOS/INICIACAO/iencias%20da%20Natureza/DIFICULDADES%20NO%20ENSINOPRENDIZAGEM%20DE%20QUIMICA%20NO%20ENSINO%20MEDIO%20EM%20ALGUMAS%20ESCOLAS%20PUBLICAS%20DA%20REGIAO%20SUDESTE%20DE%20TERESINA.pdf>> Acesso em 25 de set de 2012.

PINHEIRO, D. M.; PORTO, K. R. A.; MENEZES, M. E. S. **A Química dos Alimentos: carboidratos, lipídeos, proteínas, vitaminas e minerais**. Ed UFAL, Maceió/AL, 2005.

PINTO, R.E.; S.H. MARINHO, in M.J. Halpern (Ed.) (1997) **Bioquímica**, Lidel Editora, Lisboa, pp. 13-23.

SILVA, W. B., DELIZOICOV, D. (2008) Problemas e problematizações: implicações para o ensino dos profissionais da saúde. **Revista Eletrônica do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente**. Volume.1, número 2, p 14-28, 2008. Disponível em <www.ensinosaudeambiente.uff.br/index.php/ensinosaudeambiente/article/view/31> Acesso 27,nov,2013.

TUFTS, M.A., HIGGINS-OPITZ, S.B. What makes the learning of physiology in a PBL medical curriculum challenging? Student perceptions **American Journal of Physiology - Advances in Physiology Education**, Volume 33, número 3, pp. 187-195, 2009. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19745044>> Acesso em 20 de jan de 2014.

VIEIRA, R. **Fundamentos de Bioquímica – Textos Didáticos**. Belém-Pará, 2003.

WOOD E. J. The problems of problem-based learning. **Biochemistry Education**. **Volume** 22: p78- 82, 1994. Disponível em:< <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0307441294900809> > Acesso 22 de ago 2013

WOODS, D. (2004) **Preparing for PBL**. McMaster University Disponível em: <<http://www.chemeng.mcmaster.ca/pbl/pblbook.pdf>> Acesso em 16 jul de 2013.

ZEICHNER, K. M. **A formação reflexiva de professores: Ideias e práticas**. Lisboa: Educa, 1993.