

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS**

**Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências**

**PROPOSTA DE UMA ATIVIDADE EM  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE  
SOBRE RESPIRAÇÃO CELULAR**

**Beatriz Pinheiro Pinto**

**Belo Horizonte  
2008**

**Beatriz Pinheiro Pinto**

**PROPOSTA DE UMA ATIVIDADE EM  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE SOBRE  
RESPIRAÇÃO CELULAR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação –  
Mestrado em Ensino de Ciências da Pontifícia Universidade  
Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para  
obtenção do título de Mestre em Ensino.

Orientador: Professor Doutor Francisco Ângelo Coutinho

Belo Horizonte  
2008

## FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

P659c Pinto, Beatriz Pinheiro  
Proposta de uma atividade Ciência, Tecnologia e Sociedade sobre respiração celular / Beatriz Pinheiro Pinto. Belo Horizonte, 2008.  
88f. : Il.

Orientador: Francisco Ângelo Coutinho  
Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

1. Ciência e tecnologia - Aspectos sociais. 3. Respiração celular - Estudo e ensino. 4. Letramento. I. Coutinho, Francisco Ângelo. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Ciências e Matemática. III. Título.

CDU: 57:373

Beatriz Pinheiro Pinto

**Proposta de uma atividade CTS sobre respiração celular**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação - Mestrado em Ensino de Ciências da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino.

---

**Orientador: Professor Doutor Francisco Ângelo Coutinho  
PUC Minas (orientador)**

---

**Co-Orientador: Professor Dr. Fernando Costa Amaral  
PUC Minas**

---

**Prof<sup>ª</sup>.Dra. Andréa Carla Leite Chaves  
(PUC Minas)**

---

**Prof<sup>º</sup>.Dr. Gisnaldo Amorim Pinto  
(Convidado)**

*A João e Elisa, meus companheiros do dia-a-dia, pelo incentivo e  
pelos sentimentos que nos unem*

# *Agradecimentos*

*Ao CEFET-MG que possibilitou a realização deste trabalho.*

*Ao Professor Fernando Costa Amaral, co-orientador, que sempre teve palavras de incentivo durante o desenvolvimento deste trabalho.*

*Ao meu orientador, Professor Francisco Ângelo Coutinho, um verdadeiro mestre, pela paciência e pela dedicação para que este trabalho saísse da melhor maneira possível.*

*A Professora Isabel Martins, da Universidade de Aveiro, que não mediu esforços ao enviar documentos que contribuíram para o enriquecimento deste trabalho.*

*À Coordenação do Mestrado em Ensino da PUC Minas que sempre esteve pronta a atender às nossas necessidades.*

*Aos colegas de trabalho do CEFET-MG, em especial ao Professor Adelson, que sempre estiveram disponíveis.*

*todo conhecimento provém da prática social e a ela retorna: o conhecimento é um empreendimento coletivo, nenhum conhecimento é produzido na solidão do sujeito, mesmo porque essa solidão é impossível ! (GIUSTA, Agnella).*

## RESUMO

O trabalho propõe uma atividade sobre respiração celular dentro de uma abordagem CTS (ciência, tecnologia e sociedade). A metodologia utilizada envolveu a aplicação de pré-teste e pós-teste, aulas expositivas, utilizando textos na construção do conceito de respiração, pesquisa realizada pelos alunos e produção de material de divulgação científica (*folder* e *site* na internet). A análise do processo e da produção dos alunos mostra que os objetivos iniciais foram alcançados. Os alunos demonstraram entendimento dos conteúdos específicos sobre respiração celular, bem como estabeleceram relações entre esses conteúdos e os aspectos tecnológicos e sociais da vida cotidiana, fazendo uma leitura real do que foi ensinado na sala de aula. Ao fazerem uso do *folder* e do *site*, para divulgação dos conhecimentos sobre respiração celular, os alunos utilizaram gêneros textuais que empregam palavras, imagens e *design*, desenvolvendo suas habilidades e demonstrando criatividade na construção de um produto que possa influenciar nas suas decisões cotidianas. A atividade, portanto, também propiciou aos alunos valerem-se de modos de comunicação próximos e necessários à vida social contemporânea.

Palavras-chave: Abordagem CTS; Respiração Celular; Letramento Científico.



## ABSTRACT

The paper proposes an activity on cellular respiration within a CTS (Science, Technology and Society) approach. The methodology involved the application of pre-test and post-test, class's exhibitions, research done by the students and production of materials for science (folder and site on the internet). The analysis of the process and the production of students show that the initial objectives have been achieved. Students demonstrated understanding of the specific contents of cellular respiration, and established relations between the content and technology and social aspects of daily life, making the actual reading showing having learnt what had been taught in class. Even when using the folder and site for the dissemination of knowledge on cellular respiration, students used textual genres that employ words, pictures and design, developing their abilities, showing creativity in building a product that may influence their daily decisions. The activity thus also provided to students to utilize various modes of communication coming and needed to contemporary social life.

**Keywords:** Approach CTS; Cellular Respiration; Scientific Literacy.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 Capa do Folder.....	45
FIGURA 2 Parte central do folder.....	46
FIGURA 3 Verso do folder .....	48
FIGURA 4 Elt 1A do CEFET-MG.....	55
FIGURA 5 Elt 1A do CEFET-MG.....	56

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 Conteúdo programático .....	41
QUADRO 2 Unidade didática .....	42

## LISTA DE SIGLAS

ADP- Adenosina difosfato

ATP- Adenosina trifosfato

CEFET-MG- Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

CO- Monóxido de carbono

CO<sub>2</sub>- Dióxido de carbono

CP- Creatina fosfato

CTS- Ciência, Tecnologia e Sociedade

FAD- Flavina- adenina- dinucleotídeo

FADH- Flavina- adenina-dinucleotídeo

FADH<sub>2</sub>- Flavina-adenina-dinucleotídeo mais hidrogênio

GTP- Guanosina trifosfato

H<sup>+</sup> - íons hidrogênio

H<sub>2</sub>O- Água

MIE- Modelo de Investigação na Escola

NADH- Nicotinamida adenina mais hidrogênio

O<sub>2</sub> - Oxigênio

PCNEM- Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

RPG – Role Playing Game

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 O MOVIMENTO CTS.....</b>	<b>15</b>
2.1 Histórico .....	15
2.2 A construção do movimento CTS .....	16
2.3 Ensino de Ciência dentro de uma visão CTS .....	17
2.4 A estrutura do sistema CTS .....	18
2.4.1 Sistema Técnico-científico .....	18
2.4.2 Sistema sócio-científico.....	19
2.4.3 Sistema sócio-tecnológico .....	19
2.5 Reflexões sobre a estrutura do sistema CTS .....	20
2.6 Considerações sobre o capítulo .....	21
<b>3 O MOVIMENTO CTS: O PROFESSOR E SUAS EXPERIÊNCIAS .....</b>	<b>22</b>
3.1 Introdução .....	22
3.2 O professor e o movimento CTS .....	23
3.3 Experiências de atividades CTS nas escolas .....	25
3.4 Considerações finais .....	30
<b>4 ENSINANDO RESPIRAÇÃO.....</b>	<b>31</b>
4.1 Introdução .....	31
4.2 Respiração .....	32
4.3 Inter-relações entre trabalho muscular, respiração celular e pulmonar .....	34
<b>5 A ELABORAÇÃO DA PROPOSTA .....</b>	<b>39</b>
5.1 Introdução .....	39
5.2 A Unidade didática .....	41
5.3 Análise da atividade proposta.....	43
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>57</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>59</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>64</b>
<b>APÊNDICE A: PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE .....</b>	<b>65</b>
<b>APÊNDICE B: A BREVE HISTÓRIA DA RESPIRAÇÃO .....</b>	<b>66</b>
<b>APÊNDICE C: FASES DA RESPIRAÇÃO CELULAR.....</b>	<b>71</b>
<b>APÊNDICE D: ROTEIRO DA ATIVIDADE .....</b>	<b>87</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento deste trabalho está baseado no movimento CTS, ciência, tecnologia e sociedade, que tem como um dos objetivos preparar os alunos para o exercício da cidadania, tornando-os críticos, reflexivos, responsáveis e capazes de se envolverem com conteúdos científicos, fazendo conexões com o mundo fora da escola e reconhecendo as interferências no cotidiano dos indivíduos. Propor também uma maior participação da escola e melhorar suas relações com o mundo em transformação, desvinculando a educação das tradições, levando-a além de uma simples aprendizagem de conceitos e teorias e, ainda, introduzindo a história do conceito de respiração

Baseado-se nesses pontos, este trabalho foi aplicado, no CEFET-MG, com o objetivo de resgatar o interesse do aluno pelo ensino de biologia, colocando-o frente a frente com os problemas do seu cotidiano, proporcionando, portanto, um aprendizado mais significativo e facilitando a construção de um conhecimento científico de um tema que faz parte do currículo do Ensino Médio.

Ao possibilitar ao aluno o envolvimento de conteúdos do currículo com o seu cotidiano, certamente ele irá aprender a fazer uma leitura real do que está sendo transmitido na sala de aula e, ainda, estar apto para tomar decisões com responsabilidade social.

Pode-se afirmar que a respiração celular é um tema de difícil compreensão, quando está baseado somente no livro didático. Ensinando esse conteúdo no sistema CTS, o aluno poderá ter um aprendizado mais abrangente ao fazer relações com o seu cotidiano. Nessa perspectiva, ele poderá relacionar o trabalho celular na geração de energia e na manutenção da vida dos organismos, fazendo relações com a alimentação, com suas atividades físicas e reconhecendo a importância para a melhoria da qualidade de vida. Além dos pontos citados poderá proporcionar uma aprendizagem mais ampla e completa sobre o papel da respiração nos organismos, permitindo ao estudante construir um conhecimento que envolve o desenvolvimento tecnológico e a sua interferência na sociedade.

O movimento CTS é de fundamental importância para que ocorra no ensino de ciência um aprendizado mais significativo, com a proposta de uma atividade que envolva toda a turma, dando oportunidades ao aluno de desenvolver suas habilidades e demonstrando sua criatividade.

A proposta da atividade teve o objetivo da produção de um folheto, envolvendo toda a turma, para divulgação do tema que era a respiração celular associada às atividades físicas.

Durante o desenvolvimento da atividade, surgiu também o interesse não só da produção do folheto, mas também de um *site* o que possibilitou ao professor sair de um ensino meramente conceitual, criando-se conexões entre as ciências naturais e os campos social e tecnológico.

Os conteúdos *do folder* e *do site* demonstraram qualidade e criatividade de todos que se envolveram na produção, com conteúdos bem desenvolvidos, relacionados com conhecimentos científicos e tecnológicos e construindo, baseados em todos esses pontos, uma idéia social do tema.

Conseguiram transmitir conhecimentos relacionados com atividade física e levantaram questões da importância de se praticar uma atividade física com responsabilidade e qualidade, definindo bem o que é sedentarismo e os riscos para a saúde de uma vida sedentária.

Os testes realizados, antes e depois da atividade, comprovaram que houve um aprendizado significativo e aumentou o interesse dos alunos pelo assunto proposto, que foi constatado nas análises feitas no produto dos mesmos.

Os alunos também fizeram críticas em relação às aulas dadas e deram sugestões para melhorar o seu interesse pelas aulas de Biologia, levantando questões significativas do trabalho que realizaram, refletindo sobre a necessidade de se mudar a maneira de ensinar com a finalidade de tornar o aprendizado mais significativo.

## 2 O MOVIMENTO CTS

### 2.1 Histórico

A necessidade de preparar o cidadão para mudanças do mundo moderno tornou as relações entre sociedade e escola um objeto de reflexão. Tal reflexão objetiva a construção de uma parceria escola/sociedade, com responsabilidades mútuas e uma forma de aprender a analisar acontecimentos científicos e sociais com uma visão ética. Nessa perspectiva, segundo Santos (1999), busca-se abrir a escola para um mundo em constante e rápida transformação, sugerindo uma educação que não fique alheia aos acontecimentos atuais.

Para que ocorra essa nova relação, é necessário procurar mudar as raízes em que está presa a educação tradicional, não fugindo dos objetivos principais, mas colocando lado a lado a sabedoria e a responsabilidade e a liberdade e a solidariedade. Esses seriam os objetivos fundamentais para uma educação de cidadãos que tivessem uma participação destacada na vida da sociedade. (SANTOS, 1999, p. 12)

Baseando-se nessa perspectiva, surgiram discussões sobre o movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) como proposta de mudança na educação, com objetivos claros de levar a educação para além da aprendizagem presa em um conteudismo exagerado. O objetivo central do ensino de ciências, dentro de uma concepção CTS, passa a ser a formação de cidadãos envolvidos com as ciências naturais e os campos social, tecnológico, comportamental, cognitivo, ético e comunitário. Essa é uma nova concepção dentro de uma proposta de reforma do ensino das ciências. (SANTOS, 1999, p. 25)

Os movimentos sociais da década de 1960 e 1970 foram um estímulo para se pensar nos estudos de ciência, tecnologia e sociedade dentro de um contexto interdisciplinar, em decorrência das preocupações com as armas químicas e nucleares e o surgimento dos problemas ambientais como fruto do desenvolvimento científico e tecnológico. Foi a partir daí que se deu o início do movimento CTS. Dentro dessa abordagem, reconhecem-se as limitações da ciência, as responsabilidades dos cientistas e os íntimos vínculos da ciência com a tecnologia e os processos sociais. (SANTOS; MORTIMER, 2001, p. 96)



## 2.2 A construção do movimento CTS

O movimento CTS foi construído tendo como ponto central a formação da cidadania. Quando se fala em formação de cidadania não podemos ficar restritos aos limites da sala de aula. As propostas que existem hoje para os currículos de ciências não são simplesmente transmitir conhecimentos, mas ensinar ao cidadão ser capaz de tomar uma decisão e agir. (FOUREZ *apud* SANTOS, 2002). A preparação do aluno para a compreensão das íntimas relações entre ciência, tecnologia e sociedade é uma necessidade do mundo moderno. (SANTOS e SCHNETZLER *apud* SANTOS 2002)

Quando são propostas mudanças nos objetivos do ensino de ciências, é necessário destacar a preparação dos estudantes como cidadãos capazes de interferirem socialmente na ciência. Essa foi uma linha de pensamento que nasceu nos países Europeus e na América do Norte de onde surgiram vários projetos curriculares voltados para a abordagem CTS e para o ensino médio. (SANTOS, 2001, p. 95)

Outro ponto importante, na construção do movimento CTS, é o letramento em ciência e tecnologia. Projetos que têm como principal objetivo o letramento científico e tecnológico visam ao reconhecimento da linguagem científica e tecnológica por parte do aluno, mas que esses também exerçam atividades sociais que fazem uso de tal linguagem. Na visão do letramento científico, os educandos devem não só entender os conteúdos específicos da ciência, mas, principalmente, reconhecerem como ciência, tecnologia e sociedade se influenciam mutuamente e usarem esses conhecimentos para a solução de problemas no seu cotidiano, tomando decisões com responsabilidade social. (SANTOS, 2001, p. 96)

Existem várias definições para letramento científico, mas, na realidade, o papel da educação para letramento científico significa que ensino e aprendizagem de ciência compõem mais uma força na cultura do mundo moderno, além de preparar para o trabalho, utilizar o conhecimento diretamente no seu cotidiano e preparar os alunos, tornando-os bem informados, além de fazer com que sintam simpatia por ciência, entendendo a importância da relação da natureza com a tecnologia e com a ciência; (DeBOER *apud* SANTOS, 2002, p. 37)

### 2.3 Ensino de Ciências dentro de uma visão CTS

O ensino de ciência, no mundo contemporâneo, não deve se ater única e exclusivamente aos conteúdos tradicionalmente designados às disciplinas escolares, mas, mais do que isso, proporcionar inter-relações com a vida dos cidadãos, com a intenção de mudar a imagem que fazemos das ciências. Tal imagem deve corresponder cada vez menos à imagem tradicional de uma ciência neutra e objetiva que vem passando de geração em geração e que surge desconectada das questões sociais, filosóficas, políticas, econômicas e éticas. É preciso se esforçar cada vez mais para que o debate sobre a ciência e a tecnologia entre intensamente no nosso cotidiano social. Essa é a meta para um ensino mais humanista das ciências (SANTOS, 1999, p. 22)

Dentro da perspectiva CTS, fazem-se necessárias as contra-indicações na construção de novas propostas para o ensino, porque é a partir desse ponto contraditório que surgem as articulações que acabam levando a reorganização de como ensinar ciências. Os diferentes pontos de vista provocam nos professores reflexões e questionamentos sobre as diversas questões sobre ensino CTS. (SANTOS, 1999, p. 225)

Ao propor como aprender ciências, alguns discursos curriculares limitam-se apenas em associar o ensino de ciências à sua importância científica interna, restringindo a sua relevância em aprender ciência sobre o seu valor pedagógico. Essa visão pode ainda proporcionar ao aluno um aumento do seu horizonte, absorvendo a importância do aprender em relação ao mundo real. (SANTOS, 1999, p. 232)

Ao mencionar a construção de um currículo dentro de uma tendência CTS, encontram-se vários obstáculos que certamente dificultarão a implantação dessa nova forma de ensinar. Essa é uma visão de caráter mais humanista, porque está ligada diretamente à realidade dos estudantes e ao seu cotidiano. O sistema CTS, quando da sua implantação, irá se confrontar com diferentes organizações de ensino, finalidades diversas nos ensinos fundamental, médio e superior. Existe ainda a formação do professor que sempre esteve comprometida com um modelo de ensino predominantemente disciplinar, baseada em programas e recursos didáticos não condizentes com o sistema CTS. (MARTINS, 2002).

## 2.4 A estrutura do sistema CTS

Na construção do sistema CTS, existem relações entre sistemas técnico-científico, sócio-científico e o sócio-tecnológico. A partir dessas articulações, construiu-se um processo dinâmico e único que não pode ser dividido em fases, sendo necessária apenas uma divisão que facilite a análise e o entendimento, clareando os seus conceitos. (SANTOS, 1999, p.139)

Os subsistemas que compõem o sistema CTS são o técnico-científico (Ciência/Tecnologia), sócio-científico (Ciência/Sociedade) e o sócio-tecnológico (Tecnologia/Sociedade).

### 2.4.1 Sistema Técnico-científico

O que une tecnologia e ciência são conhecimentos de naturezas diferentes, mas existe uma dependência mútua com objetivos, finalidades e metodologias próprias onde a tecnologia não se apresenta como uma ciência aplicada, mas sim algo que vem antes da ciência. (SANTOS, 1999, p. 141)

O desenvolvimento da ciência, associado à tecnização da experiência e à matematização, tornou a relação entre ciência e técnica mais orgânica e facilitou a aproximação entre elas. A concepção que se fazia da ciência até o Renascimento era apenas uma apresentação teórica e discursiva que se baseava em um saber que nada mais era do que especulativo. A partir dessa era, com o crescimento da ciência moderna, que começou a aumentar a operatividade, que marcou esse desenvolvimento, dando início aí a aproximação entre ciência e técnica e a construção da Tecnociência, e o conhecimento humano passou a ter uma representação teórica e uma dominação prática. (SANTOS, 1999, p.141)

A ciência pós-moderna pode ser definida como tecnociência. A investigação científica pós-moderna, a ciência e a tecnologia não são consideradas entidades separadas, elas fazem parte de um sistema cognitivo que irá levar a construção de novos conhecimentos. (SANTOS, 1999, p.142).

A união entre ciência/tecnologia ajuda-nos a pensar melhor na maneira de interpretar o mundo, como ele muda, transforma a realidade e influencia profundamente na nossa cultura de como pensamos e nos comportamos. (SANTOS, 1999, p.143).

### ***2.4.2 Sistema sócio-científico***

Atualmente, a formação do conhecimento científico está diretamente relacionada a fatores da sociedade, interferindo nas questões éticas, filosóficas, políticas, econômicas e educacionais. Os desenvolvimentos científicos, tecnológicos e os da sociedade na ciência nos dias de hoje são tão profundos e de grandes dimensões, levando ao surgimento de tensões, ficando impossível desprezá-los. (SANTOS, 1999, p.150).

Um dos exemplos na relação ciências/sociedade é a bioética que interfere profundamente no mundo da ciência, colocando em risco os valores internos à ciência em favor de outros valores que são essenciais à humanidade. Dentro da bioética, o desenvolvimento científico-tecnológico não é construído apenas pelo saber e pela comunidade científica, mas principalmente pelas reflexões éticas da comunidade civil. (SANTOS, 1999, p.150).

### ***2.4.3 Sistema sócio-tecnológico***

A técnica está fortemente ligada à sociedade e à ciência, incorporando as opções feitas pela sociedade e induzindo suas modificações. A tecnologia exerce uma interferência muito maior do que a ciência na maneira como se vive em sociedade, como o poder é conquistado, exercido e mantido, como as pessoas competem, trabalham, produzem, como fazem a guerra, como se consome, como organizam o ensino, o crime, o terrorismo. Esses fatos citados determinam a maneira como a tecnologia está disponível atualmente, dentro do contexto cultural, sendo mais importante do que as próprias funções da tecnologia. (SANTOS, 1999, p. 161).

As decisões tecnológicas estão intimamente relacionadas aos conhecimentos científicos e de outras maneiras como participam da sociedade, mas as decisões ainda estão dependendo das escolhas que serão feitas pela sociedade dentro das técnicas. A relação que existe entre tecnologia e sociedade tende a ser restrita em função dos impactos que poderão decorrer dessa relação. (SANTOS, 1999, p.162)

A relação entre tecnologia/sociedade acaba abrindo novas perspectivas de como olhar a natureza da tecnologia e a forma como desenvolver a consciência tecnológica. É possível

observar as relações entre imaginário social, publicidade e técnica. A partir dessas reflexões, questionar interações de tipo CTS nos currículos de ciências nos quais precisamos destacar as vias culturais ou simbólicas. (SANTOS, 1999, p. 174)

## **2.5 Reflexões sobre a estrutura do sistema CTS**

Pode-se concluir que a ciência e a tecnologia são coisas interdependentes à medida que comungam com a verdade e com a eficiência, são consequência e condição uma da outra; exigem uma equipe interdisciplinar envolvendo cientistas e tecnólogos, servem de recurso uma para outra; reforçando - se mutuamente. A interdisciplinaridade, segundo Santos (1999, p. 149), procura mostrar relações epistemológicas e praxiológicas que direcionam para um currículo integrado de ciência e tecnologia.

O sistema sócio-científico tem uma visão do papel da ciência no mundo pós-moderno que defende uma abertura mais ampla de como a ciência opera, aproximando-a de um senso comum dentro de várias participações no mundo. (SANTOS, 1999, p. 158).

No sistema sócio-tecnológico, ficou claro que se pode pensar em tecnologia fora da sociedade. Ele incorpora o que a sociedade escolher, provocando grandes mudanças sociais e culturais. (SANTOS, 1999, p. 174)

A proposta de implantar o sistema CTS no ensino médio tem como principal objetivo a construção de uma nova relação no ensino de ciências, tendo como consequência uma nova visão da ciência, não apenas como uma disciplina escolar, mas como cultura.

O aluno saberá fazer conexões com o seu cotidiano e com a sociedade, facilitando a sua aprendizagem. No final de todo esse novo processo de aprendizagem, o aluno, como cidadão, poderá fazer as inter-relações que irão interferir na sua maneira de compreender e de ver a natureza da ciência.

## 1.6 Considerações sobre o capítulo

Baseando-se no que foi dito neste capítulo, percebe-se que a abordagem CTS tem papel fundamental em promover mudanças. O objetivo central de buscar um maior interesse dos alunos em estudar biologia teria grande chance de ser alcançado dentro de uma abordagem que se preocupe com a vida cotidiana dos alunos, tornando o ensino mais envolvido com a sua realidade.

Propor um ensino voltado para uma abordagem CTS leva a questionamentos que provocam discussões, principalmente em relação ao papel do professor.

Serão feitas análises sobre as dificuldades enfrentadas pelo professor para desenvolver esse novo modelo de ensino e quais foram as interferências no aprendizado do aluno.

Sabemos que o desenvolvimento de novas tecnologias e do conhecimento científico interfere na sociedade e no cotidiano dos indivíduos esperando, portanto, que a abordagem CTS contribua para formar um aluno com conhecimentos significativos, atendendo aos objetivos de um ensino voltado para a cidadania.

### 3 O MOVIMENTO CTS: O PROFESSOR E SUAS EXPERIÊNCIAS

#### 3.1 Introdução

O principal objetivo deste capítulo é levantar questões relacionadas aos professores e as dificuldades encontradas no momento de se propor um ensino mais contextualizado e integrado com as mudanças científicas e tecnológicas impostas pela modernidade.

Até o século XVI, a ciência não tinha um papel de destaque no desenvolvimento de técnicas e foi nessa época, com o início do desenvolvimento da navegação, que a utilização de técnicas foi fundamental. Mas o papel importante da ciência aconteceu somente no século XIX, sendo aplicada à química e à engenharia. (SILVEIRA, 2005)

Segundo Silveira (2005), inicialmente o desenvolvimento da ciência e da tecnologia ocorreu principalmente depois da II Guerra Mundial, sofrendo interferências provocadas por mudanças no desenvolvimento tecnológico com o objetivo de promover o progresso e o bem-estar-social.

Atualmente, a tecnologia tem uma participação diária na sociedade. A cibernética, a automação, a engenharia genética e a computação eletrônica fazem parte de uma sociedade tecnológica no cotidiano dos indivíduos. Com todo esse envolvimento social, é necessário que se pense melhor o verdadeiro papel da tecnologia, a sua importância e as interferências na sociedade. (SILVEIRA, 2005)

Silveira (2005) afirma que o desenvolvimento proposto tem que valorizar a responsabilidade individual e coletiva, proporcionando à população, como um todo, um envolvimento na construção de um conhecimento científico-tecnológico, contextualizando as conexões entre ciência, tecnologia e sociedade e, ainda, o conhecimento de políticas públicas envolvidas em qualquer mudança tecnológica.

Linsingen (2006), ao se referir às questões interdisciplinares como humanidades, ciências sociais e ciências ambientais, inseridas nos currículos do ensino técnico, baseadas nas novas diretrizes propostas, sinalizam para um pensamento de que a educação tecnológica passará a ser transformadora e dinâmica. Mas para isso acontecer, efetivamente, é necessário pensar numa nova formação docente, voltada para esse pensamento, envolvendo, portanto, políticas públicas educacionais onde estariam inseridas a ciência e a tecnologia.

Ricardo, Custódio e Júnior (2007) salientam que a grande preocupação em implantar

sistemas novos de ensino envolve pensamentos de que hoje, para se fazer parte de um mundo moderno, faz-se necessária uma revisão não apenas dos currículos, mas também do trabalho do professor. Propor objetivos mais amplos de ensino significa proporcionar ao que for dado na escola ultrapassar os limites dos seus muros. A escola hoje está exposta a muitos questionamentos em relação ao que ela pretende ensinar, na tentativa de se responder questões propostas pelos alunos sobre a importância de se aprender determinados conteúdos.

Para Freitas e Souza (2004), existem diversas maneiras de se referir ao cotidiano das pessoas. Diante das variáveis existentes, é possível entender que a humanidade necessita da ciência e da tecnologia, sendo possível discutir o que poderia acontecer com a ciência e com a tecnologia ligadas às pessoas, questionar os seus benefícios, explicar o comportamento humano, compreender como ocorre a questão da saúde das pessoas e ainda entender melhor o organismo humano através das ciências.

Muenchen *et al.* (2005, p. 1) salientam a necessidade de se realizar uma pesquisa, com a perspectiva de se fazer uma abordagem, envolvendo temas sociais, avaliando a importância de se fazer uma intervenção nos currículos, tornando-os mais abertos e amplos, envolvidos com temas da modernidade, a fim de que possa ocorrer uma interação entre ciência e tecnologia, avaliando os fatores que os limitam e os tornam problemáticos.

### **3.2 O professor e o movimento CTS**

Segundo Auler e Delizoicov (2006), os professores, na sua maioria, não conseguem interagir ciência-tecnologia-sociedade e essa deficiência é responsável pelas dificuldades enfrentadas ao se implantar o sistema CTS na educação.

No Brasil, são praticamente inexistentes as pesquisas para avaliar o pensamento dos docentes sobre CTS. Uma pesquisa realizada por Loureiro, que foi citada por Auler e Delizoicov (2006), concluiu que a visão do professor sobre tecnologia é de uma integração com o bem-estar social. Os professores não fazem referência de como a tecnologia faz conexões com outras questões sociais, ou seja, não imaginam de que maneira a política, a economia e a cultura podem proporcionar esse bem-estar social. (AULER; DELIZOICOV; 2006, p.339)

Em uma pesquisa realizada por Amorim, citada por Auler e Delizoicov (2006, p.340), na qual ele faz um levantamento sobre CTS, um dos resultados encontrados sobre a questão



sociedade, foi que as concepções faziam referência à sociedade como algo que estava do lado de fora, ou seja, uma definição de que sociedade faz parte de um mundo externo à escola.

Hoje, sabemos que o desenvolvimento da ciência e da tecnologia exercem uma grande influência no comportamento da sociedade atual e em função dessas mudanças, que a escola necessita abrir espaço para a participação da sociedade no seu processo educacional.

Ricardo, Custódio e Junior (2007) realizaram uma pesquisa com o objetivo de entender de que maneira ocorre o entendimento dos professores em relação à tecnologia envolvida com os conhecimentos escolares, fazendo uma relação da tecnologia como objeto de ensino. Aplicaram um questionário em que eram abordadas questões sobre o pensamento em relação à ciência e à tecnologia; de que maneira ciência e tecnologia poderiam ser colocadas dentro da sala de aula e, finalmente, que tecnologias poderiam ser empregadas.

Foram selecionados alguns professores de disciplinas como biologia, física, química e matemática, de escolas públicas do Distrito Federal e de Florianópolis. Analisando as concepções dos professores sobre tecnologia como recurso para o ensino, chegou-se à conclusão de que muitos professores associavam tecnologia ao uso de vídeo, retroprojeter etc. Sabe-se que esses são apenas equipamentos que são utilizados para trabalhar alguns conteúdos e não como debates sobre tecnologia. (RICARDO; CUSTÓDIO; JUNIOR, 2007)

É fácil entender que a formação continuada do professor é uma das barreiras a serem enfrentadas, principalmente por que não podemos transferir aos novos professores a tarefa de construir mudanças dentro da escola, aproximando a escola da sociedade moderna, juntamente com as necessidades pessoais e coletivas dos estudantes. (RICARDO; CUSTÓDIO; JUNIOR, 2007)

Segundo Ricardo, Custódio e Júnior (2007), não podemos esperar que as mudanças aconteçam sem que haja um esforço dos professores, mesmo tendo a consciência dos problemas existentes, como melhoria das condições de trabalho, mudanças didático-pedagógicas que certamente poderiam ocorrer conjuntamente. Em relação aos professores de biologia, as entrevistas realizadas permitiram chegar à conclusão de que nenhum deles fez relação do desenvolvimento do seu trabalho com as questões atuais, por exemplo, clonagem, melhoramento genético, agronegócio etc. Podemos concluir que as respostas dadas pelos professores nas entrevistas não apresentam nenhuma relação dos conteúdos escolares com as tecnologias e também não houve nenhum questionamento propondo mudanças. Ficou comprovado, então, que se faz necessário proporcionar discussões sobre esse tema dentro das escolas, deixando de responsabilizar apenas o professor como o único que poderia provocar mudanças. (RICARDO; CUSTÓDIO; JUNIOR, 2007)

Fica claro que para mudar se faz necessário que ocorra um ciclo de discussões e debates continuado nas escolas, envolvendo professores, pedagogos, disciplinários, na tentativa de abrir espaço para as discussões que envolvam as mudanças que ocorrem na nossa sociedade e na escola, em função do desenvolvimento da ciência e da tecnologia.

Freitas e Souza (2004) realizaram entrevistas com os professores do ensino médio e na análise dos resultados foi fácil compreender as diversas maneiras de entender o que é ensinar em “CTS”. Alguns professores afirmaram que, ao introduzir conteúdos do cotidiano no seu planejamento, estavam fugindo da “educação em ciências”.

Este é um pensamento que normalmente nos deparamos, quando propomos aos alunos que será dada uma aula diferente com o objetivo de tornar aquele conteúdo mais interessante. É necessário que os objetivos fiquem bem claros, para evitar críticas dos alunos e dos colegas de trabalho, que às vezes não entendem a proposta feita e acabam por comprovar o que Freitas e Souza concluíram com a análise das suas entrevistas.

No sistema educacional português, optou-se por valorizar a formação continuada em função da grande maioria do professorado ter como objetivo continuar no sistema educacional, por já estarem na profissão há muitos anos e terem pouco ou nenhum acesso a novas formações, principalmente em didática, proporcionando a esses professores a chance de utilizar, de adaptar e de mudar a sua maneira de ensinar. Essa escolha foi em função do pequeno desenvolvimento nessa área em investir no professor que já está na escola. (VIEIRA; MARTINS; 2007, p.81)

### **3.3 Experiências de atividades CTS nas escolas**

Silva e Cruz (2004) apresentaram uma proposta no IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física sobre a “Inserção do Enfoque CTS através de Revistas de Divulgação Científica”, com o objetivo de utilizar artigos relacionados a problemas da comunidade, permitindo criar diversas abordagens e interpretações pelos vários segmentos da sociedade.

Após a avaliação feita pelos professores e pelos alunos acerca da viabilidade dos artigos, os alunos, orientados pelos professores, criticaram e debateram sobre outras idéias e repensaram suas concepções com o objetivo de se construir uma compreensão coletiva. A partir desses momentos, os alunos irão construir suas habilidades para tomar decisões, buscando solucionar questões locais ou mesmo preparando materiais, como vídeos

explicativos, pareceres técnicos, documentos reivindicatórios, que serão mandados para os órgãos públicos, placas e faixas de conscientização para serem afixadas nas ruas ou mesmo em concentrações públicas. (SILVA; CRUZ, 2004)

O tema Poluição Sonora, proposto por Alves, Sousa e Silva (2005), tinha como objetivo desenvolver uma atividade que envolvesse questões sociais, científicas, tecnológicas, ambientais, legais e políticas, desenvolvendo teorias a respeito da “ciência e do cotidiano” dentro da temática ciência, tecnologia e sociedade.

O tema escolhido pelos autores acima citados, é de grande importância nos dias atuais levando em consideração que a poluição sonora até pouco tempo não era tão significativa. Hoje, que principalmente nos grandes centros, as prefeituras juntamente com os seus representantes legais estão criando normas que determinam os limites da poluição sonora, inclusive com aplicações de sanções para os descumpridores da lei.

Levantados os registros escritos, os trabalhos dos alunos e os registros em vídeo, o que acabou por avaliar como a proposta foi desenvolvida e ainda propor reformulações, os resultados obtidos foram de que houve uma participação muito significativa dos alunos, cujas ações foram fundamentais na proposta de se construir um currículo que esteja baseado no rompimento do conhecimento científico com o conhecimento comum, sendo fundamental para o conhecimento escolar na física do Ensino Médio. É possível contextualizar os conhecimentos físicos com outros conhecimentos que formam o tema “Poluição Sonora”. (ALVES; SOUSA; SILVA, 2005)

Bernardo e Vianna (2005) propuseram uma atividade na qual, inicialmente, eram realizadas discussões sobre a crise energética, um assunto em voga na época. Foi proposta uma discussão dos conteúdos científicos e tecnológicos, baseada em atividades que surgem na resolução de problemas que partem da vivência dos alunos e de suas idéias já existentes.

Foram feitas relações do sistema elétrico, inicialmente dentro do seu contexto residencial e, posteriormente, sobre uma usina geradora. Essas atividades só foram concretizadas com a construção de um laboratório portátil, oferecendo ao professor mais recursos didáticos. (BERNARDO; VIANNA, 2005). Apesar de estar ainda em fase de experimentação, a proposta tem despertado interesse dos alunos, que foram motivados pela visão bem próxima de uma usina hidrelétrica e suas conseqüências para o meio ambiente.

Nada mais atual do que se preocupar com as questões energéticas, principalmente por que o desenvolvimento tecnológico requer em muitas situações um consumo maior de energia. O Brasil passou por um racionamento de energia em função do aumento do consumo em decorrência das mudanças na sociedade, com uma demanda maior de energia.

O trabalho desenvolvido por Kruger e Nunes (2005) foi de um estudo sobre Modelo de Investigação na Escola (MIE) e o enfoque CTS, com o objetivo de se avaliar no ensino de física o aprendizado do aluno, baseado nas suas idéias já existentes sobre o conhecimento científico e suas relações com ciência, tecnologia e sociedade. A realização dessa proposta foi feita com alunos do 3º ano do ensino médio que fizeram um levantamento a respeito do programa de iluminação pública, considerando os problemas locais, custo-benefício, meio ambiente e questões sócio-econômicas, levando-se em consideração a formação dos alunos a respeito de física, ciência, tecnologia e atuação na sociedade.

Para a construção da metodologia, foram feitas reflexões envolvendo o conhecimento prévio dos alunos mais o conhecimento do professor, dando ênfase para MIE e o movimento CTS, com um planejamento, considerando os pontos de investigação como a escolha do problema a ser questionado, o conhecimento prévio, as hipóteses e os argumentos, as relações de comunicação e a socialização. (KRUGER; NUNES, 2005)

Para aplicação desse trabalho, foi utilizada a metodologia do RPG, dividindo-se a turma em grupos, com o objetivo de que os alunos desenvolvessem autonomia com a finalidade de se conseguir tomar decisões, baseado no modelo proposto de um júri, destacando-se as questões sociais relacionadas à ciência e à tecnologia. O trabalho teve uma repercussão tão significativa que as discussões foram além da sala de aula, envolvendo outras turmas, outras séries, professores, coordenação pedagógica e direção, participando das discussões sobre o cotidiano e criando um novo modelo didático que aumentou o interesse dos alunos e melhorou o seu aprendizado. (KRUGER; NUNES, 2005)

O trabalho realizado por Kruger e Nunes, demonstrou a importância de valorizarmos o conhecimento prévio do aluno como ponto de partida para o desenvolvimento de uma proposta de ensino.

Na 30ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, o trabalho apresentado por Muniz *et al.*(2007), sobre o Movimento CTS, aplicado ao ensino de Química, desenvolveu uma pesquisa que teve como objetivo interagir o mundo natural do aluno ao mundo construído pelo homem e seu cotidiano, realizando experiências para conhecer o pensamento de cada um sobre termos químicos que eram usados em indústrias da região de Araraquara/SP, nos processos de tratamento de água, tingimento de tecidos, produção de cerveja e de suco concentrado de laranja. Foram avaliados os conhecimentos dos alunos sobre o conceito de soluções nos processos industriais e, após uma aula de cem minutos, foi aplicado um questionário com o objetivo de se avaliar o que foi adquirido após a atividade. Houve uma grande mudança com um maior número de questões contempladas com respostas

satisfatórias. Foram constatados maior interesse e entusiasmo dos alunos pelo assunto desenvolvido, permitindo que fizessem relações com a sociedade na qual eles vivem.

O professor Couto (1980) desenvolveu uma atividade em www, baseada nas questões CTS, criando páginas na internet como uma *WebQuest*, visando a incentivar o aprendizado dos alunos. Aplicou um questionário que constatou que a metodologia aplicada incentivou os alunos no aprendizado e, conseqüentemente, foi importante para melhorar o conhecimento dos alunos dentro de uma visão científica e tecnológica.

O envolvimento do aluno com a web, mesmo quando copiam o que está escrito, desenvolve no aluno a sua criatividade, a habilidade de manusear a internet e ainda aplicar tecnologias, ao fazerem montagens de site, onde copiam e colam.

A pesquisa realizada por Muenchen *et al.* (2005), que destaca o “*Enfoque CTS: configurações curriculares sensíveis a temas contemporâneos*”, foi desenvolvida com o objetivo de se avaliar de que maneira poderia acontecer uma interferência nos currículos, diante dos problemas da atualidade, envolvidos principalmente com ciência e tecnologia. Utilizou-se recursos como a entrevista semi-estruturada, realizada com os alunos, questionários para avaliar o desenvolvimento do tema proposto e os diários de prática pedagógica. Escolhido o tema, que seria abordado, foram feitas reflexões sobre a aplicação desses procedimentos em sala de aula e, em 2004, foi então aplicada em turmas da segunda série do Ensino Médio de uma Escola Estadual no Rio Grande do Sul, envolvendo 120 alunos.

Muenchen *et al.* (2005) comprovaram que houve uma maior integração de aluno-aluno e professor-aluno, facilitando o processo de ensino-aprendizagem, juntamente com a utilização de parâmetros relacionados ao seu cotidiano e, ainda, tomando como base o processo de avaliação que também faz parte de uma melhoria no aprendizado.

O trabalho proposto por Macedo *et al.* (2004) envolveu professores do Ensino Superior e do Ensino Médio com o objetivo de se construir uma proposta interdisciplinar entre Biologia e Física numa abordagem CTS. Essa inter-relação de disciplinas proporciona conexões de conceitos e terminologia; de metodologia e da seqüência do que vai ser investigado. Todas as fases do desenvolvimento da atividade utilizaram as relações entre professores do Ensino Médio e os da Universidade. Inicialmente, o tema escolhido, com o objetivo de facilitar essa interdisciplinaridade, foi a “Energia”. As relações feitas abordavam radiação eletromagnética, sua natureza e propriedades; movimentos de elétrons e íons nos sistemas físicos e biológicos; a transformação da energia luminosa em energia elétrica na célula solar e em energia química nos cloroplastos; a utilização e a produção de energia

renovável e não renovável, situação atual e perspectivas futuras.

Analisadas as situações propostas, foi construído um mapa conceitual, por Macedo *et al.* (2004), que facilitasse a análise, ressaltando a relação entre as várias concepções. A partir dessa construção, foi desenvolvido “Energia em sistemas Físicos e Biológicos” e aplicado em 10 aulas durante o ano letivo em turmas de 25 alunos.

A atividade proposta por Macedo *et al.* (2004) envolveu as questões metodológicas e a problematização, a organização e a aplicação dos conhecimentos que foram orientados com o objetivo de investigação do ensino. Os experimentos propostos compararam o funcionamento da célula solar e o cloroplasto e ainda foram feitas pesquisas em texto, debates, apresentação escrita e oral de resultados e as conclusões realizadas pelos alunos. As aulas foram dadas com a presença dos professores de Biologia e Física e dois professores da Universidade da área de didática. O domínio da atividade ficou a cargo do professor titular da turma.

Foram usados dois momentos para a avaliação da aprendizagem com um pré-teste e pós-teste. O questionário abordou questões que avaliavam o conhecimento com o objetivo de se fazer um comparativo entre as duas situações. As questões propostas eram abertas e interdisciplinares e outras que envolviam as conexões entre ciência, tecnologia e sociedade. Algumas respostas foram mais pertinentes, principalmente aquelas que abordavam conceitos abertos e que envolviam as práticas. Outras ficaram incompletas no pós-teste quando se relacionavam a um grande número de conceitos abertos. (MACEDO *et al.* 2004)

Os professores, acharam positivo o trabalho conjunto que facilitou a aplicação das práticas novas, as relações, o clima em que ocorreu, a interdisciplinaridade, a troca de conhecimentos e a autonomia. Ficou evidenciado pelos professores que esse tipo de atividade proporciona ao aluno amadurecer com individualidade e cidadania. (MACEDO *et al.* 2004)

Segundo Macedo *et al.* (2004), os alunos tiveram uma participação grande e se esforçaram bastante, deixando claro o interesse para repetir esse tipo de atividade. De negativo, foi a quantidade de aulas insuficiente e ter coincido com o final do ano letivo.

Dentro dessa proposta, é importante que o professor tenha uma visão mais ampla dos currículos, para facilitar a transformação dos alunos em responsáveis. Fica claro, portanto, a necessidade de se investir mais no professor, proporcionando à educação científica uma aproximação com a realidade.

### **3.4 Considerações finais**

Analisando as atividades propostas por vários pesquisadores, concluiu-se que mudar é fundamental para tornar a escola mais significativa, exercendo, com mais eficiência e abrangência, o seu verdadeiro papel na sociedade contemporânea e conseqüentemente, mais aberta à sociedade.

Os trabalhos citados como exemplo de experiências realizadas, direcionados para a aplicação de uma abordagem CTS de uma maneira geral como produto final, evidenciaram uma maior integração dos alunos e um aprendizado mais significativo na construção do seu conhecimento.

Fica evidente a importância do papel da ciência e da tecnologia no aprendizado dos alunos e na construção do seu conhecimento para a formação de um cidadão crítico e conectado com a evolução científico-tecnológica.

## 4 ENSINANDO RESPIRAÇÃO

### 4.1 Introdução

A descrição da fisiologia da respiração pulmonar foi construída durante anos, evoluindo com o conhecimento científico e envolvendo trabalhos de diversos cientistas com o objetivo de se formar uma idéia única sobre o fenômeno.

A proposta de ensinar respiração celular no sistema CTS tem como principal objetivo facilitar o entendimento do aluno a respeito da complexidade dos mecanismos fisiológicos e moleculares que envolvem a respiração celular, associados a uma abordagem tradicional desse tema nas práticas docentes e nos livros didáticos e, principalmente, conseguir fazer relações com o seu cotidiano. Nessa perspectiva, o aluno relacionará o trabalho celular na geração de energia para manter um organismo vivo com sua alimentação, com suas atividades físicas para o seu bem-estar e com a melhoria da sua qualidade de vida.

Uma maneira significativa de abordagem do ensino é construí-lo numa perspectiva de ocupar um espaço maior na vida do aluno, dando, assim, sentido ao seu aprendizado, fazendo com que a Biologia não esteja desconectada das vivências do aluno, das suas práticas reais e com o objetivo de facilitar o seu entendimento da realidade. (BRASIL, 2000, p.36)

Propor um ensino mais temático significa dividir a Biologia em temas que abordem, em uma de suas subdivisões, as funções vitais básicas, permitindo ao aluno analisar os processos de obtenção de energia que envolve nutrição, estocagem e respiração para a manutenção da vida, podendo chegar à conclusão da origem da energia utilizada para manter um organismo vivo. (BRASIL, 2000, p. 47)

Dentro desse contexto, o professor passa a ser um mediador, transmitindo valores, motivações, saberes culturais e significados. Ele exercerá um papel fundamental para auxiliar na interpretação da vida, relacionando conteúdos programáticos com a sua realidade. O principal objetivo, dentro dessa perspectiva, é facilitar, para o professor, a transmissão de conceitos e o aprendizado do aluno, tornando o conteúdo mais contextualizado e, conseqüentemente, abrir espaço para que ocorra uma discussão mais ampla. (BRASIL, 2000, p.54).

O aprendizado de ciências não se desenvolve por meio de repetições e aumento de conhecimento transmitido pelo professor, mas por um fenômeno de reestruturação (POZA



*apud* LUÍS, 2004, p.5). A valorização do conhecimento prévio dos alunos na construção da aprendizagem proporciona a formação de novas concepções baseadas nessas idéias. (LUIS, 2004, p.5)

A respiração celular é um processo que ocorre nos organismos, didaticamente separados em etapas, com o objetivo de gerar energia, envolvendo transformações químicas e vias metabólicas fundamentais para o crescimento e renovação orgânica na manutenção da vida.

Os conceitos sobre respiração celular, segundo Luís (2004), evoluem de acordo com a idade do estudante e com o seu nível de ensino. Na sua maioria, predomina um conceito de respiração celular como um “fenômeno pulmonar” um “fato que acontece nos pulmões”. Mas de uma maneira geral, em todos os níveis escolares, o conceito de respiração resume-se a um fenômeno de grande importância, indispensável à vida. Esse modelo é baseado na construção gradativa de conceitos, cujo desenrolar da vida do aluno irá assimilar novas informações às que ele já possuía, proporcionando, assim, uma competição entre as suas idéias pré-concebidas e as que surgirão. (SANTOS *apud* LUÍS, 2004, p.5)

## **4.2 Respiração**

Durante o século XIX, estudos revelaram como eram feitas as transformações energéticas dos organismos vivos. Segundo Lavoisier, os animais eram capazes de transformarem os alimentos, que são os combustíveis químicos, em calor, tornando o processo da respiração celular essencial para a vida. A respiração nada mais era do que uma combustão lenta do carbono e do hidrogênio, podendo até ser comparada ao processo que ocorre quando acendemos uma lâmpada ou mesmo uma vela acesa, como corpos que queimam e se consomem. (LEHNINGER, 1995, p. 273)

Os fenômenos responsáveis pelas transformações biológicas da energia nos organismos estão relacionados às Leis da Termodinâmica que foram formuladas por físicos e químicos. Os organismos vivos apresentam uma organização muito mais complexa do que a matéria que compõe a natureza. As células vivas são sistemas abertos, onde ocorre troca de matéria e energia com o meio ambiente, apresentando, portanto, equilíbrio. (LEHNINGER, 1995, p. 274)

A respiração aeróbica é um processo mais complexo que a fermentação, mesmo apresentando etapas em comum, e acredita-se que tenha surgido muito mais tarde no processo da evolução biológica, somente após o aparecimento das cianobactérias, às quais adicionaram oxigênio necessário como acceptor final de elétrons na cadeia respiratória aeróbica, na atmosfera da terra. (LEHNINGER, 1995, p.331)

O reconhecimento das várias fases da glicólise terminou na década de 1930 e foi um grande feito da Bioquímica, reconhecendo, a partir desse momento, a importância do ATP como sendo um dos seus produtos nos processos celulares. (ALBERTS, 2002, p.117)

A respiração aeróbica é o processo metabólico que apresenta maior rendimento na produção de ATP, representando um processo de oxidação completa de uma série de substratos como carboidratos, álcoois, ácidos graxos, esqueleto de carbono dos aminoácidos e ainda, derivados imediatos das dietas ou de reservas orgânicas do tecido adiposo, glicogênio hepático e muscular e massa protéica muscular esquelética. Mesmo durante longos períodos de jejum, os animais armazenam alimentos no interior das células, sob a forma de gotículas de gorduras, como os ácidos graxos e os açúcares, como glicogênios armazenados no fígado e nos músculos. (ALBERTS, 2002, p. 28)

Para sobreviverem, as células necessitam constantemente de energia, de gerar e de manter a seqüência biológica para continuarem vivas. A maior parte da energia obtida nos processos de oxidação é derivada do transporte de elétrons na cadeia respiratória e liberada pelos elétrons durante seu fluxo na cadeia respiratória e é utilizada na síntese de ATP, servindo como combustível para as células, que serão utilizadas no nosso cotidiano para todos os trabalhos celulares. (ALBERTS, 2002, p.110)

O processo da respiração ocorre em seqüência de fases para obtenção de energia. (Apêndice C)

Nessas reações, as moléculas de alimentos como carboidratos ou lipídeos são completamente oxidadas, e tendo como produto o ATP e as moléculas ativadas que serão utilizadas na produção de energia nas mitocôndrias. (ALBERTS, 2002, p.111)

O processo da respiração está diretamente ligado às necessidades cotidianas para a manutenção e qualidade de vida, que dependem da energia disponível no ATP para a realização dos mais diversos trabalhos orgânicos que podem ser mecânicos, como a contração muscular; biossintéticos, tendo como exemplos a lactação e crescimento; e ainda, no transporte ativo, como a reabsorção renal de glicose. (McARDLE, 1998, p.88)

Proteínas, lipídios e polissacarídeos, que fazem parte da composição da maioria dos alimentos que ingerimos, precisam ser quebrados em moléculas menores para que possam ser

absorvidos pelo organismo e transportados para o sistema circulatório e absorvidos pelas células, onde serão estocados e utilizados como fonte de energia. O primeiro momento em que ocorre esse desdobramento é na digestão, realizada no tubo digestório, que é composto pela boca, estômago e intestino delgado. Essa quebra de alimentos em moléculas menores, como proteínas em aminoácidos, polissacarídeos em açúcares e gorduras em ácidos graxos e glicerol, só é possível sob a ação de enzimas. (ALBERTS, 2002, p. 111)

Nos organismos anaeróbicos, que não utilizam o oxigênio molecular e que conseguem se desenvolver sem ele, a fase mais importante é a glicólise que funciona como fonte de ATP celular. O músculo esquelético dos animais continua trabalhando mesmo com a escassez do oxigênio. Na ausência de oxigênio, piruvato e elétrons da NADH acumulam no citoplasma. Para evitar a falta de NAD, que é necessário nas fases de oxidação que ocorrem na glicólise no ciclo de Krebs, o NADH<sub>2</sub> acumulado, devido à diferença em sua produção e disponibilidade de O<sub>2</sub>, é reoxidado a NAD pela redução do piruvato à lactato. Assim, podemos dizer que nos músculos a fermentação láctica ocorre para que se possa continuar respirando. (ALBERTS, 2002, p.117)

As células precisam estar repondo os seus níveis de ATP constantemente para que as funções biológicas se mantenham, portanto é necessária a ingestão periódica de alimentos. Durante o jejum, os animais não armazenam alimento em seus organismos, ao contrário, eles consomem as reservas que acumularam nos períodos nos quais os gastos foram menores que as obtensões energéticas. Além disso, mesmo não se tratando de reservas nutritivas, proteínas musculares podem ser utilizadas como fonte direta de energia ou para a síntese hepática de glicose destinada ao plasma sanguíneo, sob a forma de gotículas de gorduras, como os ácidos graxos e os açúcares, como glicogênio armazenados no fígado e nos músculos que serão utilizados nas atividades físicas. (ALBERTS, 2002, p.128).

### **4.3 Inter-relações entre trabalho muscular, respiração celular e pulmonar**

Um dos objetivos deste trabalho é fazer com que os alunos relacionem o processo da respiração celular, conhecendo os conceitos principais e os fenômenos que estão diretamente ligados à produção de energia com o seu cotidiano, fazendo uma relação direta com o exercício físico que realizam diariamente.

O ATP, produzido no processo de respiração celular, será utilizado para a contração muscular. (ALBERTS, 2002, p. 553)

Todo processo de contração muscular necessita da energia do ATP, produto da respiração. Nas células musculares, encontramos um número grande de mitocôndrias responsáveis pela produção do ATP no processo da respiração celular. (GOLDBERG, 1997, p. 91)

No interior de uma mitocôndria, podemos encontrar até 10 bilhões de moléculas de enzimas, realizando milhões de trabalhos celulares em um pequeno espaço de tempo, o que ocorre durante um aumento da atividade enzimática por desnibição de enzimas fundamentais das vias metabólicas, que estavam inibidas pelo excesso de ATP e o aumento na disponibilidade de substratos. (McARDLE, 1998, p. 88)

No músculo em repouso os níveis de ATP e de fosfocreatina são elevados e os níveis de ADP e creatina são muito baixos. Ao iniciar a atividade de contração, as células musculares se utilizam as reservas de ATP e de fosfocreatina, produzindo ADP e creatina. A fosfocreatina funciona como uma reserva adicional de fosfatos energéticos que podem ser utilizados para a conversão imediata de ADP em ATP. ( McARDLE, 1998, p.97)

No início de um exercício físico, o ATP armazenado nas células musculares é prontamente utilizado para garantir a atividade contrátil, demonstrando que a fase inicial de uma atividade física não depende da respiração celular. O gasto e a redução nos níveis celulares de ATP e aumento nos níveis de ADP, desinibem e ativam as enzimas que controlam a respiração celular. Por exemplo, para um atleta que participa de uma maratona, que produz vinte vezes o gasto energético de repouso no percurso da maratona, que pode durar duas horas, o uso do ATP poderá ser de até 80 kg. (McARDLE, 1998, p.98)

Outra relação importante que fazemos da atividade física com a respiração é que quando iniciamos uma atividade física, onde ocorre uma mudança de baixa para alta demanda de energia a transferência de energia contida num composto fosfatado rico em energia, é fundamental. ( McARDLE, 1998, p.99)

O ATP que se encontra na célula muscular é suficiente para suprir as necessidades dos músculos durante poucos segundos de uma atividade muscular intensa. O que irá suprir as demandas energéticas para a contração muscular fica armazenado como fosfocreatina e na forma de ATP, fornecido pela respiração celular. Durante um trabalho muscular intenso, o ATP e a fosfocreatina são repostos pelo aumento da respiração celular, utilizando a glicose fornecida diretamente pela dieta ou da quebra do glicogênio armazenado nos músculos, bem como, ácido graxos dietários ou do estoque adiposo e do esqueleto de carbono dos

aminoácidos. (McARDLE, 1998, p. 302)

Os carboidratos têm como principal função serem fornecedores de energia para o trabalho celular. É a partir deles que o ATP pode ser formado anaerobicamente. Esse fenômeno é importante durante a realização de um exercício vigoroso que requer uma liberação rápida de energia acima dos níveis normais que poderiam ser atendidos pelas reações metabólicas aeróbicas. O fornecimento dessa energia virá do glicogênio armazenado e da glicose sanguínea. (McARDLE, 1998, p. 102)

Num exercício de leve a moderado, os carboidratos são capazes de suprir a metade da demanda energética do organismo. Nos exercícios aeróbicos de longa duração e de alta intensidade, uma maratona, por exemplo, os atletas utilizam da “*fadiga de nutrientes*”, associada a uma redução de glicogênio nos músculos e no fígado. (McARDLE, 1998, p. 102)

A capacidade glicolítica das células é de grande importância durante uma atividade física que necessita de um esforço grande durante mais ou menos noventa segundos. Quando um atleta de corrida começa a acelerar o seu ritmo, ele está contando com essa maneira de transferir energia anaeróbica, o que só poderá ocorrer se a glicose for fracionada numa reação glicolítica, que se completa com a geração de ácido láctico a partir de ácido pirúvico. (McARDLE, 1998, p.105)

As necessidades de oxigênio crescem rapidamente nos primeiros minutos de um exercício. Entre o terceiro e o quarto minuto, chega-se a uma estabilidade, o que demonstra um equilíbrio entre a energia solicitada pelos músculos em atividade e a produção de ATP como resultado do metabolismo aeróbico. (McARDLE, 1998, p. 120)

Alcançada a estabilidade do trabalho muscular, teoricamente o indivíduo poderá continuar a fazer exercícios por tempo indeterminado, se fosse a sua vontade. Essa situação só não é possível em função de outros fatores que interferem nos organismos durante um exercício físico, como a perda de líquidos em especial em lugares quentes. (McARDLE, 1998, p.121)

A reposição de fosfatos energéticos, ATP e fosfocreatina durante uma atividade física, acaba por provocar um déficit de oxigênio em torno de três a quatro litros. Só será possível dar continuidade ao exercício com o reabastecimento de ATP que é feito continuamente pela quebra aeróbica dos nutrientes alimentares ou da glicólise anaeróbica. (McARDLE, 1998, p. 122)

Durante uma atividade física leve e moderada, a estabilidade e a captura de oxigênio é similar nas pessoas treinadas e destreinadas. Mas, para uma pessoa que passa por um treinamento específico, a estabilidade no ritmo respiratório pulmonar é alcançada mais

rapidamente e conseqüentemente com um déficit menor de oxigênio do que aquele indivíduo destreinado. Diante disso, a quantidade total de oxigênio usado para a realização de uma mesma atividade física é maior para a pessoa treinada e o seu componente anaeróbico é menor. (McARDLE, 1998,p. 122)

A performance e manutenção da condição física de um atleta vai depender de uma série de fatores, como intensidade, duração e preparo físico e dieta pré-exercício. Recomenda-se diferentes tipos de dieta dependendo do tipo de atividade a qual um atleta irá se submeter. Uma dieta especial é recomendada para a realização de atividades físicas intensas e de longa duração. A pré-dieta proporciona uma maior reserva de glicogênio muscular. Para que ocorra esse efeito, inicia-se com aumento da atividade para diminuir o glicogênio muscular. Posteriormente, ocorre a ingestão de alimentos pobres em carboidratos, mas ricos em proteína e gorduras. No quinto, sexto e sétimo dia, ingerem-se alimentos ricos em carboidratos e, finalmente, no dia da competição, adota-se uma dieta rica em carboidratos. Esse tipo de procedimento só se aplica em atividades aeróbicas intensas e prolongadas. (McARDLE, 1998, p .449)

Existem várias propostas de dietas que, às vezes, provocam efeitos desastrosos no equilíbrio ponderal, que é o que gastamos e o que consumimos em termos de ingestão e consumo. Esse tipo de dieta acaba levando a uma perda de massa protéica muscular, uma vez que o organismo necessita dos aminoácidos, que são encontrados nos músculos, para conseguir manter a glicose sangüínea, além de correr o risco de aumentar os níveis de ácido úrico, alterar as concentrações de eletrólitos, ocasionando arritmias cardíacas e até problemas renais pelo excesso de solutos a serem excretados. (McARDLE,1998, p. 591)

Hoje, já é comprovado que uma atividade física regular a longo prazo é mais eficiente do que uma dieta para manter o controle do peso do corpo, sem os possíveis efeitos prejudiciais das restrições e alterações dietárias. O gasto calórico num exercício aeróbico, de intensidade moderada e longa duração é recomendado para a redução do tecido adiposo, e dos níveis plasmáticos de triglicérides, bem como, para o aumento do HDL, que é o bom colesterol e redução de LDL, considerado mau colesterol, alterando o equilíbrio energético dos organismos, induzindo a uma perda de massa gorda, que acaba por mudar o corpo do indivíduo. (McARDLE, 1998, p. 592)

Lenhadores, lavradores e atletas, que são pessoas que têm uma atividade física intensa e regular durante longos períodos, necessitam de duas vezes mais calorias diárias em relação aqueles que são considerados sedentários. Para a realização de uma atividade física com o objetivo de perder peso, é preciso levar em conta frequência, intensidade, duração e forma

específica do exercício. Os exercícios aeróbicos contínuos, que envolvem um grande grupo de músculos e que demandam um custo calórico moderado e alto como caminhar, correr, pular corda, subir escada, ciclismo e natação são os de melhor eficiência em alcançar seus objetivos em perder gordura. (McARDLE, 1998, p. 594)

Buscamos no desenvolvimento deste capítulo esclarecer sobre o papel da respiração celular e sua relação com o exercício físico, bem como suas relações da respiração pulmonar com o metabolismo energético anaeróbio, a nutrição, condicionamento físico e saúde com o cotidiano dos indivíduos, fundamentais para o bom funcionamento dos organismos em relação ao tipo de atividade e a alimentação.

É de conhecimento geral que a atividade física exerce uma grande influência na saúde das pessoas em qualquer idade. Estudos comprovam que a vida sedentária é uma das principais causas do aparecimento de doenças cardíacas. Para se ter o benefício de um exercício físico, basta praticar uma atividade moderada, de longa duração e frequência regular, como caminhar, cuidar do jardim, subir escadas e até mesmo um serviço doméstico. (McARDLE, 1998, p. 616)

A atividade física tem que ser planejada e adequada a cada tipo de caso, para atingir os seus objetivos, dando uma contribuição importante e imediata com a satisfação e o aumento da expectativa de vida das pessoas. (McARDLE, 1998, p. 637)

Frequentar uma academia, para prática de uma atividade física, é comum entre adolescentes que o fazem exclusivamente na tentativa de possuir um corpo atraente e cheio de músculos sem saber os efeitos positivos e negativos de uma atividade, sendo portanto necessário ensinar respiração celular numa abordagem CTS na tentativa de contribuir para a divulgação de questões que venham promover a saúde.

Esperamos que esse tipo de abordagem da respiração celular, não só como etapas metabólicas que devem ser compreendidas pelos alunos, mas que tenham a oportunidade de conhecer o funcionamento do seu organismo, avaliando pontos positivos e negativos. A partir desse novo conhecimento, eles irão se conscientizar da importância das refeições equilibradas como combustível para o desenvolvimento do processo de respiração celular, da necessidade de uma avaliação antes de dar início a qualquer atividade física e, finalmente, saber os efeitos dos medicamentos que são oferecidos nas academias como promessa de se ter um corpo bonito e musculoso.

## 5 A ELABORAÇÃO DA PROPOSTA

### 5.1 Introdução

Propor um ensino dentro do sistema CTS, significa facilitar o entendimento do aluno de um conteúdo proposto e que possibilite a ele fazer conexões com a sua realidade e com o seu cotidiano e, conseqüentemente, ter um aprendizado mais abrangente.

É visível que todo o avanço científico e tecnológico influenciou profundamente na sociedade, na escola e nos estudantes. Fica claro para o professor que ensinar ciências atualmente é não estar ligado somente a conhecimentos passados. Os objetivos de ensinar devem estar relacionados a problemas atuais com o envolvimento dos alunos, buscando informações, desenvolvendo a criatividade e o espírito crítico, envolvendo pontos de vista pessoal e social. (CACHAPUZ *apud* MARTINS, 2000)

Hoje, sabemos que, se a educação em ciências for mais geral e menos fragmentada, os alunos estarão mais preparados para o entendimento do mundo e das suas relações do conhecimento científico e tecnológico na sociedade. Esse é o pensamento atual que faz parte do cotidiano dos educadores e professores de ciências. (MARTINS, 2002)

Pinheiro, Silveira e Bazzo (2003) salientam que, dentro da visão CTS, o ensino-aprendizagem desenvolverá no aluno a criatividade, o espírito investigador, as habilidades e o conhecimento, permitindo utilizá-los no seu dia-a-dia para solucionar os problemas de sua comunidade.

Segundo Pinheiro, Silveira e Bazzo (2003), o movimento CTS muda o papel do trabalho em sala de aula e o professor deixa de exercer um papel autoritário sobre o aluno. Dentro deste pensamento o professor é um mediador, orientando os alunos a desenvolverem trabalhos em grupo, pesquisando, construindo e produzindo um conhecimento científico. Os alunos irão questionar, demonstrar sua imaginação e fantasia, deixando de lado certa “obediência” ao professor que lhe é transmitida dentro da sala de aula.

A palavra respiração, em Biologia, pode ter mais de um significado. No nível celular, significa o processo pelo qual as células quebram (oxidam) moléculas para produzir energia que irá sustentar as atividades. Já para um organismo multicelular, é o processo pelo qual o oxigênio é inspirado e o gás carbônico eliminado. Neste trabalho, iremos abordar a obtenção de energia par a manutenção do corpo.



O professor realizou uma atividade com o objetivo de fazer uma relação da respiração celular com a atividade física que hoje faz parte do cotidiano das pessoas, interferindo no comportamento da sociedade moderna.

O progresso tecnológico proporciona uma avaliação sofisticada das atividades físicas, podendo, a partir daí, orientar melhor as pessoas a fim de melhorar o seu condicionamento e conseqüentemente o seu bem-estar.

Frequentar uma academia é uma atividade que faz parte do cotidiano de muitas pessoas. O desenvolvimento da tecnologia proporciona leituras fundamentais nos equipamentos de ginástica que, com orientação profissional, permite ao usuário dimensionar o funcionamento do corpo.

No mundo, a preocupação é grande em relação ao aumento de peso e à obesidade. Essa não é uma preocupação apenas estética, mas também relacionada ao aumento da incidência de algumas doenças. (MATSUURA, MEIRELLES, GOMES, 2006)

Para o desenvolvimento dos objetivos, é importante conhecer a influência da respiração celular no trabalho muscular, compreendendo a fisiologia do exercício, a dieta na atividade muscular e o equilíbrio energético.

O capítulo anterior deixa claro como o processo de respiração, que está diretamente relacionado à produção de energia, exerce um papel importante no desempenho do funcionamento dos organismos, principalmente em relação a uma atividade física que é o objeto deste trabalho.

O ensino contextualizado da respiração celular tem como objetivo facilitar a compreensão do assunto abordado e ainda proporcionar aos alunos o entendimento da relação da atividade física com o seu cotidiano.

O aluno precisa saber que o trabalho muscular, que lhe proporciona um vigor físico, depende do trabalho celular em realizar a respiração, que tem como produto o ATP, que abastece os músculos como combustível indispensável para o seu bom funcionamento.

A educação física, atualmente, tem uma visão multidisciplinar e o homem está deixando de ser exclusivamente biológico para se envolver mais com os processos sociais, históricos e culturais.

O homem moderno usa pouco suas potencialidades corporais e o baixo nível de atividade física tem influenciado muito para o aparecimento de doenças degenerativas, sendo necessário promover uma mudança no estilo de vida. Hoje, fala-se muito em atividade física, estilo de vida e qualidade de vida.

As questões para sondagem de conhecimento serão aplicadas em alunos da primeira série do ensino médio, do curso de Eletrônica, do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais.

## 5.2 A Unidade didática

A unidade didática foi elaborada para ser desenvolvida em 5 aulas. Estabelecemos como conteúdo programático os seguintes tópicos: Evolução da respiração; aspectos gerais da respiração aeróbica; etapas da respiração aeróbica; balanço energético e, finalmente, respiração e exercício. O conteúdo programático foi desenvolvido conforme estratégias de ensino diferenciadas. O Quadro 1 abaixo resume essas estratégias.

<b>Conteúdo programático</b>	<b>Estratégias de ensino</b>
1- Desenvolvimento histórico do conceito de respiração 2-Aspectos gerais da respiração aeróbia 3- As etapas da respiração aeróbia 4- O balanço energético 5- Respiração e exercícios	- quadro e giz; retro-projetor; - anotações no caderno; -levantamento de concepções prévias dos alunos referentes a conceitos relacionados; - aulas dialogadas, visando estimular a argumentação dos alunos; - o professor deverá proporcionar situações favoráveis para a formação e a aprendizagem dos alunos, levantando questões para serem discutidas.

Quadro 1: Conteúdo programático  
Fonte: Dados da Pesquisa

A partir desse conteúdo programático, elaboramos uma unidade didática conforme os seguintes passos. Inicialmente, foi aplicado um pré-teste com o objetivo de se avaliar o conhecimento do aluno sobre respiração celular, levantando as dificuldades enfrentadas no aprendizado do conteúdo que faz parte do currículo do ensino médio e criar uma alternativa para ensinar biologia. Essa avaliação pode ajudar no desenvolvimento da segunda etapa da pesquisa. (Apêndice A)

O professor preparou a aula, usando recursos de multimídia. Os alunos tiveram contato com um texto que descreve a história da construção dos conceitos de respiração, demonstrando todo o desenvolvimento do processo e de suas relações com a atividade física, com o trabalho muscular, com o gasto energético e com a dieta alimentar. (Apêndice B).

Depois de aplicado o pré-teste e da aula dada pelo professor, foi proposta uma atividade com o envolvimento de toda a turma, que foi dividida em grupos, formados pelos próprios alunos, sem a interferência do professor, e, posteriormente, foi feito o sorteio da atividade atribuída a cada grupo. (Apêndice D)

. Solicitou-se aos alunos que produzissem um folheto que serviria para esclarecer as pessoas da importância de se realizar uma atividade física para o seu bem-estar, fazendo relações com o papel da respiração na produção de energia.

Essa atividade teve como objetivo estimular os alunos a fazer relações do conhecimento científico, tecnológico e as suas interferências na sociedade. Divulgar a importância da atividade física, quando praticada com conhecimento e orientação, e tomar conhecimento dos fatores negativos à saúde em função do sedentarismo e, finalmente, incentivar a pesquisa na *Web* como fonte de aprendizagem. O Quadro 2 abaixo resume a unidade didática

<b>Aula</b>	<b>Desenvolvimento</b>	<b>Objetivos</b>
1 <sup>a</sup>	Aplicação do pré-teste	Avaliar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o assunto proposto.
2 <sup>a</sup> e 3 <sup>a</sup>	Aula expositiva, utilizando recursos de multimídia, texto para leitura complementar sobre a respiração e o desenvolvimento histórico da construção do conceito. Foram feitas relações das etapas da respiração com a produção de energia para a manutenção de atividades físicas, dando ênfase para o trabalho muscular, para a ingestão de determinados alimentos e para o equilíbrio energético. Na parte final da aula, foi feita uma relação das atividades físicas com as questões sociais como o bem-estar e a prevenção e o aparecimento de doenças.	Fazer com que o aluno construa um conhecimento contextualizado da respiração, fazendo ligações dos pontos levantados, relacionados ao trabalho muscular, às atividades físicas e ao cotidiano dos indivíduos.
4 <sup>a</sup>	Foi proposta uma atividade com apresentação de um roteiro e sorteio dos temas para os grupos que foram formados democraticamente entre os alunos sem a interferência do professor, deixando que cada um trabalhe com o colega que se identifique melhor.	A atividade foi proposta com o objetivo de desenvolver a criatividade e as habilidades dos alunos com a finalidade de analisar o que foi aprendido e o que despertou maior interesse e curiosidade nos alunos
5 <sup>a</sup>	Aplicação do pós-teste, utilizando as mesmas perguntas do pré-teste.	Avaliar a eficácia da unidade didática quanto à sua capacidade de ampliar os conhecimentos dos alunos.

Quadro 2: Unidade didática

Fonte: Dados da Pesquisa

### 5.3 Análise da atividade proposta

A atividade proposta pelo professor seguiu um roteiro para orientar os alunos, distribuído em sala de aula, envolvendo trinta e quatro alunos, solicitando que fosse produzido um folder com informações, esclarecimentos e orientações para a realização de uma atividade física e dados sobre o papel da respiração na produção de energia para o corpo. Esses objetivos foram contemplados no produto da atividade com o conteúdo apresentado pelos alunos, que será analisado neste capítulo.

O professor considerou, para efeito de análise, as respostas do pré-teste e pós-teste, certas ou erradas, e não foi considerado nessa análise o número de respostas em branco e meio certas.

As questões do pré-teste deixam claro, nas respostas dadas, que muitos desconhecem o verdadeiro papel da respiração nos organismos, evidenciando mais as trocas gasosas como o verdadeiro papel do fenômeno.

A primeira e a segunda questões solicitavam aos alunos definir respiração, baseando-se nos seus conhecimentos e quais os principais objetivos da respiração. Apenas dois alunos responderam corretamente, relatando que, além das trocas gasosas, também a respiração era responsável pela produção de energia para a manutenção dos organismos vivos. Essas mesmas perguntas foram respondidas no pós-teste, depois da aula dada e da realização da atividade, e dezessete alunos responderam corretamente que a principal função da respiração é a produção de energia para o corpo e não somente para entrada de oxigênio e saída de gás carbônico.

A questão de número três perguntava se o processo de respiração ocorria em uma única etapa. As respostas demonstraram que os alunos, na grande maioria, tinham conhecimento de que o fenômeno se desenvolve gradativamente. Vinte e nove alunos responderam corretamente e três responderam errado. No pós-teste, o número de respostas corretas foi de trinta e quatro.

A questão de número quatro perguntava sobre a mudança de comportamento das pessoas em relação a condicionamento físico, a sedentarismo, a corpo esculptural, a musculação, a levantamento de peso e se os alunos achavam que esse comportamento fazia parte de um modismo ou uma preocupação com saúde. Houve um equilíbrio nas respostas dadas do pré-teste em relação ao pós-teste. A grande maioria respondeu que existe uma maior preocupação com o modismo.

A questão número cinco dizia respeito à frequência de inspiração e expiração quando corremos. No pré-teste, apenas quatro alunos responderam corretamente, contra vinte e cinco respostas corretas no pós-teste, que relataram a necessidade de uma maior oxigenação das células.

A questão número seis perguntava sobre qual seria a definição de exercício aeróbico. No pré-teste, não houve nenhuma resposta correta e no pós-teste dezenove alunos responderam corretamente que são atividades que envolvem gasto de energia pelo corpo.

Na questão sete, perguntávamos aos alunos se, ao ser realizado um movimento corporal produzido pelos músculos esqueléticos, há um aumento significativo de gasto energético e se esse fato estava relacionado à atividade física ou ao exercício físico. No pré-teste, apenas treze alunos responderam corretamente e, no pós-teste, vinte e nove alunos foram capazes de definir corretamente que o aumento do gasto energético estava diretamente relacionado à atividade física.

Foi possível avaliar, no pós-teste, o aprendizado do aluno em relação à aula dada e à atividade realizada, analisando as respostas dadas, quando relacionadas aos resultados do pré-teste. Os alunos conseguiram construir conceitos corretos além de desenvolverem um produto com criatividade e informações importantes, tornando o seu aprendizado mais significativo.

Ao analisar as respostas do pré-teste e do pós-teste, ficou evidente que os alunos melhoraram os seus conceitos e, conseqüentemente, houve um aumento no número de acertos, após a realização da atividade. Ficou claro, também, que não se restringiram apenas ao conteúdo programático proposto pela escola, que é a respiração, dando um maior destaque para as questões do cotidiano que, com certeza, despertam um maior interesse, incorporando a importância da questão sobre a atividade física que faz parte do seu mundo real.

Os alunos também produziram um *folder*, desenvolvendo os conteúdos propostos na atividade com eficiência e objetividade, colocando informações que ressaltam a importância de uma atividade física para o seu bem-estar social, com benefícios que interferem na aparência, no trabalho, no dia-a-dia e na saúde. Todas as questões citadas envolvem questões sociais, tecnológicas, comportamentais e comunitárias, contemplando as propostas do movimento CTS, promovendo, assim, inter-relações com o dia-a-dia dos indivíduos e, ainda, permitindo que a escola se abra para além dos seus limites.

Ao ser analisado o *folder*, fica evidente que os alunos conseguiram atingir os objetivos propostos, demonstrando, nos conteúdos apresentados, sua criatividade, como, por exemplo, na escolha da cor, na divisão do papel em três partes, dando destaque para a capa, no corpo do *folder* e no verso, chamando a atenção para “Elt Produções, por uma vida melhor”. O espírito

investigativo e questionador está dentro do conteúdo com dados que despertaram a curiosidade dos alunos ao descobrirem que o trabalho mental e o repouso consomem energia e que as habilidades que foram desempenhadas levaram a uma melhoria do seu conhecimento.

A formação da cidadania, preconizada no movimento CTS, tornando o aluno capaz de tomar decisões e agir com responsabilidade, começa a ser contemplada na proposta do *folder* de “colocar a vida no ritmo certo”.

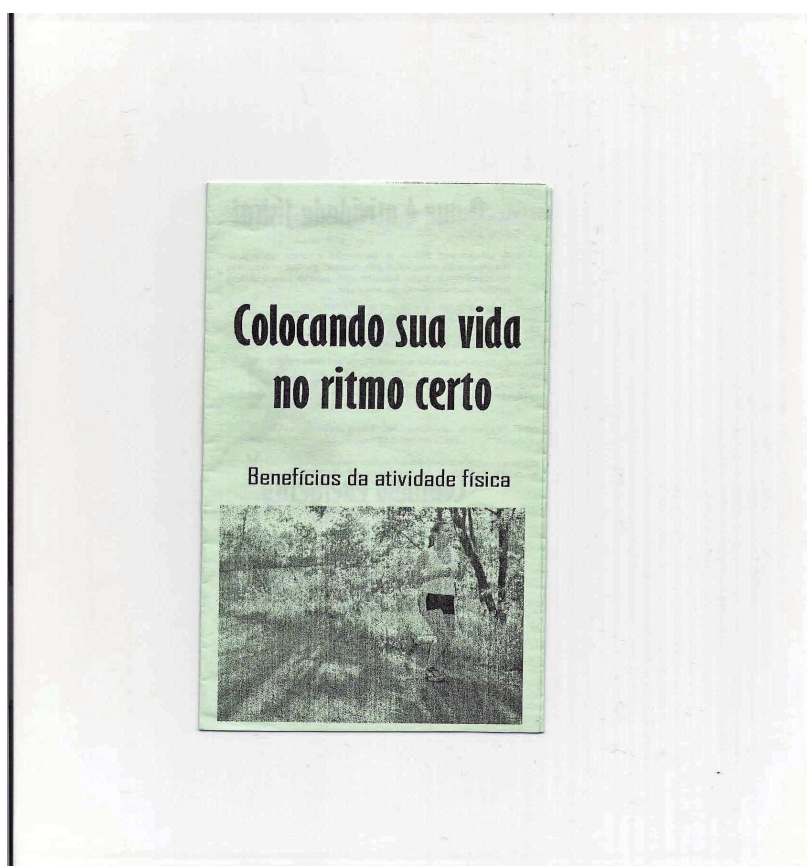


Figura 1: Capa do Folder  
Fonte: Produção dos alunos

Foi fundamental a pergunta sobre o que é atividade física com objetivos de definir cientificamente esse tipo de atividade com a finalidade de tornar a vida mais ativa.



Figura 2: Parte central do Folder

Fonte: Produção dos alunos

A produção do *folder* permitiu avaliar os conteúdos trabalhados, envolvendo conceitos científicos como, por exemplo, o que é atividade física. Viabilizou o conhecimento do desenvolvimento da tecnologia nos equipamentos de ginástica que são capazes de controlar a glicose, o colesterol e a pressão arterial. Ainda em relação ao desenvolvimento tecnológico, há referências quanto à existência de tênis adequados a cada tipo de atividade física. Permitiu acessar dados relativos aos alimentos, estipulando o valor energético de cada um. Socialmente, todas as questões levantadas proporcionaram a busca por uma vida mais ativa e com qualidade.

Analisando cada aspecto do *folder*, fica claramente demonstrado que os alunos alcançaram os objetivos para a construção do letramento científico, reconhecendo a linguagem científica e tecnológica do assunto proposto.

O letramento em ciência e tecnologia é um ponto central do movimento CTS, que não só desenvolve nos alunos uma linguagem científica e tecnológica, mas proporciona a utilização dessa linguagem em atividades sociais.

Todas essas questões estão diretamente relacionadas ao cotidiano das pessoas, como a influência da atividade física na aparência, melhorando a postura, o tônus muscular e ainda combatendo o excesso de peso e o acúmulo de gordura. A construção da tabela de consumo energético, levantando dados do dia-a-dia; no trabalho, fazendo relações com a produtividade e com a diminuição de doenças; no cotidiano, proporcionando uma maior disposição e; na saúde, aumentando a expectativa de vida.

O reconhecimento dos objetivos de uma atividade física, realizada com responsabilidade e conhecimento, possibilitou aos alunos desenvolver sua capacidade de tomar decisões e de agir no momento de escolher o que eles gostariam de fazer para usufruir de todos os benefícios de uma atividade física.

Os alunos foram capazes não só de entender os conteúdos específicos da ciência, como também compreender que os músculos ficam mais eficientes, que o coração trabalha de forma mais segura e eficiente, que o indivíduo se alimenta e dorme melhor, realizando, portanto, um metabolismo mais eficaz, e que proporciona uma melhora no seu sistema imunológico, conseqüentemente, prevenindo algumas doenças. Também souberam fazer relações da ciência, da tecnologia e da sociedade e como podem se influenciar mutuamente e ainda encontrar soluções para as questões do seu cotidiano. Essas questões foram contempladas no *folder* que divulga informações significativas do assunto desenvolvido, interferindo diretamente no cotidiano das pessoas, como maior disposição para tarefas cotidianas, melhoria na elasticidade e na flexibilidade do corpo e na auto-estima.

O desenvolvimento da tecnologia traz algumas vantagens, prejudicada pelos altos custos desses equipamentos, tornando-se inviável para a grande maioria da população. Outro ponto negativo destacado é que a sofisticação dos equipamentos, que são eletrônicos, acaba levando as pessoas ao sedentarismo, desenvolvendo, em alguns casos, a má postura. As análises feitas do conteúdo do *folder* concluem que houve um aprendizado significativo, permitindo que os alunos desenvolvessem as questões que estão inseridas nos campos social, tecnológico e científico.

Finalmente, a comunidade só tem a ganhar quando os resultados esperados estão relacionados ao aumento da produtividade, à menor incidência de doenças, ao maior índice de frequência no trabalho, diminuindo o estresse e a indisposição, permitindo que as pessoas tenham uma melhoria na sua capacidade para a realização de esforços físicos. Todos esses pontos levantados estão diretamente relacionados às propostas CTS de um ensino interdisciplinar.



Ainda dentro das definições de letramento científico, nas dicas propostas pelos alunos na última página do *folder*, eles conseguem utilizar os seus conhecimentos no cotidiano das pessoas, tornando-as mais bem informadas e, conseqüentemente, despertando maior interesse pelas ciências, no momento em que conseguem fazer relações com o seu dia-a-dia.

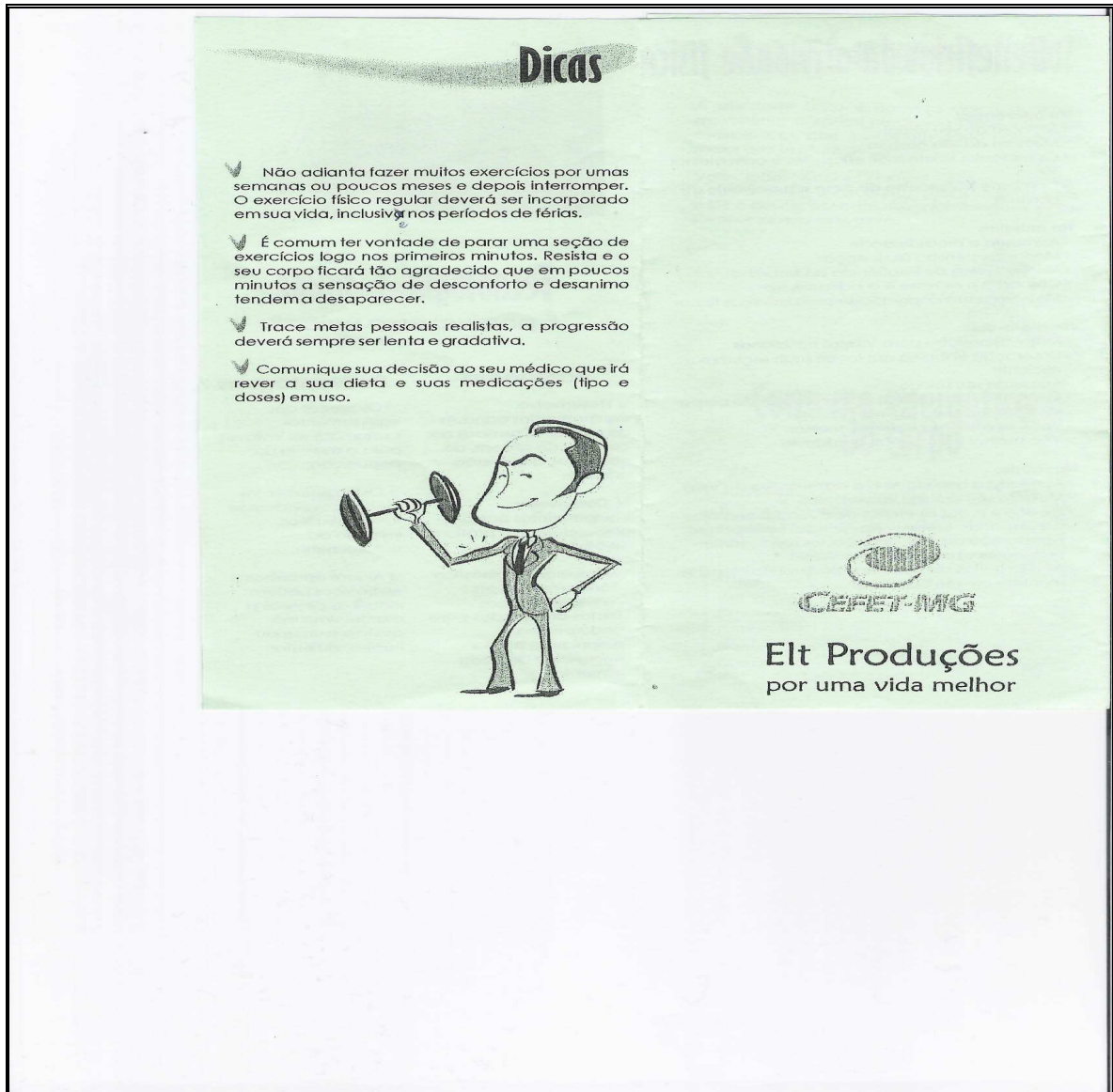


Figura 3: Verso do Folder  
Fonte: Produção dos alunos

Foi possível observar que os alunos, no produto da atividade proposta, seguiram essas relações que facilitaram a interpretação de mundo, as mudanças que ocorreram, as transformações e a interferência na maneira de pensar e se comportar. A construção do *site*

pelos alunos utilizou efeitos e movimentos que despertaram a curiosidade, desenvolveram sua criatividade, destacando a importância do assunto abordado com os conteúdos, atingindo os objetivos propostos e desenvolvendo um aprendizado, utilizando a tecnologia.

Ao analisar o conteúdo do *site*, podemos observar a utilização de cores fortes e o uso de tons, dando destaque a questões fundamentais como os benefícios da atividade física, o sedentarismo e a escolha de uma atividade física adequada. Destacam-se, também, relações da fisiologia como o aumento do conteúdo de oxigênio no sangue e da massa de eritrócitos e, conseqüentemente, o volume sanguíneo, ressaltando nesse ponto as questões ligadas à respiração.

O conteúdo do site, que os alunos copiaram da internet e que foi transcrito abaixo, demonstra o interesse desenvolvido pelos alunos e os objetivos que foram alcançados em aplicar tecnologias e efeitos visuais que foram desenvolvidos aplicando suas habilidades e criatividade.

Os alunos conseguiram dados importantes em relação aos benefícios que uma atividade física pode trazer para os indivíduos, destacando os efeitos antropométricos e neuromusculares, os efeitos metabólicos, os psicológicos, além de destacar, também, os benefícios que podem melhorar a aparência, interferir no trabalho e no cotidiano de cada um.

O *site* foi transcrito abaixo e os dados demonstram que houve interesse dos alunos em desenvolver o tema proposto.

#### Benefícios da Atividade Física na saúde

##### - **Efeitos antropométricos e neuromusculares:**

- . diminuição da gordura corporal
- . incremento da massa muscular
- . incremento da força muscular
- . incremento da densidade óssea
- . fortalecimento do tecido conetivo
- . incremento da flexibilidade

##### - **Efeitos metabólicos:**

- . aumento do volume sistólico
- . diminuição da frequência cardíaca em repouso e no trabalho submáximo
- . aumento da potência aeróbica (VO<sub>2</sub> máx.) 10-30%
- . aumento da ventilação pulmonar
- . diminuição da pressão arterial
- . melhora do perfil lipídico
- . melhora a sensibilidade à insulina

##### - **Efeitos psicológicos:**

- . melhora do auto-conceito
- . melhora da auto-estima
- . melhora da imagem corporal
- . diminuição do stress e da ansiedade
- . melhora da tensão muscular e da insônia

- . diminuição do consumo de medicamentos
- . melhora das funções cognitivas e da socialização

Com esses efeitos gerais do exercício, tem-se mostrado benéfico no controle, no tratamento e na prevenção de doenças como diabetes, enfermidade cardíaca, hipertensão, arteriosclerose, varizes, enfermidades respiratórias, artrose, artrite, dor crônica e desordens mentais ou psicológicos. (SAÚDE em Movimento, 2002).  
Outros benefícios das atividades físicas

**Na aparência:**

Melhora seu visual  
Melhora sua postura  
Os músculos ficam mais eficientes e com melhor tônus  
Combate o excesso de peso e o acúmulo de gordura

**No trabalho:**

Aumenta a produtividade  
Menor propensão às doenças  
Melhor índice de frequência no trabalho  
Combate o estresse e a indisposição  
Melhora sua capacidade para esforços físicos

**No dia- a- dia:**

Maior disposição para as tarefas cotidianas  
O coração trabalha de forma mais segura e eficiente  
Aumenta seu fôlego  
Melhor elasticidade e flexibilidade do corpo  
Melhora sua auto-estima  
Você se alimenta e dorme melhor Vive melhor e com mais qualidade. (SAÚDE em Movimento, 2002).

Os dados levantados no *site*, sobre as vantagens fisiológicas da atividade física, deixam claro que os alunos conseguiram fazer relações entre a respiração e a atividade física, destacando o aumento da circulação colateral, a melhora no tamanho dos vasos, a eficiência cardíaca e o retorno venoso para os pulmões, o que acaba por melhorar a quantidade de oxigênio no sangue. Esses dados comprovam que houve uma melhoria no aprendizado dos alunos e, conseqüentemente, um aumento no conhecimento científico do assunto.

Vantagens Fisiológicas da Atividade Física:

**Com a atividade física há um aumento da:**

Circulação colateral.  
Tamanho dos vasos (luz).  
Eficiência cardíaca.  
Retorno venoso.  
Conteúdo de oxigênio no sangue.  
Massa de eritrócitos e volume sangüíneo.  
Capacidade fibrinolítica.  
Melhora a função tireoideana.  
Produção de HGH (hormônio do crescimento).  
Tolerância ao estresse.

**Com a atividade física há uma diminuição da:**

Intolerância à glicose.

Níveis de lipídios.

Obesidade.

Pressão arterial sistêmica.

Frequência cardíaca.

Arritmia.

Ação neuro-hormonal exagerada.

Estresse psíquico.

Depressão isquêmica.

Produção crônica de catecolaminas.

Manifestação clínica para o mesmo esforço. (SAÚDE em Movimento, 2002).

Os alunos conseguem chamar a atenção para as questões do sedentarismo, quando perguntam objetivamente “o que é?”, caracterizando como um grande problema social e de saúde que afeta o mundo moderno, interferindo profundamente no cotidiano das pessoas, trazendo conseqüências, às vezes, irreversíveis para a vida dos indivíduos.

**O que é?**

Considerado como a doença do século, está associado ao comportamento cotidiano decorrente dos confortos da vida moderna. Definido também como a falta e/ou ausência e/ou diminuição de atividades físicas ou esportivas. Pessoas com poucas atividades físicas e que perdem poucas calorias durante a semana são consideradas Sedentárias ou com hábitos Sedentários.

**Conseqüências para a saúde**

Uma vida sedentária caracterizada pela ausência de atividades físicas pode provocar um processo de regressão funcional, perda de flexibilidade articular, além do comprometer o funcionamento de vários órgãos distinguindo-se, um fenômeno associado à hipotrofia de fibras musculares além de ser a principal causa do aumento da ocorrência de várias doenças, como a Hipertensão arterial, diabetes, obesidade, aumento do colesterol e infarto do miocárdio, e atuar direta ou indiretamente na causa de morte súbita.

A prática sistemática de atividade física demonstra evidências de melhora do perfil lipídico, diminuindo as taxas de colesterol total e aumentando as frações de HDL-Colesterol e, recentemente, novos trabalhos vêm apresentando evidências sobre o papel do exercício físico no combate da disfunção endotelial causador de patologias cardiovasculares.

As más notícias que além dos malefícios sobre o sistema cardiocirculatório, pesquisas têm associado o sedentarismo à evolução de outras patologias, como a maior probabilidade do desenvolvimento de colecistopatias e maior predisposição de alguns tipos de câncer como de endométrio, mama, cólon, pâncreas e rim, segundo levantamentos, têm maior incidência nos fisicamente inativos.

Quanto ao sistema endócrino, a diabetes tipo 2 na população mundial e a obesidade vêm progredido de forma contínua apesar dos esforços da comunidade médica, passando de um problema de saúde para uma questão governamental, associada aos custos financeiros e à perda da qualidade de vida da população, apesar de uma maior longevidade pela evolução da medicina e ao combate das doenças infecto-contagiosas. Os desgastes associados aos hábitos de vida e principalmente ao sedentarismo têm alertado as autoridades mundiais, a título de exemplo a obesidade nos Estados Unidos se tornou uma verdadeira epidemia.

E novas evidências também têm associado a falta da atividade física sistemática a alterações e maior predisposição de doenças cérebro-degenerativas, cientistas encontraram relação entre o sedentarismo e a piora cognitiva e aparecimento de demência. E recomendam aos pacientes de patologias como Parkinson, Alzheimer e esclerose múltipla a prática de atividade física dentro de suas condições de saúde, sendo o exercício um fator positivo em seu tratamento.

### **Abolindo o Sedentarismo**

Existem diversas sugestões para os indivíduos sedentários poderem adotar uma mudança de estilo de vida, de acordo com as possibilidades ou conveniências de cada um:

- A prática de atividades físicas, esportivas: caminhar, correr, pedalar, nadar, praticar ginástica, exercícios com pesos, jogar bola são propostas válidas para se combater o sedentarismo e melhorar sua qualidade de vida.
- É recomendada a consulta a um médico para a orientação das melhores atividades físicas já que não são recomendadas as mesmas atividades para todas as pessoas. São considerados problemas como hipertensão arterial, dores nas articulações (joelhos, calcanhares) e esforço físico excessivo de modo a não prejudicar a postura e a coluna vertebral.

Finalmente, os alunos fizeram uma relação da importância de se fazer uma atividade física na juventude, na velhice e durante a gestação, desde que seja realizada obedecendo a questões como a preferência, a aptidão e os critérios mínimos para que seja realizada com segurança e proporcionando um bem-estar social.

### **A escolha é feita individualmente, levando-se em conta os seguintes fatores:**

- Preferência pessoal: o benefício da atividade só é conseguido com a prática regular da mesma e a continuidade depende do prazer que a pessoa sente em realizá-la.

Assim, não adianta indicar uma atividade que a pessoa não se sinta bem praticando.

- Aptidão necessária: algumas atividades dependem de habilidades específicas. Para conseguir realizar atividades mais exigentes, a pessoa deve seguir um programa de condicionamento gradual, começando de atividades mais leves.
- Risco associado à atividade: alguns tipos de exercícios podem associar-se a alguns tipos de lesão em determinados indivíduos que já são predispostos.

#### **Atividade física em crianças e jovens**

Nesses grupos, além de ser importante na aquisição de habilidades psicomotoras, a atividade física é importante para o desenvolvimento intelectual, favorecendo um melhor desempenho escolar e também melhor convívio social. A prática regular de exercícios pode funcionar como uma via de escape para a energia "extra normal" das crianças, ou seja, sua hiperatividade.

#### **Atividade física em idosos**

A falta de aptidão física e a capacidade funcional pobre são umas das principais causas de baixa qualidade de vida nos idosos. Com o avanço da idade, há uma redução da capacidade cardiovascular, da massa muscular, da força e flexibilidade musculares, sendo que esses efeitos são exacerbados pela falta de exercício.

Está mais do que comprovado que os idosos obtêm benefícios da prática de atividade física regular tanto quanto os jovens. Ela promove mudanças corporais, melhora a auto-estima, a autoconfiança e a afetividade, aumentando a socialização.

Antes do início da prática de exercícios, o idoso deve passar por uma avaliação médica cuidadosa e realização de exames. Isso permitirá ao médico indicar a melhor atividade que pode incluir: caminhada, exercício em bicicleta ergométrica, natação, hidroginástica e musculação.

**Algumas recomendações são importantes e valem também para as outras faixas etárias:**

- Uso de roupas e calçados adequados.
- Ingestão de grandes quantidades de líquidos antes do exercício.
- Praticar atividades apenas quando estiver se sentindo bem.
- Iniciar as atividades lenta e gradualmente.
- Evitar cigarro e medicamentos para dormir.
- Alimentar-se até duas horas antes do exercício.
- Respeitar seus limites pessoais.
- Informar qualquer sintoma.

**Atividade física durante a gestação**

É necessário a todas as gestantes um trabalho corporal a cada trimestre da gestação, para facilitar a adequação às alterações que ocorrem nesse período. Uma melhor capacidade cardiorespiratória facilita a realização das atividades domésticas; uma melhoria das condições musculares e esqueléticas ajuda na adaptação às mudanças posturais e no trabalho de parto. Além disso, é de extrema importância a auto-estima, a convivência com outras gestantes e os sentimentos de segurança e de felicidade. Os exercícios de ginástica garantem fortalecimento muscular, protegendo assim as articulações e reduzindo o risco de lesões. Ajudam também na oxigenação, na circulação e no controle da respiração. Já os exercícios desenvolvidos na água favorecem o relaxamento corporal, reduzem as dores nas pernas e o inchaço dos pés e mãos. Antes do início dos exercícios, a gestante deve passar por consulta de pré-natal para ser avaliada pelo obstetra. Após a realização dos exames, ele poderá liberar ou não a prática de exercícios. As mulheres, que já praticavam atividade física e que nunca sofreram aborto espontâneo, podem continuar as atividades após adaptação para seu novo estado. Já aquelas sedentárias devem iniciar os exercícios após a décima segunda semana de gestação.

**As atividades físicas mais recomendadas às mulheres grávidas são:**

- Caminhada: é muito bom para a preparação para o parto, já que melhora a capacidade cardiorespiratória e favorece o encaixe do bebê na bacia da mãe. O ideal é caminhar 3 vezes por semana, cerca de 30 minutos.
- Natação: trabalha bastante a musculatura. Atenção: apenas algumas modalidades são liberadas durante a gestação.
- Hidroginástica: são os mais indicados para as gestantes!
- Alongamento: ajuda a manter a musculatura relaxada e o controle da respiração.

Para finalizar, devemos ressaltar que a prática de atividade física deve ser sempre indicada e acompanhada por profissional qualificado, incluindo médicos, fisioterapeutas e profissionais de educação física. Caso sinta algo diferente é mandatório informar ao responsável.

Outro ponto importante, que não deve ser esquecido, é a adoção de uma alimentação saudável, rica em frutas, legumes, verduras e fibras.

Prefira o consumo de carnes grelhadas ou preparadas com pouca gordura. Evite o consumo excessivo de doces, comidas congeladas e os famosos lanches "fast-foods". E lembre-se: beba muito líquido (de preferência água e sucos naturais).

A atividade física consiste em exercícios bem planejados e bem estruturados, realizados repetitivamente. Eles conferem benefícios aos praticantes e têm seus riscos minimizados através de orientação e controle adequados. Esses exercícios regulares aumentam a longevidade, melhoram o nível de energia, a disposição e a saúde de um modo geral. Afetam de maneira positiva o desempenho intelectual, o raciocínio, a velocidade de reação, o convívio social. O que isso quer dizer? Há uma melhora significativa da sua qualidade de vida!

O que precisamos ressaltar é o investimento contínuo no futuro, a partir do qual as pessoas devem buscar formas de se tornarem mais ativas no seu dia-a-dia, como subir escadas, sair para dançar, praticar atividades como jardinagem, lavagem do carro, passeios no parque.

A palavra de ordem é MOVIMENTO.

A produção do *site*, que foi uma sugestão dos próprios alunos que não queriam participar da elaboração do *folder*, trouxe grandes benefícios para a atividade proposta. Exploraram o seu espírito investigador, detalhando questões importantes para a prática constante de uma atividade física, destacando pontos positivos como, por exemplo, a redução nas taxas de colesterol e o combate a ações do organismo que podem desenvolver patologias cardiovasculares. Destacam, ainda, que o sedentarismo pode ocasionar uma maior predisposição a doenças cérebro- degenerativas como Parkinson, Alzheimer e esclerose múltipla, que aparecem sempre em destaque na mídia como doenças que preocupa os pesquisadores, sugerindo que a prática de uma atividade física, compatível com os pacientes, exerce um papel positivo no tratamento.

Ao analisar as respostas dadas no pós-teste, que perguntava como o aluno poderia definir respiração, baseado nos seus conhecimentos, ficou comprovado que, após a aula dada e a realização da atividade, os alunos conseguiram construir um conceito correto de respiração e a grande maioria respondeu que, além de realizar trocas gasosas, a respiração também era responsável pela produção de energia e pela manutenção da vida dos organismos, o que não foi constatado no pré-teste, em que responderam, na sua maioria, que a respiração era responsável pela entrada de oxigênio e saída de gás carbônico.

Todas as questões que envolveram definições tiveram significativa mudança do pré-teste para o pós-teste, conforme análise feita anteriormente. Os alunos conseguiram aplicar corretamente a palavra energia, que era o objetivo central da questão que perguntava quais os principais objetivos da respiração para os organismos, demonstrando que houve uma melhoria na construção do seu conhecimento.

O surpreendente foi nas sugestões para a realização de aulas de Biologia mais interessantes, proposta feita pelos alunos depois de aplicada a atividade. Foi quase uma unanimidade em solicitar que as aulas fossem mais dinâmicas, envolvendo assuntos do cotidiano dos alunos, que deixasse o livro de lado e ainda fossem utilizados recursos de multimídia, filmes, músicas, textos e atividades semelhantes à que foi realizada. Houve colocações muito pertinentes e bem humoradas dos alunos além de todas que já foram citadas como:

*“acho que a Biologia não pode ser dada de forma tão teórica, pois a vida vai além de um simples livro, quando vemos as coisas é mais fácil de aprender. Por isso, as aulas demonstrativas e visitas a ambientes naturais do que está sendo estudado é essencial para o aprendizado.”*

*“se pudéssemos tornar as aulas mais práticas, com exemplos visuais, laboratórios e*

*outros, com certeza, despertaria uma curiosidade muito maior do que quando estudamos apenas dentro da sala de aula com um livro na mão.”*

*“prova em dupla e trabalho em grupo.”*

*“mais vídeos e aulas relacionadas à curiosidade sobre os temas estudados.”*

*“uma dinâmica maior, parecida com este trabalho e não só nas aulas de Biologia, mas em todas as aulas. Excursões e práticas envolvendo a matéria.”*

*“ os trabalhos estão sendo super interessantes.”*

*“ não precisa mudar nada, está bom do jeito que está.”*

*“fazer mais vezes este tipo de trabalho, com uma apresentação de todos na sala, no final.”*

*“ relacionar mais a Biologia com o cotidiano.”*

*“ trocar a professora para uma gostosa.”*

As fotos abaixo mostram a turma Elt 1A do CEFET-MG, que produziu o *folder* e o *site*, durante uma atividade em sala de aula.



Figura 4: Elt 1A do CEFET-MG

Fonte: Foto de Beatriz ....





Figura 5: Elt 1A do CEFET-MG  
Fonte: Foto de Beatriz ....

Alba, Ana Luiza, Arturo, Bruno Faria, Camila, Celso, Danielle, Douglas Alvarenga, Douglas Carlos, Felipe, Fernando A., Fernando V., Filipe, Gabriel, Giovanna, Guilherme A., Guilherme J., Hugo, John K., Leandro P., Lucas B., Lucas R., Marcela, Marcus R., Marcus V., Marina, Mateus, Matheus, Michel, Nathan, Pedro H., Pedro H., Raissa, Rodolfo, Thales J., Thales S., Thales T., Vinicius e Lucas

No final de todos os trabalhos, o professor ofereceu um bolo com refrigerante e este momento proporcionou uma maior integração e aproximação do professor com os alunos que solicitaram que fosse dada uma seqüência desse trabalho na série seguinte.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os alunos conseguiram realizar um trabalho em grupo com a participação de todos na pesquisa e na construção de um produto, envolvendo todo o conhecimento científico que foi desenvolvido durante a atividade.

As análises feitas no pré-teste e no pós-teste, descritas anteriormente, e a construção do *folder* e do *site* permitiram avaliar que os conteúdos desenvolvidos envolveram conceitos científicos, fazendo relações das interferências que devem ocorrer na sociedade e, principalmente, no cotidiano dos indivíduos.

Além dessas análises, foi possível diagnosticar que os alunos não só entenderam os conteúdos específicos da ciência, mas também foram capazes de fazer relação entre ciência, tecnologia e sociedade, destacando suas inter-relações e construindo, a partir desses conhecimentos, esclarecimentos que podem interferir e encontrar soluções para seu cotidiano. Esses pontos foram fundamentais na construção de um letramento em ciência e tecnologia para o desenvolvimento de uma atividade CTS.

A produção do *folder* e do *site* traz informações que podem interferir diretamente no cotidiano das pessoas com esclarecimentos de informações significativas do assunto.

Os objetivos esperados foram contemplados no momento em que é analisado o produto da atividade proposta, deixando evidente que houve um aprendizado significativo, proporcionando aos alunos desenvolver questões que estão diretamente inseridas dentro de um contexto social, quando eles relacionam os benefícios que a atividade física exerce sobre a saúde das pessoas.

Os alunos conseguiram desenvolver, com a atividade proposta, a criatividade, o espírito investigador e questionador e ainda as habilidades capazes de interferir no seu cotidiano, como o desenvolvimento de um olhar crítico e aberto a reflexões que estimulam discussões, principalmente quando estão envolvidos em assuntos tão abrangentes adquiridos através de novos conhecimentos.

A sugestão de alguns alunos em produzir um *site* comprova o interesse de demonstrarem as suas habilidades que não podem ser desenvolvidas durante as tradicionais aulas expositivas, situações essas em que o professor, normalmente, adota uma postura autoritária.

Avaliando os testes aplicados antes e depois da atividade, pode-se constatar que houve uma melhora considerável nos conceitos dos alunos sobre o assunto, conseqüentemente, a

atividade proporcionou um aprendizado mais significativo.

Na construção do *folder* e do *site*, os alunos deram maior ênfase à questão sobre atividade física, que faz parte do seu cotidiano e da realidade do mundo atual. Em relação ao conteúdo relativo à respiração, eles conseguiram acrescentar, aos seus conteúdos, os conceitos corretos de respiração, comprovação feita por meio das análises das respostas dos testes aplicados antes e depois da atividade.

Ficou clara a importância de se realizar uma atividade que envolva toda a turma, dando oportunidades de desenvolver suas habilidades e demonstrando sua criatividade em um tema que faz parte da atualidade, explorando os conceitos para a construção de um produto que possa influenciar nas suas decisões cotidianas.

O mais importante foi que os alunos ainda fizeram sugestões para tornar as aulas de Biologia mais atraentes, como utilizar mais recursos de multimídia, aplicar atividades semelhantes com todos os conteúdos de difícil entendimento, quando apenas é utilizado o livro didático, fazer sempre relações com seu cotidiano, o que com certeza despertará maior interesse por parte dos alunos.

O desenvolvimento deste trabalho levanta questões sobre como nós trabalhamos e ainda nos leva a refletir a necessidade de se propor mudanças na nossa maneira de ensinar, na certeza de melhorar o que fazemos para ter um retorno mais significativo e, conseqüentemente, fazer do nosso trabalho algo mais prazeroso.

## REFERÊNCIAS

ALBERTS, Bruce. **Fundamentos da Biologia Celular: uma introdução à biologia molecular da célula**. São Paulo, Artmed, 2002.

ALVES, Paulo R. Pereira; SOUSA, Demuthey Rodrigues; SILVA, Henrique César. **Poluição Sonora na física do ensino médio numa abordagem CTS**. 2005. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/XVI/cd/resumos/T0069-2.pdf>> Acesso em: 15 abr. 2007.

AULER, Décio. **Alfabetização científico-tecnológica: um novo “paradigma”?**.2003. Disponível em: <<http://www.ige.unicamp.br/gapi/Auler.pdf>> Acesso em: 13 mar. 2007.

AULER, Décio; BAZZO, Walter Antonio. **Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro**. 2001. Disponível em: <<http://www2.ufpa.br/ensinofts/artigo4/CTSbrasil.pdf>> Acesso em: 15 fev. 2007.

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. **Ciência - Tecnologia - Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências**. 2006. Disponível em: <<http://www.ige.unicamp.br/gapi/Auler%20Delizoicov%202.pdf>>. Acesso em: 8 set. 2007.

BERNARDO, José Roberto R.; VIANNA, Deise Miranda. **Acendendo a Luz**. 2005. Disponível em: <<http://www.sbf.1.sbfisica.org.br/eventos/snef/XVI/cd/resumos/T0200-2.pdf>> Acesso em: 13 mar. 2007.

BRASIL. Ministério da Educação, PCN +Ensino Médio- Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciência da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2000.

COUTO, Manuel. **Nós e o Universo usando uma metodologia numa perspectiva CTS: um estudo de caso**. 1980. Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/dspace/handle/1822/2609>> Acesso em: 19 out. 2007.

FREITAS, Denise de; SOUZA, Marcos Lopes. **CTS no ensino de biologia: uma aplicação por meio da abordagem do cotidiano**. 2004. Disponível em: <[http://www.ufscar.br/ciecultura/denise/evento\\_2.pdf](http://www.ufscar.br/ciecultura/denise/evento_2.pdf)> Acesso em: 19 nov. 2007.

FREITAS, Denise, BRITO, Luísa D. **A disciplina biologia aplicada: um estudo sobre a sua construção e as relações CTS**. 2004. Disponível em: <[http://www.ufscar.br/ciecultura/denise/evento\\_4.pdf](http://www.ufscar.br/ciecultura/denise/evento_4.pdf)> Acesso em: 19 nov. 2007.

GIORDAN, André; RAICHWARG, Daniel. **Conceptos de Biología 1 La respiración. Los micróbios. El ecosistema. La neurona.** Madri Barcelona: Labor MEC, 1988.

GOLDBERG, Stephen. **Descomplicando... Fisiologia.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.  
 KRUGER, Verno; NUNES, Sérgio L.Pereira. **Um projeto educativo referenciado pelo MIE e um enfoque CTS.** 1997. Disponível em: <<http://ensino.univates.br/~4liberoamericano/trabalhos/trabalho013.pdf>> Acesso em: 20 mar.2007.

LEHNINGER, Albert L. **Princípios de Bioquímica.** São Paulo: Sarvei Editora de Livros Médicos, 1995.

LINSINGEN, Irlan Von. **CTS na educação tecnológica: tensões e desafios.** 2006. Disponível em: <<http://www.oci.es/memoriasCTsi/mesa4/m04p18.pdf>> Acesso em:10 out. 2007.

LINSINGEN, Irlan Von **O Enfoque CTS e a Educação Tecnológica: origens, razões e convergências curriculares.s/d** Disponível em: <<http://www.nepet.ufsc.br/Artigos/TEXto/CTS%20e%20Educa%20TEC.Pdf>> Acesso em: 13 mar.2007.

LUÍS, Noémia Maria lourenço. **Concepções dos alunos sobre respiração e sistema respiratório.** 2004. 155p Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade do Minho.

MACEDO, Maria; MESTRE, Norberto; FONSECA, Jesuína; SANCHES, Juliana; MORAIS, Maria José; BELO, Marta. **Uma experiência interdisciplinar entre a Biologia e a Física numa perspectiva CTS - III Seminário Ibérico CTS no Ensino de Ciências – Universidade de Aveiro, 2004. p:429.**

MARTINS, Isabel P. **Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português.** 2002. Disponível em: <<http://saum.uvigo.esc/reec/volumenes/volumen1/numero1/art2.pdf>> Acesso em: 8 out. 2007.

MARTINS, Isabel; PAIXÃO, Fátima; VIEIRA, Rui; CAAMAÑO, Aureli; MEMBIELA, Pedro. **Perspectivas Ciência-Tecnologia-Sociedade na inovação da educação em ciência.** Disponível em: <[http://www.apac-eureka.org/revista/volume1/numero\\_1\\_3/rese%F1a\\_7bis.pdf](http://www.apac-eureka.org/revista/volume1/numero_1_3/rese%F1a_7bis.pdf)> Acesso em: 19 out. 2007.

MARTINS.Isabel P. **Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português.** Disponível em: <[http://saum.uvigo.esc/reec/volumenes/volumen1/Numero\\_1/Art2.pdf](http://saum.uvigo.esc/reec/volumenes/volumen1/Numero_1/Art2.pdf)> Acesso em: 15

set.2007.

MATSUURA, Cristiane; MEIRELLES, Cláudia M.; GOMES, Paulo Sérgio C. **Gasto energético e consumo de oxigênio pós-exercício contra-resistência.** 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_artes&pid=S1415-527...](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_artes&pid=S1415-527...)> Acesso em: 10 out. 2007.

McARDLE, Willian; KATCH, Frank I.; KATCH, Victos L. **Fisiologia do Exercício.** 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.

MUENCHEN, Cristiane et al. **Enfoque CTS:** configurações curriculares sensíveis à temas contemporâneos. 2005. Disponível em: <serviços.capes.gov.br/arquivos/avaliação/estudos> Acesso em: 12 ago.2006.

MUNIZ, Elaine et al. **O movimento CTS aplicado ao Ensino de Química.** Disponível em: <<http://sec.s bq.org.br/edrom/30ra/resumos/T1375-1pdf>.> Acesso em: 13 mar. 2007.

RAICHVARG, Giordan et al. **Conceptos de Biología 1 - La respiración. Los micróbios.El ecosistema.** 1998.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; SILVEIRA, Rosemari M.C. Foggiatto; BAZZO, Walter Antonio. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: A relevância do Enfoque CTS para o Contexto do Ensino Médio.** 2007. Disponível em <[www2.fc.unesp.br/cienciaeducacao/include/getdoc.php?id=933&artucle=341&mode=pdf](http://www2.fc.unesp.br/cienciaeducacao/include/getdoc.php?id=933&artucle=341&mode=pdf)> Acesso em: 03 fev. 2008.

PORTO, C. C. et al. O sistema circulatório de Galeno e Rigatto. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia.* São Paulo, v.56, n.1,p. 43-50, 1991. Disponível em: <<http://www.arquivosonline.com.br/pesquisartigos/1991/V56N1/56010007.pdf>.> Acesso em: set. 2007.

RICARDO, Elio C.; CUSTÓDIO, José F.; JUNIOR, Mikael F. R. **A tecnologia como referência dos saberes escolares:** perspectivas teóricas e concepções dos professores.2007, Disponível em: <[http:// www.scielo.br/scielo.phg?script=sci\\_arttex&pid=S0102-474](http://www.scielo.br/scielo.phg?script=sci_arttex&pid=S0102-474)> Acesso em: 19 nov. 2007

SANTOS, Maria Eduarda Vaz Moniz. **Desafios Pedagógicos para o Século XXI.** Lisboa: Livros Horizonte, LDA, 1999. 275p.

SANTOS, Wildson L.P.; MORTIMER, Eduardo Fleury. **Uma análise de pressupostos**

**teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira.** 2002. Disponível em: <<http://www.cultura.ufpa.br/ensinofts/artigos2/Wildsoneduardo.pdr>> Acesso em: 8 out.2007.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira. **Aspectos sócio: científicos em aulas de química.** 2002 336p. Tese (Doutorado)- Universidade Federal de Minas Gerais.

SANTOS, Wildson, L.P.; MORTIMER, Eduardo Fleury. **Tomada de Decisão para ação social responsável no ensino de Ciências.** 2001. Disponível em: <<http://www.inep.gov.br/pesquisa/bbe-online/det.asp?cad=52075 &type =P.>> Acesso em: 8 set. 2007.

SAÚDE em Movimento. **Benefícios da Atividade Física - Na saúde. 2002. Disponível em:** < [http://www.saudeemmovimento.com.br/conteudos/conteudo\\_exibe1.asp?cod\\_noticia=643](http://www.saudeemmovimento.com.br/conteudos/conteudo_exibe1.asp?cod_noticia=643)> Acesso em :03 fev. 2008;

SILVA, Márcio José S.; CRUZ, Sônia Maria S.C. de Souza. **A inserção do enfoque CTS através de Revistas de Divulgação Científica.** 2004. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/ipef/IX/atas/comunicções/co61-2.pdf>.> Acesso em: 13 mar.2007.

SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto; BAZZO, Walter Antonio. **Ciência e Tecnologia: transformando o homem e sua relação com o mundo. 2006.** Disponível em: < [http://www.pg.cefetpr.br/ppgep/revista/revista\\_2006/pdf/vol2nr2art4.pdf](http://www.pg.cefetpr.br/ppgep/revista/revista_2006/pdf/vol2nr2art4.pdf).>Acesso em: 20 abr. 2007.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. **Benefícios da Atividade Física - Quanto a duração dos efeitos fisiológicos.** s/d. Disponível em: <[www.saudeemmovimento.com.br/conteudos/conteudos\\_exibe1.asp?cod\\_noticia=664](http://www.saudeemmovimento.com.br/conteudos/conteudos_exibe1.asp?cod_noticia=664)> Acesso em: 04 fev. 2008.

TEIXEIRA, Paulo M.M. **A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico - crítica e do movimento C.T.S no ensino de ciências.** 2003. Disponível em: <<http://bve,cibic.inep.gov.br/pesquisa/bbe-online/det-asp?cod=5763&type=P>> Acesso em: 13 mar.2007.

TEIXEIRA, Paulo M.M. **Educação Científica e movimento CTS no quadro das tendências pedagógicas no Brasil.** s/d. Disponível em: <<http://www2.ufpa.br/ensinofts/artigos2/v3n1a7.pdf>> Acesso em 13 mar. 2007.

VIEIRA,Rui; MARTINS, Isabel. **Práticas de professores do ensino básico orientadas**

**numa perspectiva CTS - PC: impacte de um programa de formação.** s/d. Disponível em: <http://webs.uvigo.es/educacion.editora/volumesnes/Libro%201/C11%20Vieira%20%20Martins.pdf>.> Acesso em 19 out. 2007.



## **APÊNDICE**

**APÊNDICE A: PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE**

ESCOLA: \_\_\_\_\_

ENDEREÇO: \_\_\_\_\_

TURMA: \_\_\_\_\_ IDADE: \_\_\_\_\_ SEXO: F( ) M( )

- 1) Como você definiria respiração, baseado nos seus conhecimentos?
- 2) Quais seriam os principais objetivos da respiração para os organismos em geral?
- 3) Respiração é um fenômeno que acontece num único momento ou ele ocorre gradativamente?
- 4) Atualmente, fala-se muito em condicionamento físico, sedentarismo, corpo escultural, musculação, levantamento de peso, enfim, está ocorrendo uma grande mudança no comportamento das pessoas. Você acredita que é modismo ou uma preocupação com a saúde?
- 5) Quando corremos, a frequência de inspiração e expiração aumenta. Por que isso acontece?
- 6) O que é “exercício aeróbico”?
- 7) Quando você está realizando um movimento corporal, produzido pelos músculos esqueléticos, há um aumento significativo de gasto energético. Podemos atribuir esse fato à atividade física ou ao exercício físico?
- 8) Que sugestões você daria para tornar as aulas de biologia mais atraentes para você?

## APÊNDICE B: A BREVE HISTÓRIA DA RESPIRAÇÃO

(Texto adaptado do livro *Conceptos de Biología 1 - La respiración. Los micróbios. El ecosistema. La neurona*. André Giordan - Daniel Raichvarg - Jean - Raul Gagliardi - Ana Maria Canay, 1998). Madri Barcelona, Labor MEC, 1988.

A respiração é um fenômeno que está relacionado com a vida desde o nascimento até a morte. Ao estudar o processo da respiração, surgiram diversos questionamentos como, por exemplo, as relações entre os pulmões e os mamíferos; as brânquias e os peixes; as traquéias e os traqueobrânquias e outros sistemas dos insetos assim como a relação da respiração do paramecium e de uma planta. Como esses organismos respiram? Essa foi uma questão que durante muito tempo ficou sem resposta.

Em relação aos animais, nos anos 570- 500 AC, alguns filósofos afirmavam que o ar era fundamental para manutenção da vida animal e sempre ficou claro que existia uma relação do sistema respiratório com a vida e que a sua interrupção levaria à morte.

Lavoisier, Laplace e Seguín foram estudiosos que, no final do século XVIII, não tinham conseguido explicar de que maneira era realizada a fisiologia da respiração. Hoje, se reconhece que a respiração exerce um papel fundamental e básico para as relações existentes entre os sistemas, como por exemplo, a respiração mitocondrial com os seus mecanismos desvendados há apenas cinquenta anos, envolvendo trabalhos sobre as enzimas respiratórias e o ciclo de Krebs, deixando ainda muitos questionamentos sem respostas.

A respiração pode envolver um verdadeiro emaranhado de palavras que estão intimamente relacionadas com as sensações afetivas, as emoções e as relações do homem. Baseando-se nessas relações que, na Antiguidade, já se fazia uma relação de respiração com a vida, respiração e alma, respiração e sensações, propondo a partir desses pensamentos a construção de um pensamento biológico. Isso permitiu ao longo da história uma evolução das idéias.

A respiração aparece desde os primeiros textos, como algo ligado à vida e principalmente à consciência. O seu papel fisiológico não era conhecido anteriormente a “*De respiratione*” de Aristóteles.

As idéias de Aristóteles e Galeno foram dominantes até o século XVII, mas existiam outros estudiosos que faziam referências à ciência numa época em que história e filosofia estavam relacionadas a lendas e os poemas eram mais ligados aos mitos do que a ciência. Mas mesmo baseados em lendas e mitos, os poemas mostravam a respiração como uma

necessidade para a vida e para a consciência, ligando o fôlego com o sangue compondo, assim, uma dupla fonte de vida.

A respiração é que sustenta a vida biológica e o espírito. Empédocles foi um dos primeiros a fazer relação de órgãos e suas funções, com a idéia de pneuma, elemento vital contido no ar, fazendo uma relação entre o ar e a evaporação do sangue.

Segundo Platón, para satisfazer as necessidades nutritivas do corpo, o ar possuía partículas nutritivas que funcionavam como suporte para o processo fisiológico com o objetivo de fazer o corpo funcionar.

Aristóteles, no seu tratado *De respiratione*, considerava todas essas idéias, com exceção dos escritos Hipocráticos, para propor o seu modelo. Sua idéia era muito clara, considerando a respiração como um fenômeno com funções estritamente fisiológicas. A partir disso, ele desvincula totalmente a respiração das sensações, da alma, afirmando ser um fenômeno diretamente relacionado apenas ao mecanismo de refrigeração do calor interno.

Foi a partir do século XVI, com o início do desenvolvimento da anatomia nas escolas italianas que começaram a se fazer diversas análises baseadas em polêmicas, como o reconhecimento dos alvéolos, as relações entre a traquéia e os brônquios, o caminho das veias, artérias e arteríolas, capilares e as relações entre as artérias e as veias.

O resultado de tantas discussões foi a produção de diversos trabalhos onde se observava que a respiração estaria diretamente envolvida com os pulmões, demonstrando a função mecânica dos pulmões diretamente relacionada ao coração. Isso determinou uma intensa evolução nos trabalhos sobre a respiração pulmonar.

Os pulmões foram observados e descritos no plano morfológico, demonstrando suas relações com o coração o que acabaria sendo considerado como sistema circulatório.

Inicia-se uma série de estudos a respeito do coração, das suas camadas como o pericárdio, começando a ser observados os seus movimentos de contração e de repouso.

Harvey, dando continuidade ao seu trabalho, conclui também que todas essas ligações iam para a extremidade dos membros, que quando o sangue chegava nos membros os mesmos esquentavam. Era possível perceber as pulsações e, caso fosse interrompida essa circulação, logo o membro esfriava e acabava dando gangrena.

Mayow afirmava que eram conduzidas pelo sangue partículas que se encontravam no ar que acabavam se misturando às partículas do corpo, provocando a fermentação que era então responsável pela troca de calor. Essas partículas eram utilizadas pelo corpo o que explicaria o bom trabalho dos músculos. Durante todo o processo circulatório, essas partículas iam desaparecendo e era necessário outro movimento circulatório até os pulmões para o

restabelecimento do sangue.

Pode-se concluir que, a respiração como a combustão, é o ar atmosférico que possui o oxigênio e o calor, propondo que é a respiração que sustenta a vida animal, o sangue e os combustíveis: os animais não recuperam através dos alimentos o que eles perdem durante a respiração.

Os questionamentos continuam a existir em função de se conhecer o verdadeiro papel da respiração a respeito da produção de calor pelo corpo.

Mas foi Laplace que levantou a hipótese de que a respiração não se limitava à combustão do carbono, mas também a combustão de uma parte do hidrogênio que se encontrava no sangue, em função de que o processo da respiração não produz somente gás carbônico mas também água, o que acabou sendo confirmado pelos estudos de Seguí, em 1794, quinze anos depois de Lavoisier levantar algumas questões a respeito da respiração que, juntamente com o seu grupo de estudos, deu início a um processo de amadurecimento de idéias sobre a respiração.

Essas idéias completavam o pensamento de trocas gasosas, voltadas principalmente pela entrada de oxigênio através do ar que respiramos e a saída de uma substância que, segundo Stahl idealizou na sua teoria flogística no início do século XVIII, todas as substâncias, que se queimam, têm na sua constituição um elemento comum, o flogisto, verdadeiro fogo latente, que se desprende durante a combustão. Surge então, uma idéia nova, de que o carbono sofre combustão lenta igual ao hidrogênio com a finalidade de compensar as perdas ocorridas durante o processo da respiração.

Lavoisier, que recorreu aos pensamentos antigos para formular o seu a respeito da energia biológica, chegou à seguinte conclusão para a manutenção da máquina animal em funcionamento: que a respiração consumia hidrogênio e carbono para formar calor; a transpiração regula o aumento ou a diminuição da quantidade de calor que o corpo necessita e, finalmente, a digestão supre as necessidades do sangue em consequência das perdas ocorridas durante a respiração.

Muitas foram as dúvidas ao longo da história de onde ocorria a respiração, mas acabou por ser fixada em idéias atuais de que ocorre nas membranas mitocondriais. Durante muito tempo, a pergunta mais freqüente era da localização dos pulmões e do coração. Para Lavoisier e Seguí, o centro da respiração era os pulmões onde ocorria uma combustão e, conseqüentemente, a produção de calor. Por um acaso durante esse processo, o oxigênio se combinava com o sangue formando, a partir daí, sangue vermelho.

Lagrange diz que se o calor produzido nos pulmões é distribuído pelo organismo,

haveria um aumento de temperatura o que poderia provocar uma destruição do organismo. Ele preferiu acreditar que o calor produzido em todas as partes do corpo é em consequência da circulação do sangue.

Lagrange (1795) e Fociloon (1837) fizeram várias pesquisas a respeito do processo de respiração e levantaram muitas questões importantes em trabalhos relacionados ao assunto e acabaram por sugerir que a respiração ocorria nos pulmões e também nos tecidos. A idéia de que a respiração era um fenômeno exclusivo dos animais pulmonares permaneceu durante muitos anos.

Foi Liebig um dos primeiros que fez a sugestão da existência de glóbulos vermelhos no sangue compostos por ferro com a capacidade de combinar com o oxigênio e que esses glóbulos perdem o ferro ao passar pelos capilares, tornando-se pobres em oxigênio.

Foram então solucionados alguns problemas, mas começaram a surgir outros em função das descobertas realizadas. Uma delas foi fazer a relação das reações químicas com o processo da respiração, envolvendo várias reações em função da presença do oxigênio e da importância vital das proteínas que funcionavam como catalisadores dos fenômenos respiratórios.

Em 1920, deu-se início a uma nova etapa na construção dos conhecimentos a respeito do funcionamento do processo da respiração: a participação das células numa seqüência de reações catalisadoras que acabam proporcionando a produção de trabalho e calor a partir do oxigênio que é transportado pela hemoglobina e libera gás carbônico. Naquela época, ainda não eram conhecidos todos os produtos químicos que participavam dessas reações.

Rigatto, em 1984, publicou um trabalho afirmando que, na fisiologia dos organismos, o papel fundamental do sistema circulatório é dar suporte à respiração celular. Acabou por considerar que o coração é uma cavidade que sofre mudanças constantes de volume e que possui estruturas especiais, as válvulas, que têm a função de orientar qual a direção do sangue. O sistema circulatório evoluiu com objetivo claro de tornar a distribuição do oxigênio pelo corpo da maneira eficiente. Baseado nessa teoria, ficou claro que o tamanho do animal está diretamente proporcional à necessidade circulatória. (PORTO, 1991, p. 43-50)

Ainda dentro das concepções de Rigatto, na qual ele definiu a existência de seis corações, cada um envolvido com uma função fisiológica, concluiu-se que alterações que ocorrem no corpo, durante uma atividade física, estão diretamente relacionadas ao seu conceito do coração periférico. Nele, ele afirma que um exercício físico, que demanda mais ação do diafragma e das contrações da musculatura abdominal, proporciona um maior retorno venoso, fazendo com que o “coração pulmonar”, que é constituído pelo circuito “vascular

pulmonar”, seja mais eficiente. Cria-se então uma maior pressão mínima, maior retorno venoso e compressão do conteúdo pulmonar, enviando, assim, uma quantidade maior de sangue para o “coração ventricular esquerdo”, o “coração arterial”, em função de um aumento da vaso-dilatação durante a atividade física, facilitando, portanto, o trabalho do coração ventricular. (PORTO, 1991, p. 43-50)

A prática constante de uma atividade física acaba por proporcionar uma melhora no condicionamento físico, elevando o peso dos corações e melhorando a eficiência do trabalho dos corações pulmonares, abdominal, arterial e periférico. Essa melhora explica como é eficiente para os cardiopatas melhorar o seu treinamento físico o que provocará uma maior participação dos corações e, conseqüentemente, melhorar a respiração celular. (PORTO, 1991, p. 43-50)

Medir o fluxo sanguíneo nos diversos segmentos vasculares, do volume sanguíneo das variações de massas musculares em repouso ou em movimento, além de outros dados, acabará por criar modelos matemáticos, assim como Harvey fez em 1628, mas, atualmente, estão disponíveis modelos de computação capazes de medir essas relações que antes não eram possíveis de serem medidas. (PORTO, 1991, p. 43-50)

Finalmente, Lavoisier, Laplace e Seguin propõem a idéia da respiração como sendo um fenômeno que envolve conhecimento fisicoquímico e que a idéia de calor exige reação de termodinâmica. Esse foi um modelo bem aceito na época.

De uma maneira geral, esses foram os conhecimentos da época que acabaram por concluir a existência de uma série de reações sucessivas, que exigiam a presença de catalisadores, onde havia o desprendimento de energia. Essa energia acabava sendo recuperada através das substâncias ricas em energia.)

## REFERÊNCIAS

GIORDAN, A.; Raichvarg, D.; GAGLIARDI, R.; CANAY, A. **Conceptos de Biologia** 1. Madri Barcelona, Labor MEC, 1988.

PORTO, C. C. et al. **O sistema circulatório de Galeno e Rigatto**. Arquivos Brasileiros de Cardiologia. São Paulo, v.56, n.1, p. 43-50, 1991. Disponível em: <<http://www.arquivosonline.com.br/pesquisartigos/1991/V56N1/56010007.pdf>> Acesso em: set. 2007.

## APÊNDICE C: FASES DA RESPIRAÇÃO CELULAR

### 1- Fases da respiração celular

No fenômeno da respiração celular para obtenção de energia, e assim manter os organismos vivos, existe uma seqüência de reações onde as moléculas de alimentos serão parcialmente oxidadas, tendo como produto o ATP e as moléculas ativadas que serão utilizadas na produção de energia nas mitocôndrias. (ALBERTS, 2002, p. 111)

Os seres humanos, ao realizarem o processo da respiração celular, liberam energia utilizada como combustível do trabalho biológico nos organismos, trabalho esse que poderá ser um trabalho mecânico de uma ação muscular; químico, envolvendo a síntese de moléculas celulares e o transporte de líquidos intra e extracelulares. (McARDLE, 1998, p. 88)

Proteínas, lipídios e polissacarídeos que fazem parte da composição da maioria dos alimentos que ingerimos precisam ser quebrados em moléculas menores para serem, posteriormente, utilizados pelas células. Todo esse processo envolve os alimentos que vêm do meio externo. O primeiro momento em que ocorre esse desdobramento é na digestão, realizada nos intestinos, fora das células ou dentro das organelas presentes no interior das células, como os lisossomos. Essa quebra de alimentos em moléculas menores, como proteínas em aminoácidos, polissacarídeos em açúcares e gorduras em ácidos graxos e glicerol, só é possível sob a ação de enzimas. (ALBERTS, 2002, p. 111)

#### 1.1- Glicólise

Uma molécula de glicose, ao entrar numa célula como fonte de energia, precisa passar por uma série de reações que em grupo são conhecidas como glicólise. É uma etapa do processo de respiração celular que ocorre no citoplasma da célula, externamente à mitocôndria. Na evolução, a glicólise é considerada uma fase muito primitiva de transferência de energia, mas se apresenta bem desenvolvida nos anfíbios, nos peixes, nos répteis e nos mamíferos que mergulham. (McARDLE, 1998, p. 104)

Todo o processo da quebra das moléculas é realizado em fases, em que o objetivo final é a produção de ATP, que será utilizado nas reações celulares e em outros fenômenos onde há consumo de energia. (ALBERTS, 2002, p. 112)



Num primeiro momento da reação, o ATP exerce a função de doador de fosfato para transformar a glicose em glicose 6-fosfato. Essa reação tem a finalidade de prender a molécula de glicose nas células. Nas células hepáticas e também nas renais, existe a enzima fosfatase que retira o fosfato da glicose 6-fosfato, facilitando a sua saída da célula, sendo levada para todo o corpo. O produto final dessa reação é a formação do glicogênio que, como a glicose, ficará armazenado. (McARDLE, 1998, p. 104)

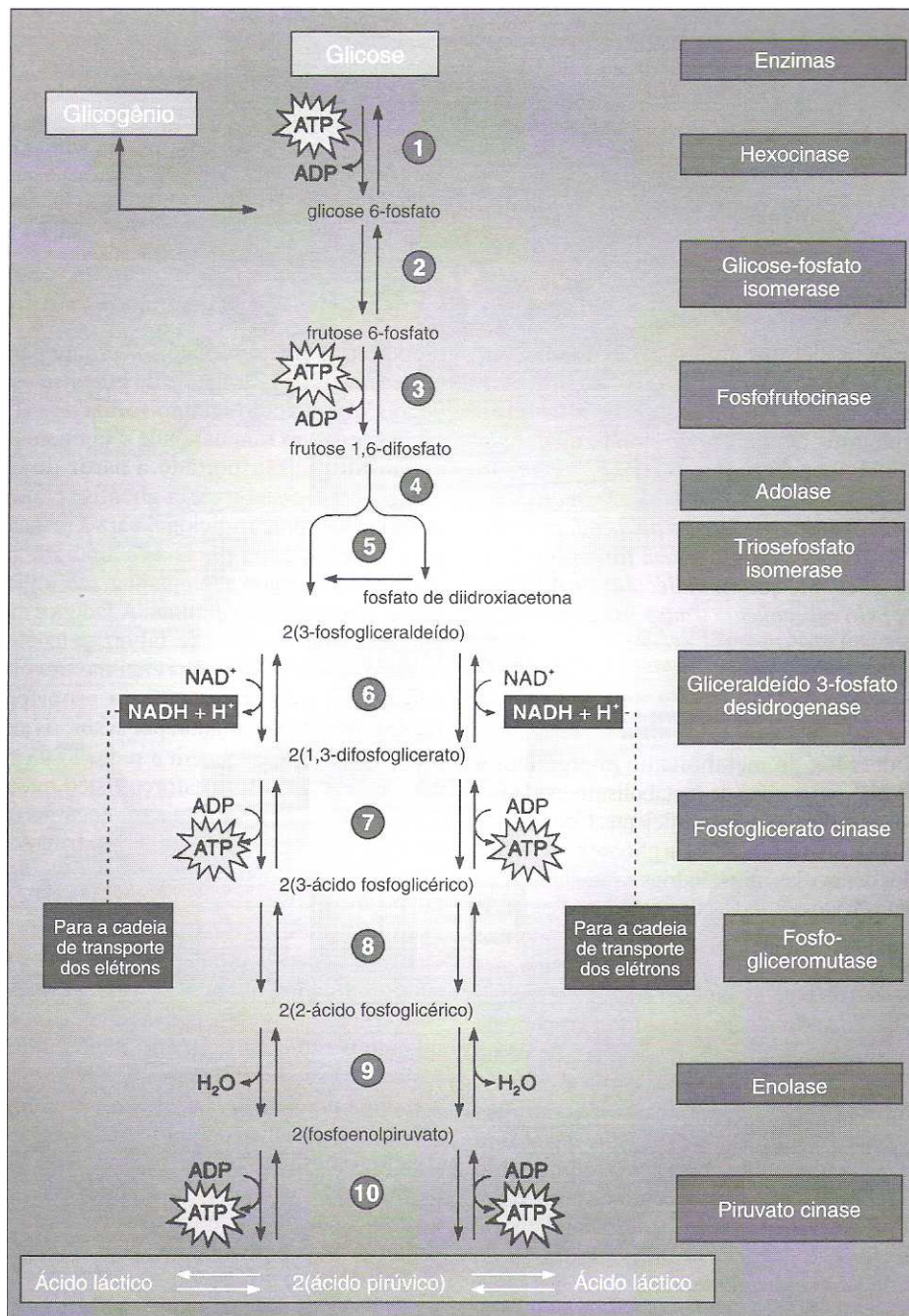
Na glicólise, as moléculas de glicose são degradadas e formam duas moléculas menores de piruvato. Durante a formação do piruvato, são produzidos, então, ATP e NADH. O piruvato é oxidado, perdendo o seu grupo carboxila como o  $\text{CO}_2$ , para liberar acetil - CoA que será totalmente oxidado em  $\text{CO}_2$  no ciclo de Krebs. Os elétrons, originados dessas oxidações, são então passados para o  $\text{O}_2$  por uma cadeia transportadora na mitocôndria, formando  $\text{H}_2\text{O}$ . A energia que é liberada no momento do transporte de elétrons permite a síntese do ATP nas mitocôndrias. (LEHNINGER, 1995, p. 298)

No terceiro estágio, ocorre a oxidação total do acetil CoA até  $\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{CO}_2$  acopladas a grandes quantidades de NADH e ATP nas mitocôndrias. (ALBERTS, 2002, p. 112)

Todo o processo da glicólise envolve uma seqüência de dez reações, onde são produzidos em cada uma, um açúcar intermediário diferente e são catalisados por enzimas específicas. Esse processo não envolve nenhum oxigênio molecular, mas mesmo assim o processo de oxidação acontece e elétrons são removidos pelo  $\text{NAD}^+$ , produzindo NADH, de alguns carbonos que originaram da molécula de glicose. A principal vantagem de o processo ser realizado em etapas é permitir que a energia de oxidação seja liberada em pequenas quantidades, ficando armazenadas em moléculas transportadoras em vez de serem totalmente liberadas em forma de calor. Parte da energia é utilizada na síntese de ATP e parte fica retida nos elétrons, na forma de transportadores de elétrons da alta energia, o NADH. (ALBERTS, 2002, p. 114)

Nessa fase da degradação dos açúcares, duas moléculas de ATP são hidrolisadas, fornecendo a energia que será utilizada nas etapas iniciais, com um saldo final de quatro moléculas de ATP. A glicólise tem como produto duas moléculas de ATP para cada molécula de glicose quebrada. (ALBERTS, 2002, p. 113)

Duas moléculas de NADH são formadas para cada molécula de glicose durante a fase da glicólise. Nos organismos aeróbios, o NADH doa os seus elétrons à cadeia de transporte de elétrons e esses elétrons são transportados através dessa cadeia até o oxigênio molecular ( $\text{O}_2$ ), formando água, e retornando o  $\text{NAD}^+$  para ser utilizado novamente na glicólise. (ALBERTS, 2002, p. 117)



Figural: Glicólise  
 Fonte: McArdle, 1998

Nos organismos anaeróbicos, que não utilizam o oxigênio molecular e que conseguem se desenvolver sem ele, a glicólise aparece como a mais importante fonte de ATP celular. O músculo esquelético dos animais continua trabalhando mesmo com a escassez do oxigênio. Na ausência do oxigênio, piruvato e os elétrons de NADH continuam no citoplasma. Piruvato se transforma em produtos que serão eliminados pela célula, como o etanol e  $\text{CO}_2$  presentes

nas leveduras que são usadas na produção de cerveja e pão ou em lactato, presente nos músculos. Esse é então o fenômeno da fermentação. (ALBERTS, 2002, p. 117)

Ao analisarmos uma atividade física nos vertebrados, podemos concluir que por serem organismos essencialmente aeróbicos, são capazes de converter glicose em piruvato pela glicólise e, conseqüentemente, utilizar o oxigênio molecular, oxidando totalmente o piruvato até  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ . O catabolismo anaeróbico também ocorre nos vertebrados, principalmente no homem, ao realizar exercícios físicos intensos durante um período pequeno. Um exemplo seria uma corrida de 100m feita em poucos segundos, em que o tempo não seria suficiente para levar o oxigênio aos músculos com rapidez para oxidar o piruvato e produzir ATP. Nesse caso, os músculos utilizam o glicogênio armazenado como combustível na produção do ATP, produzindo através da glicólise anaeróbica e lactato como produto final. A taxa de lactato no sangue nessa situação é muito alta e aos poucos ele vai sendo reconvertida em glicose pelo fígado. (LEHNINGER, 1995, p. 308)

## 1.2 Ciclo de Krebs

Foi no século XIX que os cientistas confirmaram que sem a presença de ar, as células produziam ácido láctico, fato que ocorria nos músculos. Já na presença de ar, as células consumiam  $\text{O}_2$  e liberavam  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ . Estudos realizados com o objetivo de identificar quais eram as vias do metabolismo aeróbico, chegaram finalmente na oxidação do piruvato e, em 1937, conseguiram identificar o ciclo de Krebs, também conhecido como ciclo do ácido cítrico. Essa é uma das fases da respiração celular onde ocorre dois terços da oxidação total dos compostos de carbono nas células e tendo como produto final  $\text{CO}_2$  e elétrons de alta energia, na forma de NADH. O  $\text{CO}_2$  é considerado um produto descartável, enquanto os elétrons de alta energia do NADH são transportados para uma cadeia de transporte de elétrons, ligada à membrana e que se ligará ao  $\text{O}_2$  para formar  $\text{H}_2\text{O}$ . (ALBERTS, 2002, p. 121)

O ciclo de Krebs acontece no interior das mitocôndrias das células eucarióticas, onde ocorre a completa oxidação dos átomos de carbono dos grupos acetil - CoA, transformando-os em  $\text{CO}_2$ . O grupo acetil - CoA não é oxidado totalmente e, sim, transferido para uma molécula maior de quatro carbonos, o oxaloacetato, para, finalmente, formar um ácido tricarbóxico, de seis carbonos que é o ácido cítrico. Essa molécula vai sendo gradualmente oxidada e a energia resultante da oxidação é utilizada na produção de moléculas transportadoras de elétrons de alta energia, semelhante à glicólise. (ALBERTS, 2002, p. 123)

No ciclo de Krebs, além do NADH, também ocorre a produção de FADH a partir do FAD e uma molécula de GTP. As moléculas de FADH<sub>2</sub> também são transportadoras de elétrons de alta energia e de hidrogênio assim como o NADH. A energia que NADH e FADH<sub>2</sub> transferem será usada na seqüência da produção de ATP pelo processo conhecido como fosforilação oxidativa, a única fase do catabolismo oxidativo dos alimentos que necessita de oxigênio gasoso da atmosfera. (ALBERTS, 2002, p. 124)

O oxigênio que é usado na formação do CO<sub>2</sub> é proveniente da H<sub>2</sub>O e não do oxigênio molecular. Em cada ciclo ocorre a quebra de três moléculas de água e os átomos de oxigênio de algumas dessas moléculas são utilizados na formação do CO<sub>2</sub> final. (ALBERTS, 2002, p.124)

Comparando a glicólise com o ciclo de Krebs, podemos concluir que a primeira se desenvolve linearmente e suas etapas são catalisados por enzimas específicas e o segundo, ocorre ciclicamente. (LEHNINGER, 1995, p. 335)

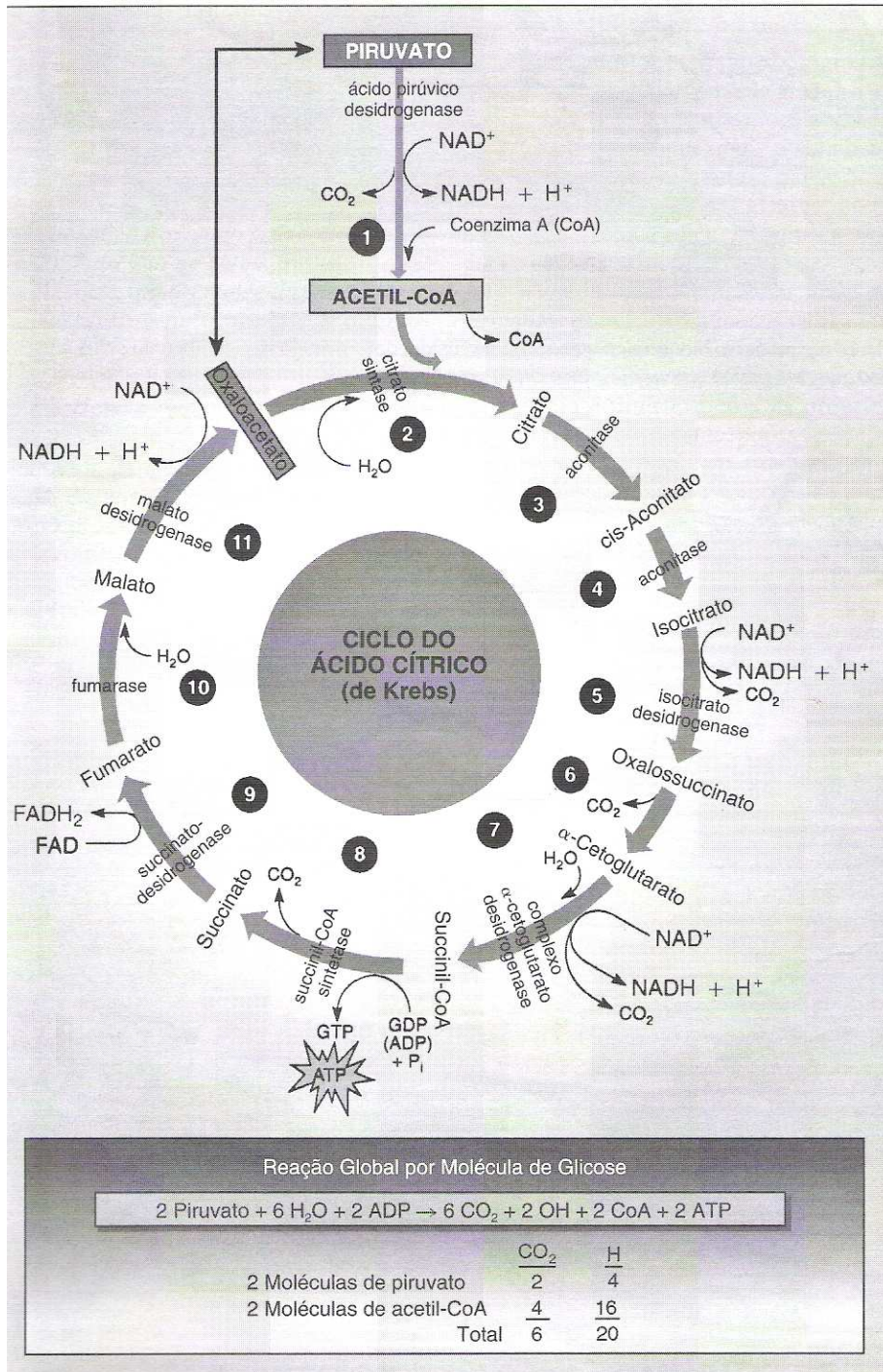


Figura 2: Ciclo de Krebs  
Fonte: McArdle, 1998

Ao final do ciclo de Krebs, moléculas de NADH e FADH<sub>2</sub> irão doar elétrons que serão usados no final da etapa para reduzir o oxigênio gás à água. A energia que é liberada durante o processo de transferência de elétrons na membrana interna das mitocôndrias é utilizada na síntese do ATP. (ALBERTS, 2002, p. 127)

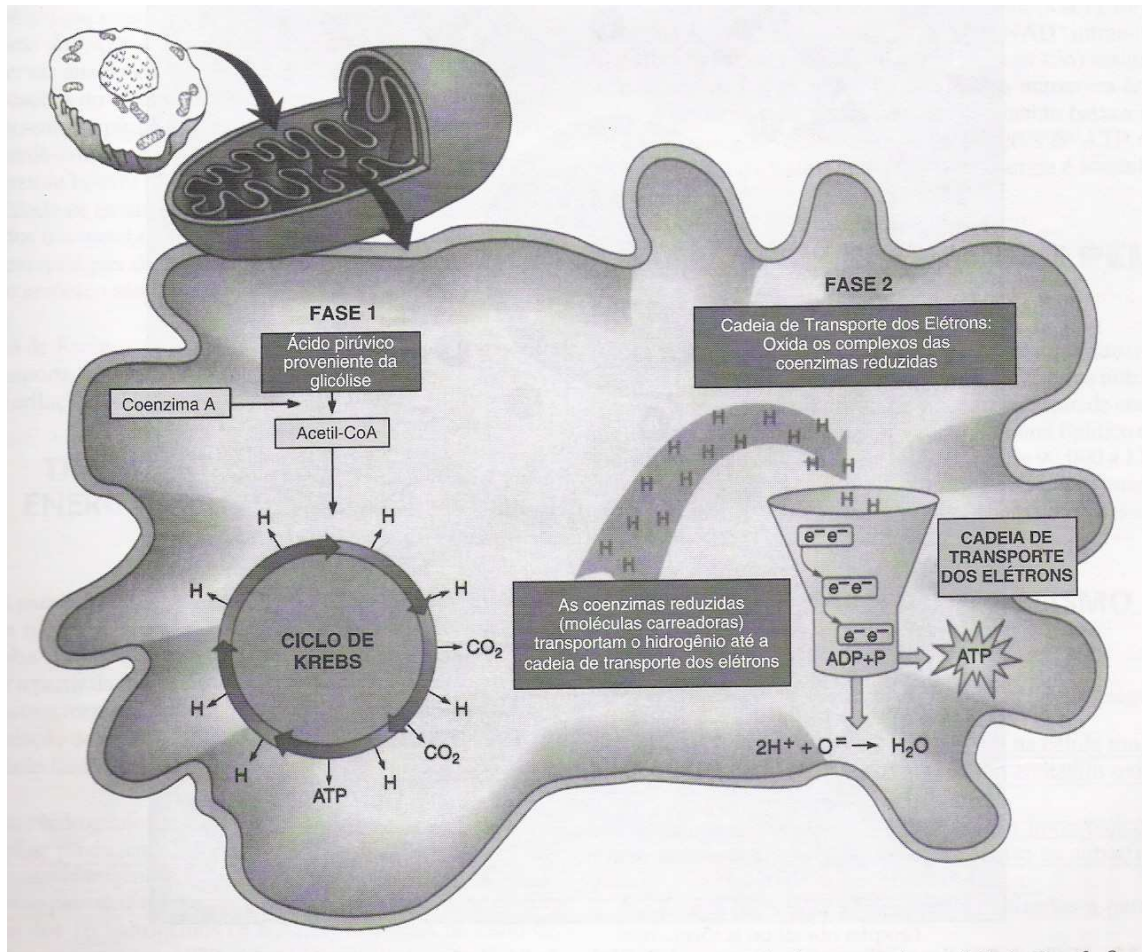


Figura 3: Ciclo de Krebs  
Fonte: McArdle, 1998

### 1.3 Cadeia Respiratória

A extração de energia dos alimentos ocorre em etapas, onde há transferência de elétrons de moléculas doadoras para as aceitadoras de elétrons. (McARDLE, 1998, p. 99)

O processo de quebra dos alimentos termina com a maior parte da sua energia química liberada. Nesse momento, NADH e FADH<sub>2</sub> transferem os elétrons que receberam ao oxidar outras moléculas para a cadeia respiratória ou cadeia de transferência de elétrons, que está dentro da membrana interna das mitocôndrias. Os elétrons irão passando de um nível mais alto para um mais baixo de energia na seqüência do seu transporte. A energia que vai sendo liberada é utilizada na orientação de íons H<sup>+</sup> da parte interna da mitocôndria para a externa. Na geração de íons H<sup>+</sup> serve como fonte de energia como uma bateria que poderá ser utilizado nas reações que necessitem de energia como na produção de ATP a partir da fosforilação do

ADP (ALBERTS, 2002, p. 127)

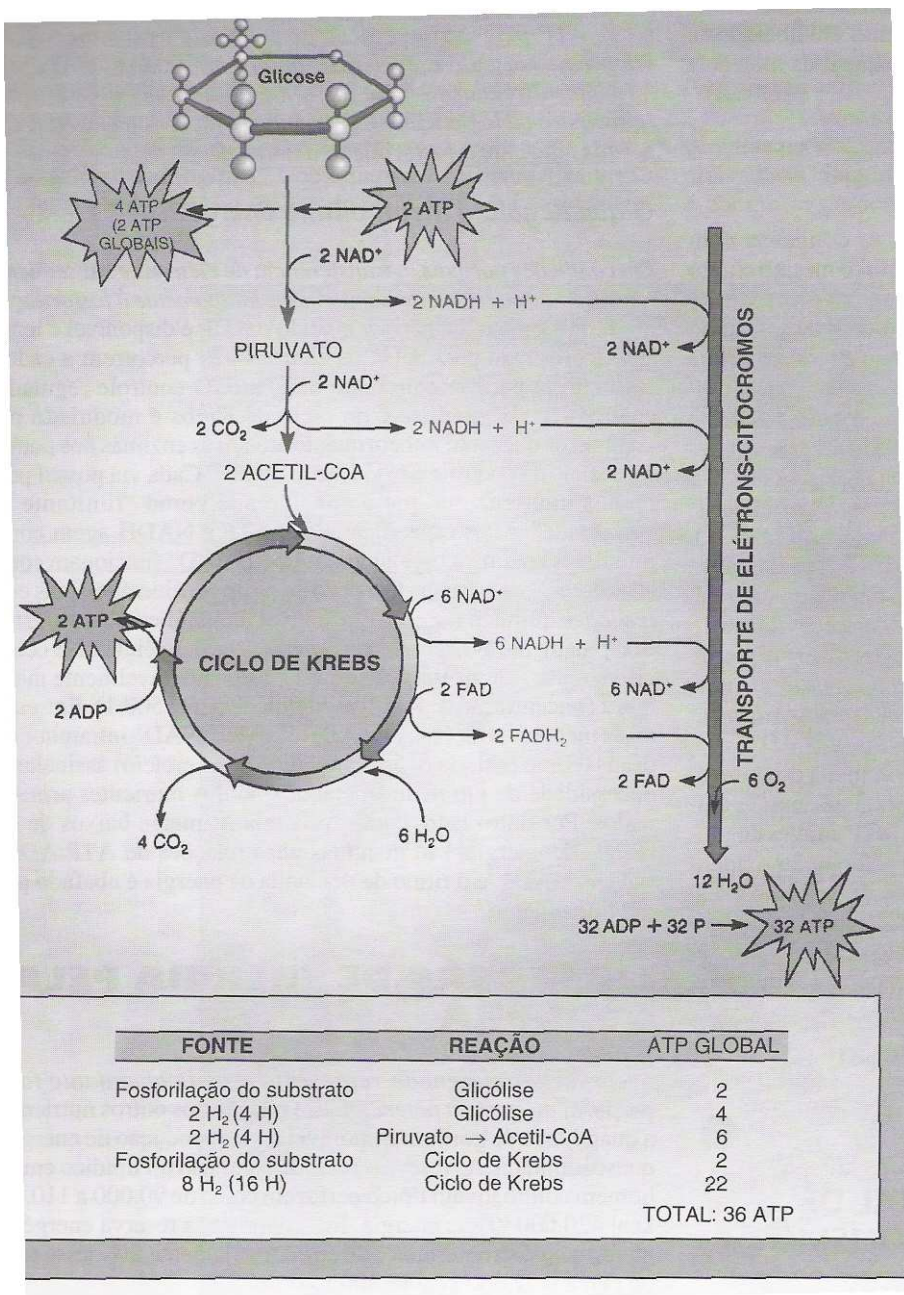


Figura 4: Cadeia Respiratória  
Fonte: McArdle, 1998

No final da transferência dos elétrons, eles serão transferidos para moléculas de oxigênio gasoso que se encontram dispersos no interior da mitocôndria, combinando com os prótons íons H<sup>+</sup> e formando água. Neste momento, toda a energia disponível nas moléculas do alimento foi retirada durante o seu processo de oxidação. (ALBERTS, 2002, p. 127)

Os organismos precisam estar repondo os seus níveis de ATP constantemente para que as funções biológicas se mantenham nas células, portanto é necessária a ingestão periódica de alimentos. Mesmo durante longos períodos de jejum, os animais armazenam alimentos no interior das suas células, sob a forma de gotículas de gorduras, como os ácidos graxos e os açúcares, como glicogênio armazenado no fígado e nos músculos. (ALBERTS, 2002, p. 128)

## **2- Fisiologia dos exercícios**

O ATP, produzido no processo de respiração celular, será utilizado no momento da contração muscular. Nos músculos, ao receberem um estímulo, suas estruturas como o filamento de miosina deslizam no interior de dois filamentos de actina, num processo de relaxamento e contração. Esse deslizamento de uns sobre os outros provoca a contração do sarcômero e no momento em que finaliza a contração e o músculo relaxa, cessam o contato das extremidades da miosina com os filamentos de actina. (ALBERTS, 2002, p. 553)

Todo processo de contração muscular necessita da energia do ATP. Nas células musculares, encontramos um número grande de mitocôndrias responsáveis pela produção do ATP no processo da respiração celular. Todo o processo de contração muscular se inicia a partir do momento em que ocorre a liberação de cálcio que se encontra no retículo sarcoplasmático. (GOLDBERG, 1997, p. 91)

No interior de uma mitocôndria, podemos encontrar até 10 bilhões de moléculas de enzimas, realizando milhões de trabalhos celulares num pequeno espaço de tempo, o que durante uma atividade física a atividade enzimática pode aumentar significativamente. (McARDLE, 1998, p. 88)

A liberação do ATP inicia-se com ou sem a presença do oxigênio. Ela é uma reação rápida, anaeróbica e tem como produto final liberação de energia. As células são capazes de quebrar o ATP para ser utilizado imediatamente. Por essa razão, exercícios como correr para pegar um ônibus, realizar uma cortada num jogo de voleibol, fazer um duplo arremesso, levantar halteres de peso e até mesmo bater num prego, utilizando um martelo, podem se iniciar na ausência de oxigênio. (McARDLE, 1998, p. 97)



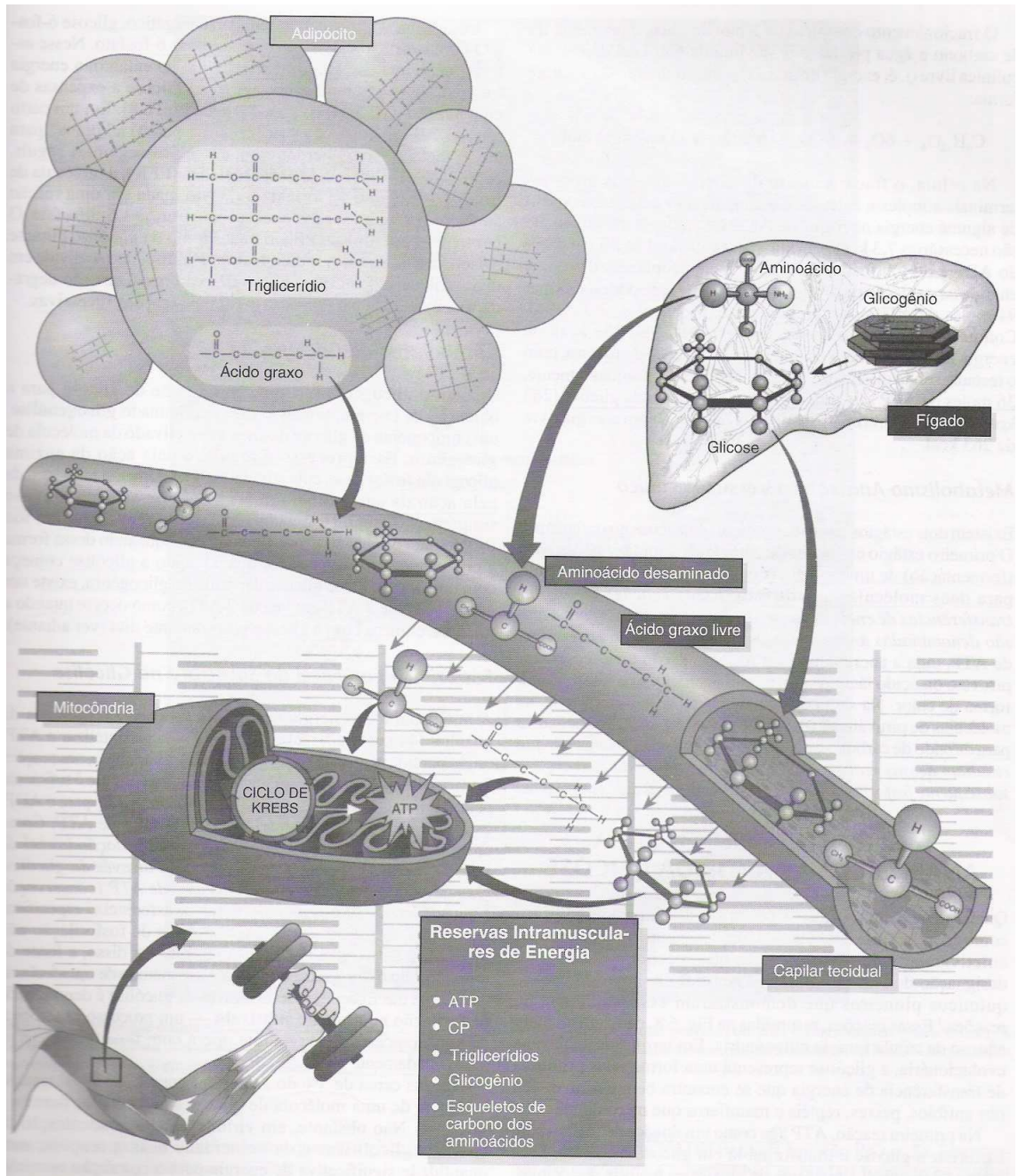


Figura 5: Fisiologia do músculo  
 Fonte: McArdle, 1998

O ATP é armazenado em pequenas quantidades, sua concentração está relacionada com a do ADP e pode ser alterada de um momento para outro, dependendo da intensidade do metabolismo energético, que no início de uma atividade física é aumentado. O organismo tem uma quantidade de ATP em torno de 80 a 100g, que é o suficiente para realizar uma atividade física por alguns segundos. A vantagem de ser armazenado em pequenas quantidades, é que o ATP é uma molécula pesada. Uma pessoa sedentária usa diariamente uma quantidade de ATP

de 75% da sua massa corporal. Por exemplo, um atleta que participa de uma maratona que produz vinte vezes o gasto energético de repouso no percurso da maratona, que pode durar 2 horas, o uso do ATP poderá ser de até 80 kg (McARDLE, 1998, p. 98)

A maioria do ATP produzido vem do quebra de moléculas de gorduras e carboidratos, mas uma grande parte da energia gerada na produção de ATP rapidamente, sem oxigênio, é a partir de outro composto fosfato, também rico em energia, que é o fosfato de creatina ou CP. No início de uma atividade física, onde há uma mudança de baixa para alta demanda de energia a transferência de energia de CP é fundamental. A quantidade de fosfato de creatina nas células é quatro vezes maior do que a de ATP. Pode-se então considerar CP como um reservatório de alta energia. (McARDLE, 1998, p. 99)

O ATP que se encontra na célula muscular é suficiente para suprir as necessidades dos músculos durante poucos segundos de uma atividade muscular intensa. O que irá suprir as demandas musculares fica armazenado como fosfocreatina e na forma de ATP, fornecido pela respiração celular. No momento em que uma fibra muscular precisa de energia para manter sua atividade, os grupos fosfatos que estão carregados de energia são transferidos da fosfocreatina para o ADP, que se transforma em ATP. Durante o trabalho muscular intenso, o ATP e a fosfocreatina são repostos pelo aumento da respiração celular, utilizando o glicogênio armazenado como combustível. (McARDLE, 1998, p. 302)

Os carboidratos têm como principal função ser os fornecedores de energia para o trabalho celular. É a partir deles que o ATP pode ser formado anaerobicamente. Esse fenômeno é importante durante a realização de um exercício vigoroso, que requer uma liberação rápida de energia, acima dos níveis normais que poderiam ser atendidos pelas reações metabólicas aeróbicas. O fornecimento dessa energia virá do glicogênio armazenado e da glicose sanguínea. (McARDLE, 1998, p. 102)

Num exercício leve e moderado, os carboidratos são capazes de suprir a metade da demanda energética do organismo. Nos exercícios aeróbicos de longa duração e de alta intensidade, uma maratona, por exemplo, os atletas utilizam da “*fadiga de nutrientes*”, associada a uma redução de glicogênio nos músculos e no fígado. (McARDLE, 1998, p. 102)

Apenas 5% do ATP gerado a partir de uma molécula de glicose são formados durante a glicólise. A capacidade glicolítica das células é de grande importância durante uma atividade física, que necessita de um esforço grande durante mais ou menos noventa segundos. Quando um atleta de corrida começa a acelerar o seu ritmo, ele está contando com essa maneira de transferir energia anaeróbica, o que só poderá ocorrer se a glicose for fracionada numa reação glicolítica. (McARDLE, 1998, p. 105)

As necessidades de oxigênio crescem rapidamente nos primeiros minutos de um exercício. Entre o terceiro e o quarto minuto, chega-se a uma estabilidade, o que demonstra um equilíbrio entre a energia solicitada pelos músculos em atividade e a produção do ATP, como resultado do metabolismo aeróbico. (McARDLE, 1998, p. 120)

Alcançada a estabilidade do trabalho muscular, teoricamente o indivíduo poderá continuar a fazer exercícios por tempo indeterminado, se fosse a sua vontade. Essa situação só não é possível em função de outros fatores que interferem nos organismos durante um exercício físico, como a perda de líquidos, em especial nos lugares de clima quente. O que é realmente relevante durante um exercício prolongado, são as reservas de combustível, por exemplo o glicogênio hepático e a glicose sanguínea para o sistema nervoso central e ainda o glicogênio muscular, responsável pela partida do exercício. Consumidas as reservas, a capacidade de trabalhar dos músculos sofre uma queda brusca. (McARDLE, 1998, p. 121)

A demanda de oxigênio, durante um exercício, sempre passará por uma fase mais lenta relativa ao gasto energético. Isso acontece em razão de ser demorada o início da produção de hidrogênio para se combinar com o oxigênio. O oxigênio exerce uma função importante nas reações seguintes, por ser ele um importante receptor de elétrons nas reações de transferência de energia e também combina com o hidrogênio como produto da glicólise e no ciclo de Krebs. (McARDLE, 1998, p. 121)

A diminuição dos fosfatos de alta energia, durante uma atividade física, acaba por provocar um déficit de oxigênio em torno de 3 a 4 l. Só será possível dar continuidade ao exercício com o reabastecimento de ATP que é feito continuamente pela quebra aeróbica dos nutrientes alimentares ou da glicólise anaeróbica. O ácido láctico já estará sendo produzido mesmo antes do fosfato de alta energia chegar a um nível baixo, o que demonstra que a glicólise contribui com energia anaeróbica no início do exercício. (McARDLE, 1998, p. 122)

Durante uma atividade física leve e moderada, a estabilidade e a captura de oxigênio é similar nas pessoas treinadas e destreinadas. Mas em uma pessoa que passa por um treinamento específico, a estabilidade no ritmo é alcançada mais rapidamente e, conseqüentemente, com um déficit menor de oxigênio do que aquele indivíduo destreinado. Diante disso, o oxigênio total usado durante a atividade é maior para a pessoa treinada e o seu componente anaeróbico da transferência de energia é menor. Todas essas etapas, envolvendo treinamento, proporcionam um ritmo facilitado do metabolismo aeróbico nos primeiros momentos de uma atividade, o que acaba por criar adaptações celulares em conseqüência do treinamento, aumentando a capacidade muscular de gerar ATP aeróbicamente. (McARDLE, 1998, p. 122)

### **3- A dieta na atividade muscular**

Atualmente, é cada vez maior o número de atletas que recorrem ao uso de substâncias como os esteróides anabólico-androgênicos. Hoje, é comprovado que existe uma tendência em usar a nutrição como fonte legal para estimular os mecanismos anabólicos normais do organismo. (McARDLE, 1998, p. 438)

As afetaminas são substâncias que exercem um efeito estimulante no sistema nervoso central. Sua ação é semelhante à adrenalina e à noradrenalina. Esses estimulantes provocam efeitos colaterais como cefaléia, tremores, agitação, febre, vertigem e, em cada uso, o organismo vai acostumando e sendo necessárias doses cada vez maiores. (McARDLE, 1998, p. 439)

Determinadas dietas podem proporcionar uma maior reserva de glicogênio muscular, sendo muito usado por atletas que estão se preparando para uma disputa. Para que ocorra esse efeito, inicia-se com aumento da atividade para diminuir o glicogênio muscular. Posteriormente, ocorre a ingestão de alimentos pobres em carboidratos, muita proteína e gorduras. No quinto, sexto e sétimo dia, ingerem-se alimentos ricos em carboidratos e, finalmente, no dia da competição, adota-se uma dieta rica em carboidratos. Esse tipo de procedimento só se aplica em atividades aeróbicas intensas e prolongadas. (McARDLE, 1998, p. 449)

### **4- O equilíbrio energético**

Existem várias propostas de dieta que, às vezes, provocam efeitos desastrosos no equilíbrio ponderal dos indivíduos. Uma dieta pobre em carboidratos é usada desconhecendo-se o conteúdo calórico da dieta. Esse tipo de dieta pode acabar levando a uma perda de tecido magro, porque o organismo vai necessitar dos aminoácidos que são encontrados nos músculos, para conseguir manter a glicose sanguínea, além de correr o risco de aumentar os níveis de ácido úrico; alterar as concentrações de eletrólitos, ocasionando arritmias cardíacas e até problemas renais, pelo excesso de solutos a serem excretados. (McARDLE, 1998, p. 591)

Em relação a dietas ricas em proteínas, também pode provocar efeitos colaterais desastrosos, como, por exemplo, uma sobrecarga do fígado e dos rins, conseqüentemente, desidratação, desequilíbrio eletrolítico e perda de tecido magro em função de uma dependência lipídica e da formação de cetonas. (McARDLE, 1998, p. 591)

A dieta calórica muito baixa só é recomendada em último caso e só pode ser usada por no máximo três meses, não representa uma dieta de caráter definitivo e sim para recorrer a tratamentos médicos. (McARDLE, 1998, 592)

Hoje, já é comprovado que uma atividade física regular a longo prazo é mais eficiente do que uma dieta para manter o controle do peso do corpo. O gasto calórico num exercício aeróbico é uma alternativa para alterar o equilíbrio energético dos organismos, induzindo a uma perda de peso que acaba por mudar o corpo do indivíduo. (McARDLE, 1998, p. 592)

Lenhadores, lavradores e atletas, que são pessoas que têm uma atividade física árdua, durante longos períodos, necessitam de duas vezes mais calorias diárias em relação àqueles que não fazem nada. Atletas, como maratonista, esquiadores cross country e ciclistas gastam cerca de 4.000 a 5.000 kcal por dia e são as pessoas mais magras da população. Ingerir essa quantidade tão grande de calorias é fundamental para suprir as necessidades energéticas da sua atividade. (McARDLE, 1998, p. 594)

Para a realização de uma atividade física com o objetivo de perder peso, é preciso levar em conta frequência, intensidade, duração e forma específica do exercício. Os exercícios aeróbicos contínuos, que envolvem um grande grupo de músculos e que demandam um custo calórico moderado e alto como, caminhar, correr, pular corda, subir escada, ciclismo e natação, são os de melhor eficiência em alcançar seus objetivos. (McARDLE, 1998, 594)

Exercícios aeróbicos também são responsáveis pelo estímulo do metabolismo lipídico, levando a uma reposta positiva na pressão arterial e na aptidão cardiovascular. Corrida, caminhada e ciclismo apresentam igual eficiência no momento de se perder peso corporal. (McADLER, 1998, p. 594)

## **5- A atividade física e a saúde da sociedade**

A atividade física, que depende da produção da energia gerada através do processo de respiração celular, exerce uma grande influência na saúde das pessoas em qualquer idade.

Pesquisas realizadas com mulheres, concluíram que o início da primeira menstruação acontece mais tarde naquelas mulheres jovens e muito ativas. As mulheres que dão início aos seus treinamentos no segundo grau ou mesmo mais jovens mostram o índice menor de aparecimento de câncer de mamas e de outros órgãos reprodutores em comparação com outras mulheres também ativas. As mulheres que praticam quatro horas de atividade semanalmente, após o início da primeira menstruação, diminuem o índice de câncer de mama em 50% em relação às outras mulheres da mesma idade, porém sedentárias. É sabido que um índice de

câncer menor está associado à produção de estrogênio, com menos ovulação, seguido de uma primeira menstruação tardia. Níveis mais baixos de gordura corporal em atletas também podem interferir, pois tecidos adiposos periféricos transformam os androgênios em estrogênios. (McARDLE, 1998, p. 521)

Estudos comprovam que a vida sedentária é uma das principais causas do aparecimento de doenças cardíacas. Essas pessoas têm quase duas vezes mais chances de apresentarem sintomas de cardiopatia do que aquelas que praticam qualquer tipo de atividade física. Para se ter o benefício de um exercício físico, basta praticar uma atividade regular ou moderada, como caminhar, cuidar do jardim, subir escadas e até mesmo um serviço doméstico. (McARDLE, 1998, p. 616)

Hoje, a prática do exercício físico na recuperação de pacientes em clínicas tem um papel fundamental na recuperação desses pacientes, relacionando capacidade funcional com saúde. (McARDLE, 1998, p. 637)

Nas populações há diversidade entre os indivíduos, onde podemos chegar a extremos, de um lado pessoas sedentárias que necessitam realizar uma atividade física moderada para diminuir os riscos de doenças degenerativas e do outro lado, atletas saudáveis e indivíduos que apenas precisam melhorar o seu desempenho físico. (McARDLE, 1998, p. 637)

A atividade física tem que ser planejada e adequada a cada tipo de caso, para atingir o seu objetivo, dando uma contribuição importante e imediata com satisfação e a expectativa de vida das pessoas. (McARDLE, 1998, p. 637)

Em pacientes cancerosos, deve-se motivar um trabalho aeróbico com intervalos, do que atividades contínuas. Os exercícios devem objetivar a amplitude dos movimentos e da flexibilidade e também exercícios que têm como objetivo melhorar a força muscular. (McARDLE, 1998, p. 641)

Pesquisas comprovam que os exercícios físicos também podem exercer um papel importante no controle de diversas doenças pulmonares. Para a eficácia desse procedimento, é preciso observar a intensidade do exercício. O paciente precisa ser monitorado devidamente e planejar a progressão do exercício. (McARDLE, 1998, p. 661)

Ainda não foi comprovado que simplesmente o exercício físico seja capaz de recompor a perda óssea relacionada aos baixos níveis de hormônios reprodutivos na menopausa. Mas existem dados de que a reposição hormonal associada a uma atividade física exerça um papel osteogênico. (McARDLE, 1998, p. 666)

Estudos demonstram que mulheres que praticam uma atividade física, regularmente, apresentam um índice de fraturas do quadril mais baixo. (McARDLE, 1998, p. 666)

Freqüentar uma academia para prática de uma atividade física é comum entre os adolescentes, que fazem exclusivamente na tentativa de possuir um corpo atraente e cheio de músculos, sem nem mesmo saber os efeitos positivos e negativos de uma atividade física mal orientada. Na sua maioria, nem ao menos sabem como funciona o seu organismo, de que maneira ele obtém a energia necessária para a manutenção dessa atividade. O uso de substâncias proibidas que acelerem o processo de construção de um corpo escultural é comum nas academias sem o menor controle ou mesmo o desconhecimento de quem consome.

Outro agravante é a desinformação quanto ao tipo de atividade mais adequada para cada pessoa, relacionando o seu cotidiano com os hábitos alimentares e a saúde em geral.

Poucos conhecem a importância de uma atividade saudável e adequada, não somente na juventude, mas em qualquer idade e em qualquer condição. A atividade física exerce uma influência positiva em pacientes em recuperação, em pessoas que estão em idade avançada e ainda interferindo na produção de hormônios na vida adulta dos indivíduos, que acabam provocando problemas ósseos, principalmente nas mulheres.

Ao ensinar todas as etapas da respiração celular para obtenção de energia nos organismos e os fatores que interferem na eficiência desse processo, os alunos terão a oportunidade de conhecer o funcionamento do seu organismo, avaliando pontos positivos e negativos. A partir desse novo conhecimento, eles irão se conscientizar da importância das refeições equilibradas como combustível para o desenvolvimento do processo de respiração celular, da necessidade de uma avaliação antes de dar início a qualquer atividade física e, finalmente, saber os efeitos dos medicamentos que são oferecidos nas academias com a promessa de se ter um corpo bonito e musculoso.

## APÊNDICE D: ROTEIRO DA ATIVIDADE

### LEIA O TEXTO ABAIXO

A natação é um esporte que aparece em destaque por causa dos benefícios que podem proporcionar ao atleta. É um tipo de atividade que desenvolve desde o controle respiratório e os movimentos básicos de um nado. O exercício físico regular proporciona um aumento do poder aeróbio e a força muscular. A natação em particular exige um grande esforço da respiração, incrementando a absorção de oxigênio máximo com o aumento do volume de ar que entra para os pulmões através da respiração mais profunda. Além de prevenir doenças do aparelho respiratório, assim como do coração e do sistema circulatório.

(texto adaptado da internet em: [http:// www.Unifesp.br/dneuro/neurociencias/vol12-2/natacao](http://www.Unifesp.br/dneuro/neurociencias/vol12-2/natacao). Disponível em 03 out 07)

Você foi convidado pelo seu professor para preparar um material que será divulgado durante um evento esportivo.

O objetivo principal desse material é promover esclarecimentos às pessoas da importância de uma atividade física para o seu bem-estar e ainda fornecer dados sobre o papel da respiração celular na produção de energia para o corpo.

**ATIVIDADE:** vocês irão preparar um folheto com informações, esclarecimentos e orientações para a realização de uma atividade física, ressaltando a importância da atividade física para o seu dia-a-dia e que deve ser feita com responsabilidade e a produção de energia pelo corpo.

**METODOLOGIA:** a turma será dividida em grupos com tarefas determinadas para cada grupo:

- 1- coleta de dados na internet em *sites* que serão indicados;
- 2- fazer as relações do conhecimento científico, da tecnologia e as interferências na sociedade;
- 3- divulgar as informações sobre os benefícios de se praticar uma atividade física e as conseqüências do sedentarismo para as doenças cardiovasculares;
- 4- construir uma tabela de consumo energético do corpo;
- 5- montar o folheto;
- 6- divulgar.

**OBJETIVOS:** estimular os alunos a fazerem relações dos conhecimentos científicos com o tecnológico e a visão social do assunto.



- reconhecer a importância da atividade física quando praticada de forma regular;
- compreender as consequências do sedentarismo como fator de risco;
- incentivar a pesquisa na *web* como fonte de aprendizagem.

## REFERÊNCIAS

CAMÕES, Rodrigo. **Personal Trainer - benefícios da atividade física.** Disponível em: <[www.corpomovimento.cjb.net](http://www.corpomovimento.cjb.net)> Acesso em: 18 jan. 2008.

CANAL KIDS. Disponível em: <[www.canalkids.com.br/corpo/ar.htm](http://www.canalkids.com.br/corpo/ar.htm)> Acesso em: 15 jan.2008

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. **Benefícios da Atividade Física - Quanto a duração dos efeitos fisiológicos.** Disponível em: <[www.saudeemmovimento.com.br/conteudos/conteudos\\_exibe1.asp?cod\\_noticia=664](http://www.saudeemmovimento.com.br/conteudos/conteudos_exibe1.asp?cod_noticia=664)> Acesso em: 18 jan. 2008.

SAMUEL BRANCO. **WEBQUEST – Ensino Médio: A energia move o mundo** Disponível em: <[www.dombosco.g12.br/webquest/webEnergia.](http://www.dombosco.g12.br/webquest/webEnergia.)> Acesso em: 15 jan. 2008.

## AVALIAÇÃO:

- coleta das informações
- a qualidade das informações e se acrescentam coisas novas
- a criatividade em montar o material
- se a tabela de consumo energética é esclarecedora
- a desenvoltura e a participação nos grupos