



FÍSICA MÉDICA

JULIANA TROLL

PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE MATERIAL
DIDÁTICO SOBRE FISIOLOGIA DA
AUDIÇÃO E NEUROFISIOLOGIA

BOTUCATU

2009



JULIANA TROLL

PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO SOBRE
FISIOLOGIA DA AUDIÇÃO E NEUROFISIOLOGIA

Orientador: Silvia Mitiko Nishida

Supervisor: Silvia Mitiko Nishida

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Biociências da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” -
Campus de Botucatu, para obtenção do grau de
Bacharelado em Física Médica.

Botucatu
2009

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO
DA INFORMAÇÃO

DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: SELMA MARIA DE JESUS

Troll, Juliana.

Produção e utilização de material didático sobre fisiologia da audição e neurofisiologia / Juliana Troll. - Botucatu [s.n], 2009.

Trabalho de conclusão (bacharelado – Física médica) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, 2009

Orientador: Silvia Mitiko Nishida

1. Física médica - Estudo e ensino 2. Neurofisiologia 3. Audição - Fisiologia

Palavras-chave: Audição; Modelos didáticos; Percepção sensorial; Sites educativos; vídeos educativos

Agradecimentos

Primeiramente e sempre, agradeço a Deus pelo dom da vida e por tudo o que me concedeu e tem concedido, principalmente durante esses anos de faculdade.

À Nossa Senhora, nossa Mãezinha, pela intercessão em todas as minhas dificuldades e pela companhia em todos os momentos.

Aos meus pais Eliete e José, por me ensinarem os bons princípios, por me apoiarem em minhas decisões, por mais diferentes e difíceis que sejam, pelo suporte emocional e financeiro, e claro, pelo amor incondicional! Especificamente, à minha mãe pelas lágrimas derramadas a cada despedida e pelo carinho com que se preocupava com meus assuntos emocionais e domésticos, e ao meu pai, pelo incentivo que sempre me deu ao estudo e ao aprendizado, além do imensurável auxílio na realização de grande parte deste trabalho de conclusão de curso!

À minha irmã Bianca, pelas conversas, desabafos, risadas e até pelas discussões e desentendimentos, que nos uniram ainda mais. Apesar de sermos tão diferentes, somos muito parecidas!

Ao meu namorado Pedro, por todo amor e apoio que tem me dado desde que nos conhecemos, por todos os momentos de alegria que compartilhamos, por me incentivar a realizar o que desejo, por me fazer sorrir nos dias mais tristes e por todas as palavras de carinho e amor!

À Pitty, minha cachorra, por sempre, com muito ânimo, choro e alegria, me receber quando volto de viagem após alguns dias fora, e pelo carinho e companhia quando não tenho ninguém para conversar.

Aos meus avós Aracy, Elizabetha e Miguel e aos meus tios Dilson, Glória, Sueli e Valter pelo apoio e carinho durante toda minha vida.

Aos meus primos Aleksandra, Thaís e Thiago pela amizade e carinho cultivados. Em especial, à Thaís, pelos anos que vivemos juntas em Botucatu, pelas conversas, desabafos e crises que passamos juntas!

Aos amigos Diego, Rafael, Marina, Luis Gustavo, Tatiane e Vitor pela amizade durante grande parte da minha vida, pela paciência que tiveram comigo durante esses anos e pelos momentos de alegria e descontração!

Aos meus amigos do MUR, pelas partilhas, pela acolhida sempre calorosa, pelos momentos de carinho e alegria, por me auxiliarem na minha caminhada de fé e de vida e, principalmente, por serem minha família em Botucatu e em qualquer lugar aonde eu estiver!

Aos membros do Grupo de Teatro Dona Maria Inês, por todas as dores de barriga causadas por muita risada, pelas palhaçadas, pelos ensaios até a exaustão,

por fazerem minhas tardes de terças e quintas mais alegres e descontraídas, pela inestimável e singular atuação nos vídeos gravados para este trabalho e pela amizade única entre esse grupo de talentos... Afinal, modéstia é para os fracos!

À Prof^a. Dr^a. Silvia Mitiko Nishida, pelos mais de 3 anos me orientando neste trabalho, pela disposição e alegria em me auxiliar, por dedicar-se muito ao seu trabalho, ser um exemplo de esforço e de profissional para mim, por acreditar no meu potencial e, constantemente, me propor novos desafios.

Aos professores que aceitaram fazer parte da banca deste trabalho: Prof. Dr. Joel Mesa Hormaza, Prof^a. Dr^a. Silke Anna Thereza Weber, e Prof. Dr. Roberto Morato Fernandez, pela disponibilidade e auxílio nessa etapa final da minha graduação

A todos os professores, por me ensinarem assuntos que enriqueceram o meu conhecimento, pela amizade e conversas durante estes anos.

A Júnior Vidotti, auxiliar de serviços gerais, e a Ângela Maria Gomes, técnica do laboratório, pela amizade, ajuda e companhia no laboratório durante a produção dos modelos.

A Antonio Carlos de Barros Tardivo, auxiliar técnico do Departamento de Fisiologia, e a João César Salvador, da Seção de Conservação e Manutenção pelo auxílio na produção e execução desse projeto.

A PROEX pelo financiamento do projeto e por possibilitar que este fosse desenvolvido.

Aos colegas e amigos de sala, principalmente, Carla, Liliane, Guilherme, Danilo, Daniela, Camila, Mariely, Lícia e tantos outros com os quais partilhei das dificuldades, cansaços, revoltas e alegrias em relação ao curso, aos nossos futuros profissionais e às nossas vidas.

Aos funcionários da Saepe, da Seção de Graduação e da Diretoria, por todo auxílio e dedicação ao seu trabalho, além da amizade e do carinho que levarei comigo pelo resto da vida!

Obrigada a todos por fazerem parte de um momento tão especial em minha vida!

Serei eternamente grata!

... a utilidade do saber consiste em que
a sabedoria dá vida ao que a possui.

Eclesiastes 7,12

Resumo

O ensino de fisiologia da audição exige a integração de conhecimentos de Anatomia Humana, biofísica, mais precisamente Bioacústica e Bioeletrogênese, assim como de Neurofisiologia. Os alunos têm dificuldade de construir conhecimentos sobre mecanismos funcionais da condução sonora e da transdução sensorial, especialmente se os elementos são formas não visíveis, como as estruturas da orelha média e interna. Para facilitar o ensino de fisiologia da audição e de percepção sensorial, produziu-se um conjunto de materiais didáticos sobre o tema. A princípio, um modelo de resina que descreve fielmente a relação anatômica dos ossículos com a membrana timpânica foi desenvolvido. Posteriormente, um segundo modelo que, além de ilustrar o mecanismo de superação da impedância acústica, revela também como ocorre a transdução sensorial na orelha interna foi idealizado e produzido. No terceiro modelo didático visualizam-se, através da interação do aluno, as áreas do córtex cerebral que interpretam as diferentes modalidades sensoriais. Além disso, foram criados três vídeos educativos sobre disfunção auditiva e um site sobre a Fisiologia da Audição Humana, disponível no portal do Instituto de Biociências. Os resultados da monografia de conclusão de curso são apresentados em forma de artigos que foram submetidos à Revista Física na Escola e à Revista do Núcleo de Ensino.

PALAVRAS-CHAVE: audição, modelos didáticos, percepção sensorial, vídeos educativos, sites educativos.

Abstract

The teaching of hearing physiology requires an knowledge integration of Human Anatomy, Biophysics, more precisely Bioacoustics and Bioelectrogenesis, as well as Neurophysiology. Students present difficulty to build knowledge about functional mechanisms of sound conduction and sensory transduction, especially if the elements are not visible forms, as the middle and inner ear structures. To make the teaching about hearing physiology and sensory perception easier, was produced a set of didactical materials about the subject. At first, a resin model that faithfully describes the anatomical relationship of the ossicles with the tympanic membrane was developed. Subsequently, a second model that, besides illustrates the mechanism of acoustic impedance overcoming, also reveals how acoustic sensorial transduction occurs in inner ear, was designed and produced. In the third didactical model, are visualized, through students interaction, areas of the cerebral cortex that interpret the different sensory modalities. In addition, were created three educational videos about hearing problems and a site on Human Hearing Physiology, available on Institute of Biosciences website. The results of this course conclusion monograph are presented in the form of articles that were submitted to Journal Physics in the School and the Journal of the Nucleus of Teaching.

KEY WORDS: hearing, didactic models, sensory perception, educational videos, educational sites.

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 A PRODUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO COMO ATIVIDADE DE FORMAÇÃO DO EDUCANDO DE NÍVEL SUPERIOR.....	1
1.2 PROPOSTA DE ARTICULAÇÃO ENTRE ENSINO DE GRADUAÇÃO E PRÁTICA EXTENSIONISTA....	2
1.3 FACILITANDO O ENSINO SOBRE A FISIOLOGIA DA AUDIÇÃO: PRODUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO.....	3
2 OBJETIVOS.....	5
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	6
3.1 MODELO DIDÁTICO SOBRE AUDIÇÃO.....	6
3.2 SITE E VÍDEOS EDUCATIVOS ACOPLADOS	6
3.3 MODELO ANATÔMICO DA ORELHA E DE VIAS SENSORIAIS DA PERCEPÇÃO	7
4 RESULTADOS.....	11
4.1 ARTIGO 1 - EXPLICANDO OS FENÔMENOS FÍSICOS DA AUDIÇÃO ATRAVÉS DE UM MODELO DIDÁTICO.....	12
4.2 ARTIGO 2 - INTERNET COMO ALIADA DA EDUCAÇÃO	20
4.3 ARTIGO3 – A PERCEPÇÃO DO MUNDO.....	25
5 CONCLUSÕES.....	34
REFERENCIAS.....	35
ARTIGO 1	35
ARTIGO 2	36
ARTIGO 3	36

1 INTRODUÇÃO

1.1 A produção de material didático como atividade de formação do educando de nível superior

Na Constituição Brasileira^[1] está escrito:

*“As universidades gozam de autonomia didático-científica, administrativa e de gestão financeira e patrimonial e obedecerão ao princípio da indissociabilidade entre **ensino, pesquisa e extensão**”.*
(Artigo 207).

O Fórum de Pró-Reitores das Universidades Públicas Brasileiras estabeleceu um **Plano Nacional de Extensão**^[2] (1999) que respalda a orientação constitucional reafirmando que as diretrizes para a extensão são a indissociabilidade com o ensino e a pesquisa, e que se deve privilegiar a interdisciplinaridade e a relação bidirecional com a sociedade. A expressão das atividades extensionistas poderia ocorrer de diversas formas (programas, projetos, cursos de extensão, eventos, prestações de serviço e elaboração e difusão de publicações e outros produtos acadêmicos) contemplando os temas: Comunicação, Cultura, Direitos Humanos, Educação, Meio Ambiente, Saúde, Tecnologia e Trabalho.

Na Lei de Diretrizes e Bases Nacionais da Educação Nacional^[3] (1996), em seu Capítulo IV- Da Educação Superior, no Artigo 43º, entre as finalidades da Educação Superior estão:

IV- promover a divulgação de conhecimentos culturais, científicos e técnicos que constituem patrimônio da humanidade e comunicar o saber através do ensino, de publicações ou de outras formas de comunicação.

VII - promover a extensão, aberta à participação da população, visando à difusão das conquistas e benefícios resultantes da criação cultural e da pesquisa científica e tecnológica geradas na instituição.

Outro aspecto importante é o de promover um processo de aprendizagem a partir da e sobre a realidade cotidiana e da prática profissional. Vasquez (1968, p. 206) já havia afirmado:

“A teoria em si não transforma o mundo. Pode contribuir para a sua transformação, mas para isso tem que sair de si mesma, e em primeiro lugar tem que ser assimilada pelos que vão ocasionar, com seus atos reais, efetivos, tal transformação.”^[4]

A Unesp, especifica e ressalta a importância da participação de alunos de graduação nos empreendimentos extensionistas através da Resolução UNESP nº 102 de 29 de novembro de 2000^[5] e da Resolução UNESP nº 53 de 03 de novembro de 2004^[6]. Então, é desejável que, durante a sua formação acadêmica, o estudante universitário de graduação pudesse refletir sobre qual é o papel da universidade pública e o seu compromisso com a sociedade, seja transferindo conhecimentos tecnológicos ou prestando serviços que pudessem melhorar a qualidade de vidas das pessoas. Em outras palavras, o exercício de aprendizagem sobre a sua profissão deveria extrapolar as salas de aula, podendo ocorrer por meio de descobertas científicas durante os estágios supervisionados (pesquisas de iniciação científica) ou por meio das atividades de extensão universitárias.

Para tornar essa prática viável, é necessário derrubar os muros da Universidade, seja facilitando o acesso da população para dentro da Universidade, seja a Universidade extrapolando os seus muros e interagindo com a sociedade civil. Além das interações presenciais como as visitas didáticas das Escolas à Universidade ou vice-versa, a atividade extensionista poderia ocorrer por meio da Internet, ferramenta que trouxe revolução na comunicação humana.

E como articular a atividade de extensão com o ensino de graduação?

1.2 Proposta de articulação entre ensino de graduação e prática extensionista

Um dos grandes desafios nas salas de aula é a realização de atividades pedagógicas integrando diferentes áreas do conhecimento. Há um mito entre os alunos do Ensino Médio de que as áreas de Ciências Biológicas não necessitam de conhecimentos de Matemática, Física e Química sendo o inverso, também verdadeiro. Ou seja, existe um mito de que as grandes áreas do conhecimento científico são independentes ou dissociadas umas das outras. Nos cursos de

Ciências Biológicas, por exemplo, as tentativas de integrar os conceitos de Física aos processos biológicos não são tão bem vindas pelos alunos. Somente quando demonstra-se que as adaptações biológicas estão intimamente associadas às propriedades físicas e químicas da matéria, se entregam ao fato.

O surgimento dos cursos graduação de nível superior como Física Médica, Física Biológica ou Bioinformática atestam que o conhecimento acadêmico moderno depende de uma visão integradora do todo e não por partes.

Não só temos a necessidade de romper a visão fragmentada do conhecimento como também, lidar com conteúdos de difícil ensinamento frente a sua complexidade, inacessibilidade visual ou falta de material didático. A disciplina de Fisiologia Humana é obrigatória para vários cursos de Ensino Superior (Física Médica, Medicina, Biomedicina e Ciências Biológicas) e de Ensino Básico (Biologia do Ensino Médio e Ciências do Ensino Fundamental). Nessa disciplina, há vários conteúdos cujo ensinamento envolve conceitos de Física, entre eles a Fisiologia da Audição.

1.3 Facilitando o ensino sobre a fisiologia da audição: produção de material didático

O sentido da audição é essencial para a comunicação humana, pois a linguagem falada é a característica mais comum e exclusiva da nossa espécie. Os outros mamíferos vocalizam, mas só a espécie humana é dotada de uma linguagem cujos padrões de vocalização possuem conteúdos semânticos complexos. Através da fala expressamos o nosso pensamento quando desejamos algo, desde a mais tenra idade e, por meio dela, aprendemos uns com os outros.

A integridade da função auditiva é tão importante que qualquer falha nesse sistema causa distúrbios no processo de aprendizagem da linguagem falada em crianças e, no idoso, a presbioacusia (ou a dificuldade de ouvir), acarreta o seu isolamento social e, muitas vezes, acreditando que se trata de um problema irreparável, alimenta um ciclo vicioso. Como pode ser percebido, a surdez acarreta um grande impacto na qualidade de vida das pessoas e trata-se de um conteúdo essencial na formação dos profissionais das áreas de saúde.

A produção de material didático sobre a Fisiologia da Audição nasceu primariamente do fato de os alunos de graduação das áreas de biológicas (Biologia, Medicina e Biomedicina) sentirem muita dificuldade de relacionar os estudos biológicos aos fenômenos físicos. Diante disso, a fim de facilitar o ensino desse conteúdo, produzimos modelos didáticos que tornassem os minúsculos elementos estruturais da orelha ampliados para que os alunos os visualizem mais detalhadamente. Ao mesmo tempo, incorporamos elementos funcionais aos modelos para despertar a curiosidade e, através da analogia, procuramos induzir a descoberta de como funciona a audição.

Esse processo envolveu dois alunos monitores: um do curso de Medicina e outro de Física Médica. Dada a carência de material didático, especialmente nas escolas públicas, os modelos construídos tornaram-se extremamente úteis nas atividades de extensão universitária, cujo público alvo são alunos do Ensino Fundamental e Médio, bem como os seus professores. Além dos modelos, foram produzidos também textos de apoio didático em linguagem de hipertexto disponibilizados na Internet, através do portal do Museu Escola do IB¹, um site educativo e institucionalizado da nossa unidade universitária, Instituto de Biociências pertencente à UNESP de Botucatu.

¹ http://www.ibb.unesp.br/museu_escola/index.php

2 OBJETIVOS

O presente trabalho de conclusão de curso tem como objetivos produzir materiais didáticos que auxiliem no processo ensino-aprendizagem do conteúdo de Fisiologia da Audição e Neurofisiologia.

Adicionalmente, uma breve reflexão sobre as perspectivas da articulação entre ensino e extensão universitária foi apresentada.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Modelo didático sobre audição

Os materiais utilizados para a fabricação do modelo e os seus métodos de confecção estão disponíveis no tópico *Audição* do tema *Qualidade de Vida das populações humanas* do site Museu Escola do IB^[7]. Tentamos utilizar materiais de baixo custo e fácil acesso para que qualquer pessoa pudesse reproduzi-lo.

A sua utilização em sala foi feita após explanação teórica sobre a Fisiologia da Audição, com a utilização de um vídeo educativo, explicado no próximo tópico, e do teste de Rinné^[8], que consiste em vibrar um diapasão e posicioná-lo no osso temporal, atrás do pavilhão auricular. Quando o indivíduo para de ouvir a vibração, coloca-se a parte vibrátil do diapasão na frente do pavilhão, o que o permite escutar o som novamente. Ambas atividades auxiliaram na discussão do funcionamento dos mecanismos auditivos e nas possíveis causas de patologias neste sistema.

No final da aula, o modelo foi apresentado como forma de revisão do conteúdo abordado, retomando todo o processo auditivo, sua anatomia e as possíveis patologias relacionadas a ele.

3.2 Site e vídeos educativos acoplados

O site Museu Escola do IB foi formulado com base em pesquisas bibliográficas adaptadas para uma abordagem a alunos e professores do Ensino Médio. No tópico *Audição*, foram colocados links de outros sites educativos, ampliando as possibilidades de busca e conhecimento do visitante, além do download de um banner sobre este assunto.

Foram desenvolvidos, para este site e também para utilização em sala de aula, três vídeos educativos sobre perda auditiva^[9] baseados em textos desenvolvidos pelos alunos de monitoria do curso de Medicina de 2006 e 2007 (Felipe Augusto Kazan de Oliveira, Bárbara Nardini Querido e Carolina Tabajara Garcia Bueno) e sob a supervisão de uma otorrinolaringologista, Profa Dra Silke Anna Thereza Weber da Faculdade de Medicina de Botucatu.

Com coordenação e direção da Profa. Dra. Silvia Mitiko Nishida, filmagem da Profa. Dra. Lúcia Maria Paleari, edição de Juliana Troll e Enio Yoshinori Hayasaka, adaptação de Juliana Troll e Roberto Badra, atuação do Grupo de Teatro Dona Maria Inês (grupo teatral de veia cômica composto por estudantes da Unesp Botucatu) e produção do NADi (Núcleo de Apoio Didático do IB), estes vídeos, gravados no próprio Instituto do Biociências de Botucatu, retratam as dificuldades de comunicação que uma criança, um adulto e um senil apresentam nos seus cotidianos.

Foram escolhidos esses três casos baseados na indicação do especialista e em dados da OMS (Organização Mundial da Saúde)^[10]:

- 1) Perda auditiva na infância: normalmente causada por más-formações congênitas quando os bebês são expostos a fatores de risco, como a rubéola, durante a gravidez. Dificulta o processo de aprendizagem e, sem uma avaliação médica correta, pode ser confundida com desatenção ou desobediência por parte do aluno, deixando de ser tratada adequadamente.
- 2) Perda auditiva adquirida: sua causa mais comum é a meningite. A exposição contínua a ruídos intensos também resulta em certa dificuldade na compreensão das palavras, em especial ao telefone, já que este não reproduz fielmente todas as frequências que compõe a fala humana.
- 3) Perda auditiva no idoso: conhecida como presbioacusia, é a degeneração natural das estruturas e funções do aparelho auditivo. Conduz o idoso ao isolamento social devido à dificuldade em comunicar-se e à falta de paciência de familiares e pessoas próximas para lidar com essa patologia.

3.3 Modelo anatômico da orelha e de vias sensoriais da percepção

Este trabalho iniciou-se como complemento de um modelo anatômico dos ossículos da orelha (Figura 1) desenvolvido pelo aluno de Medicina Felipe Augusto Kazan de Oliveira, durante a atividade de monitoria nas aulas de Fisiologia da Audição.



Figura 1: Modelo anatômico dos ossículos da orelha.

Após o desenvolvimento do modelo didático para explicar os fenômenos físicos da audição, decidimos elaborar um modelo que ilustrasse as vias sensoriais da percepção, não só auditiva como das demais modalidades sensoriais (Figura 2).



Figura 2: Visão frontal e visão lateral do modelo de vias sensoriais da percepção.

Para tanto, desenvolvemos uma hemi-cabeça e um hemi-cérebro de resina poliéster cristal. Produzimos também um circuito eletrônico que dinamiza o modelo de forma que, ao estimular os sentidos na hemi-cabeça, luzes coloridas acendem no cérebro sinalizando onde cada um destes é processado. Na Tabela 1, tem-se o sentido e o contato correspondente que fecha cada circuito e, na Figura 3, a parte posterior da hemi-cabeça e do hemi-cérebro com os circuitos de cada sentido indicados.

Tabela 1: Contatos que fecham os circuitos e acendem os LEDs para cada sentido.

Sentido	Contato
Audição	Microfone
Visão	LDR (sensor de luz)
Olfação	Peça de alumínio que encaixa nos contatos livres
Gustação	Peça de alumínio que encaixa nos contatos livres
Pressão	Placa de alumínio acoplada ao rosto, que ao ser pressionada, toca nos contatos livres.
Temperatura	Aparato com ímã que estimula outro ímã preso a uma mola e ligado ao circuito.
Equilíbrio	Movimento da placa na qual estão fixados à hemi-cabeça e ao hemi-cérebro faz contatos livres encostarem, fechando o circuito.

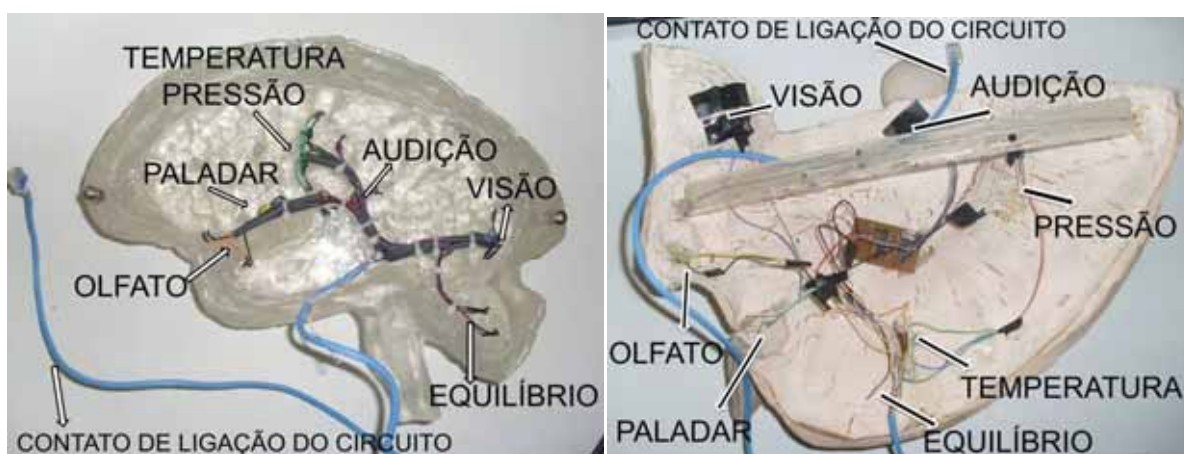


Figura 3: Das esquerda para a direita: visão da parte interna da hemi-cabeça indicando os contatos de cada sentido e visão da parte interna do hemi-cérebro indicando os LEDs correspondentes a cada sentido.

Este modelo foi montado numa caixa de madeira para facilitar o transporte e manuseio (Figura 4). Esta possui uma placa de madeira móvel na qual são fixados a hemi-cabeça e o hemi-cérebro.



Figura 4: Caixa de madeira. Da esquerda para a direita: visão frontal sem a tampa, visão frontal com a tampa, visão oblíqua com a tampa, visão posterior com a porta aberta.

Após detalharmos o acabamento e pintarmos a caixa, fixamos as peças na placa móvel e ligamos os circuitos eletrônicos.

Sua utilização em sala de aula ou em visitas didáticas pode ser realizada de diversas formas: tanto através da explicação detalhada de cada sentido e de sua projeção cortical, como permitindo que o aluno descubra sozinho pela interação com o modelo.

4 RESULTADOS

Como resultados deste trabalho, apresentamos dois artigos produzidos e enviados ao suplemento semestral “**Física na Escola**” da Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF)² o qual tem como objetivos dar apoio aos Professores do Ensino Médio e Fundamental e, um terceiro artigo que está sendo submetido para publicação no **Núcleo de Ensino**³ da Pro-reitoria de Graduação.

² <http://www.sbfisica.org.br/fne>

³ <http://www.unesp.br/prograd/nucleo2008/indexchapters.php>

4.1 Artigo 1 - Explicando os fenômenos físicos da audição através de um modelo didático

Submetido à Revista Física na Escola.

Explicando os fenômenos físicos da audição através de um modelo didático

Juliana Troll¹, Silvia Mitiko Nishida²

¹ juliana.troll@gmail.com ² nishida@ibb.unesp.br

Departamento de Fisiologia, Instituto de Biociências, Unesp Botucatu, SP, Brasil

Introdução

O estudo de fenômenos físicos da audição é feito há muito tempo. Em 1841, Seebeck e Ohm iniciaram um estudo sobre a percepção auditiva a vibrações senoidais. Estudo esse aperfeiçoado por Helmholtz, a partir de 1855, com o desenvolvimento dos ressoadores que levam seu nome ^[1].

O entendimento sobre o mecanismo de funcionamento dos órgãos internos do corpo humano é bastante dificultado pela sua invisibilidade. Além disso, há um mito de que os conteúdos de Física, Química e Biologia são completamente dissociados em função de currículos fragmentados, criando obstáculos ao aluno de Física para compreender os fenômenos físicos em sistemas biológicos.

Um desses sistemas é o da audição, cuja via é de grande importância na comunicação humana. Esse conteúdo da Fisiologia Humana faz parte do Currículo para o Ensino Médio e baseado no conhecimento existente sobre audição, na necessidade de conscientização sobre a perda auditiva e diante da complexidade e dificuldade apresentadas, propusemos um modelo didático para facilitar o ensino de Bioacústica.

Sistema Auditivo

A nossa orelha (Figura 1A) é dividida em três partes: orelha externa, que conduz o som para a orelha média, que por sua vez o amplifica para a orelha interna, onde ocorre a transdução do som em impulso nervoso pelo Órgão de Corti. Mas para que o som chegue a este órgão sem perder a qualidade da informação deve superar a impedância acústica através de amplificação mecânica.

Impedância acústica

A impedância acústica é definida como a dificuldade que o meio apresenta para a propagação do som. A decodificação dos estímulos sonoros em impulsos

nervosos ocorre dentro da cóclea (Figura 1B) e é realizada pelas células sensoriais ciliadas do Órgão de Corti (Figura 1C).

O interior da cóclea está repleto de líquido, portanto, as ondas sonoras que chegam pelo ar encontram resistência para atingir essas células. Assim, para haver a propagação do estímulo sonoro que incide na membrana timpânica até as células sensoriais no interior da cóclea, faz-se necessária a amplificação desse estímulo, já que grande parte dele seria perdido com a reflexão na transição do ar para o líquido, que oferece muito mais resistência à propagação sonora. [2]

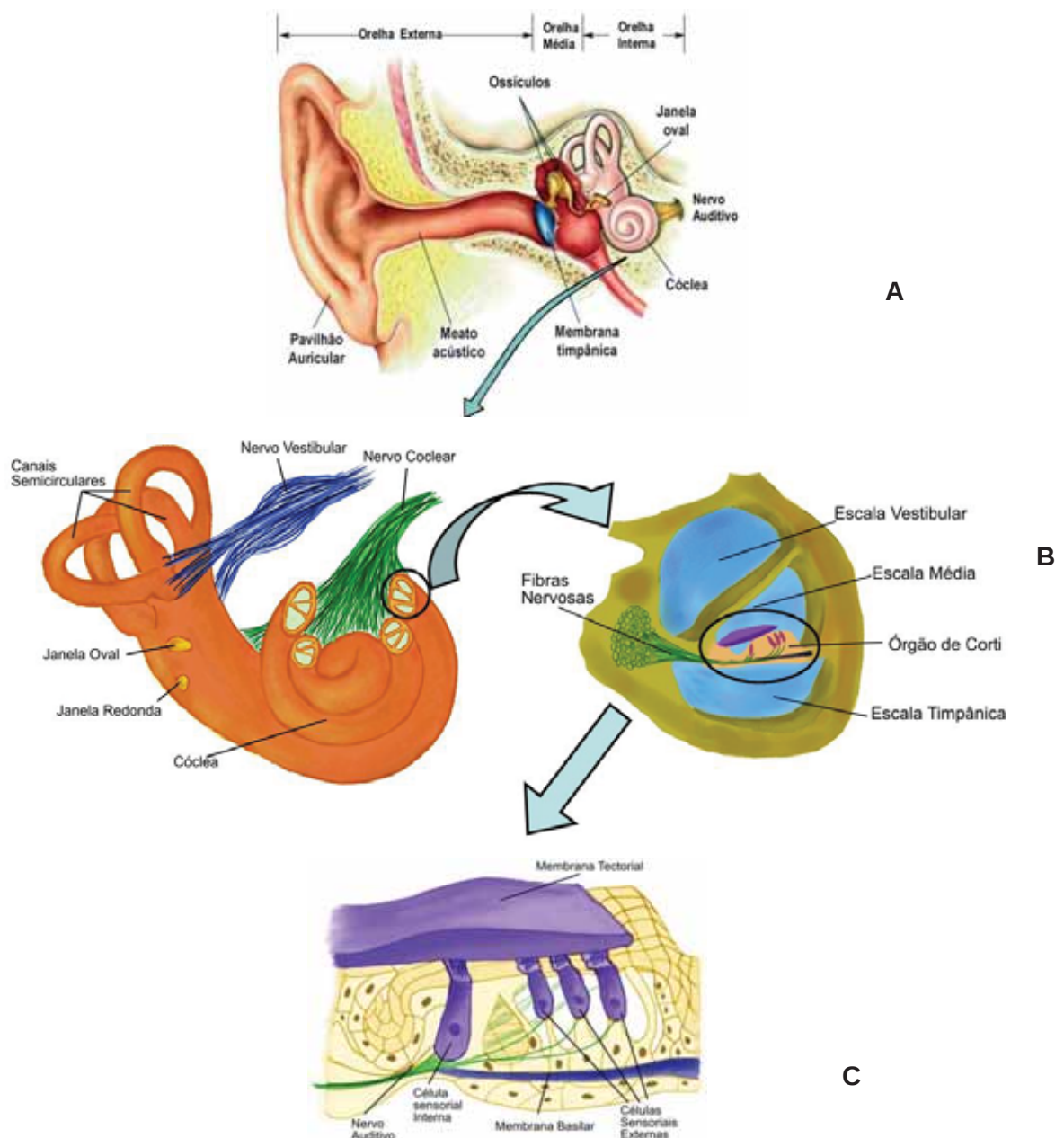


Figura 1: A) Esquema anatômico de orelha humana.^[3] B) Visão amplificada da Orelha Interna e visão transversal da cóclea. C) Representação do Órgão de Corti.

Qual teria sido, então, a solução que a evolução favoreceu nos animais vertebrados terrestres para que da orelha pudesse superar essa impedância? Basicamente há duas soluções complementares:

a) Diferença de áreas:

A diferença de superfície do tímpano e a base do estribo (Figura 2) é o fator que mais contribui para o processo de amplificação, já que a membrana timpânica possui uma área vibrátil aproximadamente 16 vezes maior que a janela oval. Como a pressão sonora é aplicada em cada milímetro do tímpano e esse transfere toda essa energia para a base do estribo, a concentração dessa energia se torna 16 vezes maior^[4]. Em outras palavras, a pressão aplicada no estribo ($P = F/A$, onde P = pressão, F = força e A = área) torna-se substancialmente amplificada. Pode-se fazer uma analogia sobre a geometria do prego: sendo a superfície da cabeça maior do que sua ponta, quando se aplica uma força em sua cabeça, a resultante na ponta será maior.

b) Sistema de alavancas:

Observa-se a presença de três ossículos na orelha média. O martelo, em contato com a membrana timpânica, está ligado à bigorna. Esta por sua vez se liga ao estribo, cuja base está assentada sobre a janela oval da cóclea.

O tamanho dos ossículos e o modo como estão articulados entre si, fornecem uma amplificação extra, pois o cabo do martelo é 1,3 vezes mais longo do que a bigorna, formando um conjunto de alavancas com ganho mecânico igual a 1,3. ^[4]

Considerando-se que o trabalho mecânico realizado pelo martelo e pelo estribo é igual e o martelo move-se numa distância maior, o estribo mover-se-á com maior força ($\tau = F \times d$, na qual τ = trabalho, F = força e d = distância).

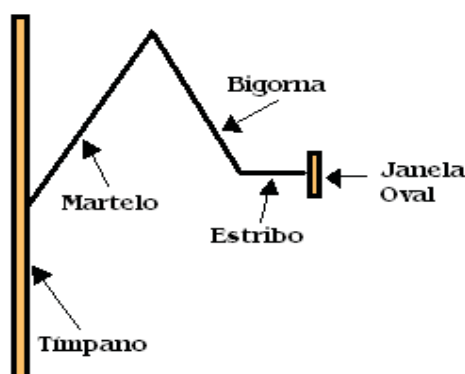


Figura 2: Esquema da orelha média, representados o tímpano, os três ossículos (martelo, bigorna e estribo) e a janela oval.

O ganho total de pressão sobre a janela oval será de $16 \times 1,3 = 20,8$ vezes, podendo variar de acordo com a anatomia do indivíduo. Por intermédio dos movimentos vibratórios na base do estribo, os sons que atingem a membrana timpânica são então amplificados e propagados para dentro da cóclea.

Alguns outros fatores anatômicos e físicos também têm importância na ressonância e amplificação sonora. O formato do pavilhão auditivo e o comprimento do meato acústico (aproximadamente 2,5 cm) auxiliam na captação do som, principalmente na faixa de frequências da fala humana (de 2,5 a 5 kHz aproximadamente). A temperatura e a pressão internas também devem ser levadas em consideração, pois qualquer mudança nelas acarreta em modificações na propagação sonora.

Uma exemplificação simples para esse fato é verificar a amplificação da percepção sonora, colocando as mãos em forma concha em continuidade aos pavilhões auriculares (Figura 3). Eis porque os idosos portadores de presbioacusia (ou redução na capacidade auditiva) realizam esse movimento quando tentam escutar.



Figura 3: Experiência proposta utilizando as mãos junto aos pavilhões auriculares em formato de concha para amplificar o som.

Transdução sensorial e percepção acústica

Uma vez realizado o casamento das impedâncias, o estímulo mecânico precisa ser convertido em impulsos nervosos.

Com a chegada da onda mecânica para dentro da cóclea, essa se propagará através do líquido coclear incompressível e a membrana basilar ressonará em função da frequência. O movimento da membrana basilar, sobre a qual estão os órgãos de Corti, estimulará as células sensoriais da audição presentes nele, ocorrendo a transdução sensorial ou a transformação de energia mecânica em

impulso nervoso. Impulso este que, por meio do nervo acústico (VIII par de nervo craniano), atingirá áreas corticais cerebrais no lobo temporal. Nessas áreas de projeção e associação acústica, ocorrerá a percepção ou a identificação dos significados sonoros como da língua que falamos, da música e dos sons da natureza.

O modelo didático e a sua construção

A construção do modelo foi baseada em algumas premissas: o uso do método analógico para representar o aparelho auditivo humano e a utilização de materiais de baixo custo como garrafas PET, mangueira transparente, balões de látex, EVA, tubo de PVC, miçangas de metal, madeira e acrílico com a intenção de garantir a acessibilidade e a reprodutibilidade.

O painel é composto de uma unidade representando as três orelhas, situada na porção inferior; dois modelos de órgãos de Corti responsáveis pela análise de frequência, nas laterais; e a representação do cérebro, com destaque às regiões corticais temporais, responsáveis pela percepção sonora.

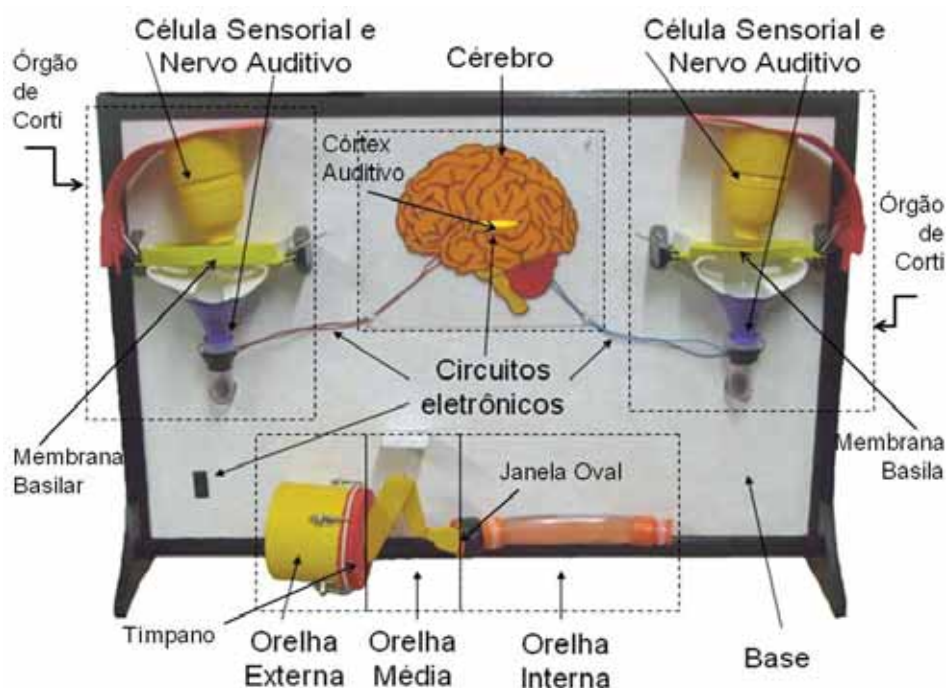


Figura 4: Modelo pronto no qual se visualiza, na parte inferior, as três divisões da orelha. Na parte superior lateral, o órgão de Corti está representado por uma célula sensorial e o nervo auditivo respectivo. São feitas duas representações deste para demonstrar a diferença de frequências. Na parte superior central, está a representação do cérebro com destaque à área cortical auditiva.

Este painel não é apenas uma representação da estrutura anatômica da audição. Ele foi produzido para interagir com os alunos, demonstrando o mecanismo funcional do processo fisiológico. Para tanto, foram feitos dois circuitos elétricos. Um deles movimenta um motor ligado a cada célula sensorial e outro à membrana timpânica, no interior da orelha externa, simulando a superação da variação de impedância acústica entre o meio aéreo e aquoso para altas e baixas frequências. Já o outro circuito liga o nervo acústico ao cérebro, demonstrando a transdução sensorial. Quando o primeiro circuito é acionado, faz com que as miçangas de metal dentro da célula sensorial, representando neurotransmissores, passem pela membrana basilar e atinjam o nervo auditivo, fechando o segundo circuito. Este acende LEDs na região cortical da audição na representação do cérebro. A descrição do modelo está disponível no site Museu Escola do IB^[3] com o procedimento passo a passo para a construção do modelo.

Sugestão para utilização do modelo

No início da aula o professor, poderá fazer o teste do diapasão em um voluntário (Figura 5) e comparar a audição por condução aérea e condução óssea. Faça o teste em outros voluntários e pergunte: Por que escutamos melhor quando o som se propaga, indiretamente, através da orelha externa para a orelha interna?



Figura 5: Teste de Rinné^[5] utilizando um diapasão.

Enquanto fala, peça aos alunos ajustarem as duas mãos junto aos pavilhões auriculares em forma de concha, como já explicado na Figura 3. Pergunte o que aconteceu e qual seria a hipótese explicativa.

Dado o tempo de discussão entre os alunos, enumere as hipóteses para cada caso. Inicie a explanação sobre a captação das ondas mecânicas sonoras, mostrando porque há um grande aumento qualitativo da audição com a justaposição

das duas mãos aumentando a área de captação de ondas sonoras pelo pavilhão auricular. Nesse momento pode ser chamada a atenção para o porquê de os idosos portadores de deficiência auditiva fazerem esse gesto.

Continue explanando sobre as etapas da condução sonora da orelha externa até a orelha interna. Atente para o fato de que a cóclea é cheia de líquido, necessitando que o som advindo do ar seja amplificado, evitando perda de informação sonora devido à variação de impedâncias acústicas ar-líquido. No modelo, mostre esta superação através do sistema de alavancas ósseas e da diferença de áreas de incidência da pressão sonora sobre a membrana timpânica e da base do estribo. Complete explicando a necessidade das células sensoriais ciliadas do Órgão de Corti em converter os sinais mecânicos em sinais elétricos conduzidos ao cérebro e lá ocorrer a compreensão sobre o significado dos sons que ouvimos e produzimos.

Através do modelo, é possível resgatar a idéia de indissociabilidade entre a matéria viva e as suas propriedades físicas. Essa aula promove também uma discussão sobre as possíveis causas de surdez e perdas auditivas, conscientizando os alunos sobre isso.

Referências

- [1] CAHAN, D. *Hermann von Helmholtz and the foundations of nineteenth-century science*, University of California Press, California, 1993.
- [2] HOBBIE, R.K.; ROTH, B.J. *Intermediate Physics for Medicine and Biology*, Springer, New York, 4th edition, 2007.
- [3] NISHIDA, S.M. et al. Como ouvimos o mundo? – O aparelho da audição. Apresenta conteúdo anatômico e fisiológico da orelha humana. Disponível em: <http://www.ibb.unesp.br/Museu_Escola/2_qualidade_vida_humana/Museu2_qualidade_corpo_sensorial_audicao1.htm>. Acesso em: 16 de out. 2009.
- [4] GARCIA, E.A.C. *Biofísica*, Sarvier Editora de Livros Médicos, São Paulo, 1^a. Edição, 1998.
- [5] DAVIDSON, T.M. Chapter 1: Head and Neck History and Physical Examination, School of Medicine - University of California, San Diego. Disponível em: <http://drdavidson.ucsd.edu/Portals/0/CMO/CMO_01.htm>. Acesso em 21 de set. 2009.

4.2 Artigo 2 - Internet como aliada da Educação

Submetido à Revista Física na Escola.

Internet como aliada da Educação

Juliana Troll¹, Felipe Augusto Kazan de Oliveira, Silke Anna Thereza Weber e Silvia Mitiko Nishida²

¹ juliana.troll@gmail.com ² nishida@ibb.unesp.br

Departamento de Fisiologia, Instituto de Biociências, Unesp Botucatu, SP, Brasil

O Brasil é um dos países que mais cresce na aquisição de equipamentos de Informática: em 2007, passou da sétima para quinta colocação em relação à venda de desktops e notebooks (aumento de 38% em relação à 2006). Segundo o IBOPE/NetRating^[1] já somos mais de 14 milhões de usuários acessando à Internet. Entre esses usuários, um grande contingente de jovens apresenta intensa produção de fotologs, blogs, participação em diversas comunidades temáticas, inclusive para compartilhar produções escolares.

A Internet é considerada uma verdadeira revolução no processo de comunicação, tornando a informação, virtualmente acessível a qualquer pessoa conectada a um terminal ligado a rede mundial de computadores, independentemente de sua origem ou classe social. Nesse momento histórico, há uma convivência entre gerações cuja intimidade com as tecnologias de Informática é estreita (estudantes) e outras que, ao contrário, uma grande maioria, não fazem idéia do poder de comunicação (professores). E como a Universidade poderia contribuir para superar esse abismo, especialmente, com a atenção voltada para o ensino básico e público? Como contribuir para que o acesso à informação acadêmica de qualidade tornasse fácil, pública, concentrada e que atendesse a demanda dos professores, especialmente do ensino básico e público?

Há muitas teorias acerca de como o conhecimento é construído. Não é o objetivo aqui discuti-las, mas sim refletir sobre as possibilidades de utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) para multiplicar conhecimentos e contribuir com o processo de ensino-aprendizagem. Nós acreditamos que as TIC, como qualquer outra ferramenta, pode ser utilizada para educar, ensinar, aprender, compartilhar conhecimentos, facilitar a interatividade em tempo real com pessoas que estão em regiões geográficas distantes, democratizando o acesso às informações, com a possibilidade de convergir várias formas de comunicação.

Com essa visão, o nosso objetivo foi o de produzir um site educativo sobre a Fisiologia da Audição (‘‘Como ouvimos o mundo?’’ - Figura 1), inserido dentro do

módulo temático “Como funciona o corpo humano?”. Esse módulo é conteúdo integrante do Portal “Museu Escola do IB” que está hospedado no site oficial do Instituto de Biociências como atividade certificada de extensão universitária.



Figura 1. Layout da pagina inicial “Como ouvimos o mundo”^[2].

O ‘Como ouvimos o mundo?’ possui os seguintes tópicos:

- **As propriedades do som:** Para entender o processo auditivo, é imprescindível compreender fenomenologicamente o que é o som e as suas propriedades como frequência, intensidade e timbre. Nesse contexto, a música e os instrumentos musicais são integrados para estimular o interesse pelo assunto.

- **O aparelho da audição:** Nesse tópico, são descritas as três orelhas, a contribuição de cada uma no processo auditivo e a forma como o cérebro interpreta as informações auditivas.

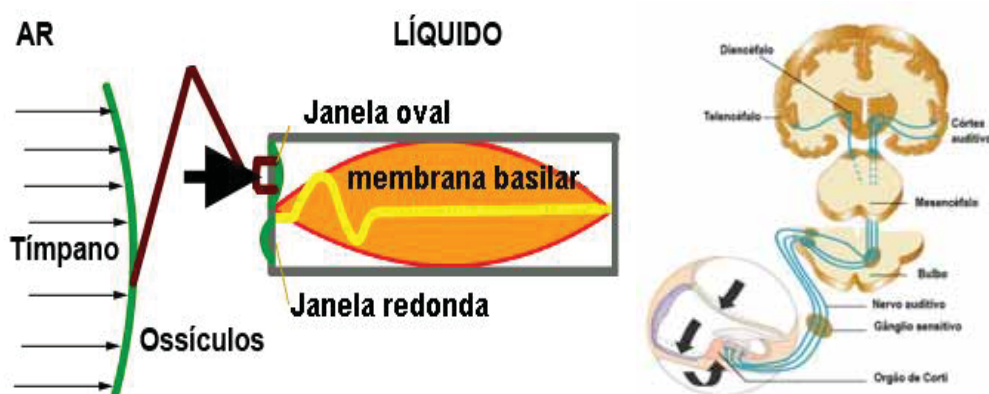


Figura 2: Esquema do funcionamento da orelha humana e via auditiva.^[2]

- **Saúde da Audição:** nesse capítulo o cidadão internauta é alertado para os riscos da poluição sonora e dá ciência sobre o **Programa Nacional de Educação e controle de Poluição Sonora**. Este tópico foi desenvolvido com a supervisão da otorrinolaringologista da Faculdade de Medicina da Unesp Botucatu, Prof. Dra. Silke Anna Thereza Weber.

- **Como produzimos sons?** Nesse item é explicado como os sons são produzidos pelo violino e por uma pessoa. É descrito como a fala é produzida, como a voz pode ser modulada, alterando a frequência e intensidade do som resultante, a importância da integridade do sentido da audição no aprendizado de novas palavras e fonemas, e a saúde da voz.

- **E quando não ouvimos?** Finalmente, uma convergência de multimeios, ou seja, da arte (teatro) e a ciência (Fisiologia da Audição). Foram produzidos três vídeos com o apoio do NADi (Núcleo de Apoio Didático do IB) e do Grupo de Teatro Dona Maria Inês (grupo de teatro amador formado por alunos de diversos cursos de graduação e pós-graduação do nosso Campus) sobre a deficiência auditiva. A obra **Ensaio sobre a Surdez** retrata os casos de surdez na infância, no adulto e no idoso.



Figura 3: Cenas dos três vídeos: “Hã?”, “Que?” e “Hein?”

1) Parte 1 – “Hã?”: Esse ensaio mostra como a deficiência auditiva na infância prejudica o processo de aprendizagem e, nos casos em que o professor não está preparado para percebê-lo, provoca interpretações equivocadas sobre o comportamento do aluno como sendo displicente e desinteressado.

2) Parte 2 – “Que?”: Diz respeito à surdez no adulto acarretando intervenção nas relações sociais. É a história de um jovem que, ao falar ao telefone, confunde as palavras que escuta, ditas pela jovem no outro lado da linha. Um potencial relacionamento que ia começar termina em desastre. Nesse caso,

evidenciou-se que o portador da deficiência, não faz conta do problema e fala com voz muito intensa.

3) Parte 3 – “Hein?”: Esse ensaio conta a história de um idoso com presbioacusia e o isolamento social em que se encontra por meio de um diálogo com o neto.

Esses arquivos podem ser acessados no link dos vídeos^[3] dentro do site “Como ouvimos o mundo?”.

Sugestão de utilização do material didático

Uma aula introdutória sobre Acústica ou Fisiologia da Audição poderia ser iniciada usando-se os vídeos para efeito de mobilização de atenção dos alunos, chamando a atenção sobre o impacto que a insuficiência auditiva causa nas pessoas. Simultaneamente, peça para um aluno colocar protetores auriculares e acompanhar o andamento da aula por uns 10 minutos. Em seguida pede-se ao voluntário para relatar a sua experiência, privado de ouvir sons. O professor poderá, a partir dos vídeos, discutir as hipóteses explicativas para cada caso, inclusive, sobre a função do protetor auricular. Em seguida, pode se solicitar aos alunos que tragam na próxima aula, os resultados da pesquisa sobre as hipóteses levantadas, usando entre vários materiais de pesquisa, o site educativo “Como ouvimos o mundo?”. A partir das hipóteses levantadas, o professor de Física poderá iniciar o ensino sobre os fenômenos bioacústicos e o professor de Biologia, sobre os mecanismos de fisiologia da audição.

Referências

[1] IBOPE//NETRATINGS. Internet residencial brasileira ultrapassa 14 milhões de usuários ativos. Disponível em: <<http://www.ibope.com.br/calandraWeb/servlet/CalandraRedirect?temp=5&proj=PortalIBOPE&pub=T&db=caldb&comp=IBOPE//NetRatings&docid=872F769C8E9E6CB783257249006335EB>>. Acesso em 16 de out. 2009.

[2] NISHIDA, S.M. et al. Como ouvimos o mundo? – O aparelho da audição. Apresenta conteúdo anatômico e fisiológico da orelha humana. Disponível em: <http://www.ibb.unesp.br/Museu_Escola/2_qualidade_vida_humana/Museu2_qualidade_corpo_sensorial_audicao1.htm>. Acesso em: 16 de out. 2009.

[3] NISHIDA, S.M.; TROLL, J. Como ouvimos o mundo? E quando não ouvimos? Apresenta três vídeos sobre perda auditiva. Disponível em: <http://www.ibb.unesp.br/Museu_Escola/2_qualidade_vida_humana/Museu2_qualidade_corpo_sensorial_audicao4.htm>. Acesso em 16 de out. 2009.

4.3 Artigo3 – A percepção do mundo

Submetido à Revista do Núcleo de Ensino da Unesp.

A percepção do mundo

Juliana Troll¹, Felipe Augusto Kazan de Oliveira, Silke Anna Thereza Weber e Silvia Mitiko Nishida²

¹juliana.troll@gmail.com ²nishida@ibb.unesp.br

Departamento de Fisiologia, Instituto de Biociências, Unesp Botucatu, SP, Brasil

O cérebro é o órgão mais complexo do nosso corpo e, ainda, o menos entendido do ponto de vista científico. Sem ele é impossível expressarmos os nossos sentimentos (de alegria, tristeza, medo e ansiedade, etc.), as idéias, o planejamento de uma ação voluntária, o raciocínio encadeado de idéias, enfim, não seríamos quem somos: seres pensantes que se emocionam, aprendem e têm uma história para contar.

Estamos vivendo um período batizado pelos neurocientistas de “Século do Cérebro” onde as pesquisas neurocientíficas poderão proporcionar conquistas revolucionárias para a humanidade. Essa idéia tem sido popularizada pela projeção do neurocientista brasileiro Miguel Angelo Laporta Nicolelis, considerado um dos 20 mais importantes cientistas da atualidade, dado o seu trabalho revolucionário que visa desenvolver próteses neurais para a reabilitação de pessoas portadoras de paralisia corporal^[1].



Figura 1: Miguel A. L. Nicolelis e o macaco-coruja, no qual interpretou a atividade cerebral e, a partir disso, moveu um braço mecânico^[2].

A longevidade da população mundial está aumentando e junto, a frequência de doenças neurodegenerativas ainda incuráveis, como o mal de Parkinson, o mal de Alzheimer, a esclerose múltipla e os acidentes vasculares cerebrais. Além disso, o nosso estilo de vida moderno também é responsável por um grande número de traumas causados ao sistema nervoso central e periférico, principalmente devido a acidentes automobilísticos.

As conquistas tecnológicas têm proporcionado vários métodos não-invasivos (tomografia computadorizada e a ressonância magnética funcional) para estudo do funcionamento do cérebro em pessoas acordadas. De fato, o interesse sobre como

funciona o cérebro está começando a fazer parte do nosso dia-a-dia nos grandes meios de comunicação. E nas escolas de ensino básico?

Nos cursos de Ensino Superior o conteúdo de Neurociências é obrigatório para vários cursos de graduação na área de Ciências Biológicas. No entanto, como não podemos visualizar o cérebro diretamente, o ensino sobre os seus mecanismos fisiológicos torna-se difícil, assim como a compreensão dos alunos, especialmente os de Ensino Médio e Fundamental. Mesmo entre os alunos do ensino superior pudemos constatar a existência uma cultura ``neurofóbica´´. Uma das razões para os estudantes de Medicina temerem o conteúdo de Neurociências é a complexidade da organização neuroanatômica e a sua nomenclatura (HAMAMOTO E NISHIDA, 2008). Entre os alunos de Ciências Biológicas a dificuldade é ter que pensar o conceito baseado apenas em elementos imaginários pela falta de peças anatômicas para o estudo comparativo (SILVA ET AL, 2008).

Além disso, os problemas neurológicos relacionados com o abuso de drogas de efeito psicotrópico, especialmente nos adolescentes, é um tema de preocupação relevante e um grande problema social. Como o Ensino Médio está tratando desses assuntos na sala de aula?

Para auxiliar a abordagem desses temas, desenvolvemos um modelo de vias sensoriais da percepção, no qual está representada a metade direita da cabeça humana com a metade direita do cérebro visível (Figura 2). Nessa cabeça, estão representados todos os sentidos especiais (visão, audição, equilíbrio, gustação e olfação) e dois sentidos somestésicos (pressão e temperatura), que ao serem acionados, tornam visíveis as suas respectivas áreas corticais de processamento no cérebro.



Figura 2: Modelo de vias sensoriais da percepção: hemi-cabeça e hemicérebro representando os sentidos.

Materiais e Métodos

Os materiais utilizados, exceto a parte eletrônica, foram:

- ✓ 2kg de argila a base de óleo de densidade leve
- ✓ Fios e tela metálica
- ✓ 5kg de borracha de silicone
- ✓ 3kg de resina cristal
- ✓ Caixas de papelão
- ✓ Lixas para resina
- ✓ Tinta acrílica
- ✓ Placas de Madeira

Inicialmente, fizemos uma peça da cabeça moldada com fios de metal, coberta e modelada com argila a base de óleo de densidade leve. O tamanho aproximado dessa peça é de 50 cm de altura, 40 cm de largura e 20 cm de profundidade (Figura 3A).

Posteriormente, com papelão, montamos uma caixa um pouco maior do que a peça (aproximadamente 1,5cm maior do que as medidas do modelo) e com borracha de silicone foi feito o molde (Figura 3B).

Após respeitar-se o tempo de vulcanização (secagem) da borracha, retiramos o modelo de argila do molde. Aplicamos, então, diversas camadas de resina ao molde a fim de que ela tivesse uma camada suficientemente espessa para retirá-la sem haver quebra. Após desacoplar o modelo de resina do molde (Figura 3C), fizemos um acabamento utilizando lixas, retirando o excesso de resina e alisando a peça ao máximo.



Figura 3: Etapas de produção da hemi-cabeça. A) peça de argila da hemi-cabeça, B) processo de produção do molde da hemi-cabeça e C) peça de resina da hemi-cabeça antes do acabamento.

A parte superior da hemi-cabeça foi retirada para que o hemi-cérebro ficasse exposto quando montado na madeira. O processo de fabricação do hemi-cérebro (Figura 4) é idêntico ao da cabeça. Suas dimensões são aproximadamente 20 cm de altura, 40 cm de largura e 15 cm de profundidade.



Figura 4: Peça de resina poliéster cristal do

Foram feitos diversos furos na hemi-cabeça e no hemi-cérebro a fim de encaixar os componentes dos circuitos elétricos desenvolvidos para ligar as sensações demonstradas na cabeça à sua área cortical correspondente no cérebro (Figura 5). Estes circuitos serão mais bem detalhados à frente.

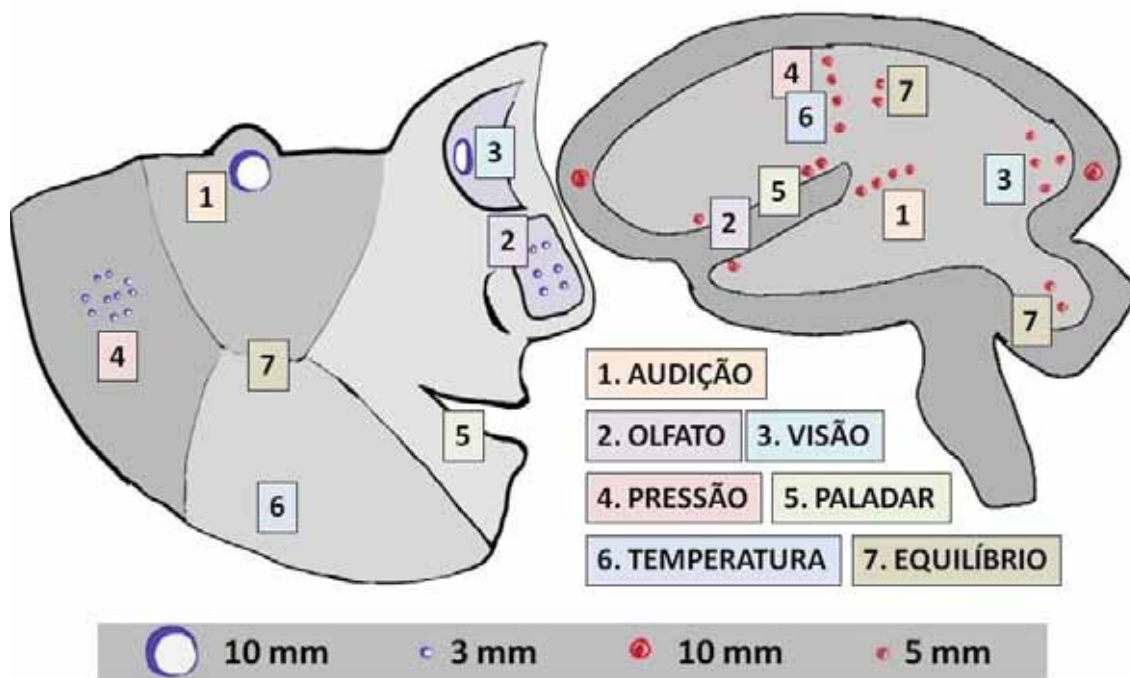


Figura 5: Esquemas e tamanhos dos furos de encaixe de cada sentido na hemi-cabeça (visão frontal) e no hemi-cérebro (visão posterior). Os furos roxos transpassam a resina, os vermelhos apenas aprofundam alguns milímetros. Os sentidos temperatura (6) e equilíbrio (7) não possuem furos na hemi-cabeça e no esquema estão sinalizando a sua localização interna. Os furos vermelhos de 10mm são para o encaixe de parafusos para a fixação do hemi-cérebro à caixa.

Para que a hemi-cabeça tivesse cor e textura de pele, foi feita uma camada de borracha de silicone bege em cima da resina. Fizemos o modelo da orelha e da língua também com borracha de silicone bege e as fixamos ao rosto. O olho foi feito

de resina através dos mesmos métodos utilizados para fazer o hemi-cérebro e a hemi-cabeça e, posteriormente, foi pintado utilizando tinta acrílica. Para a fixação da hemi-cabeça, foi feita com fio metálico e resina poliéster cristal, uma placa de 5mm de espessura que transpassa horizontalmente a peça (Figura 6A) Encaixados estes elementos na hemi-cabeça (Figura 6B), foram montados e encaixados os circuitos elétricos.

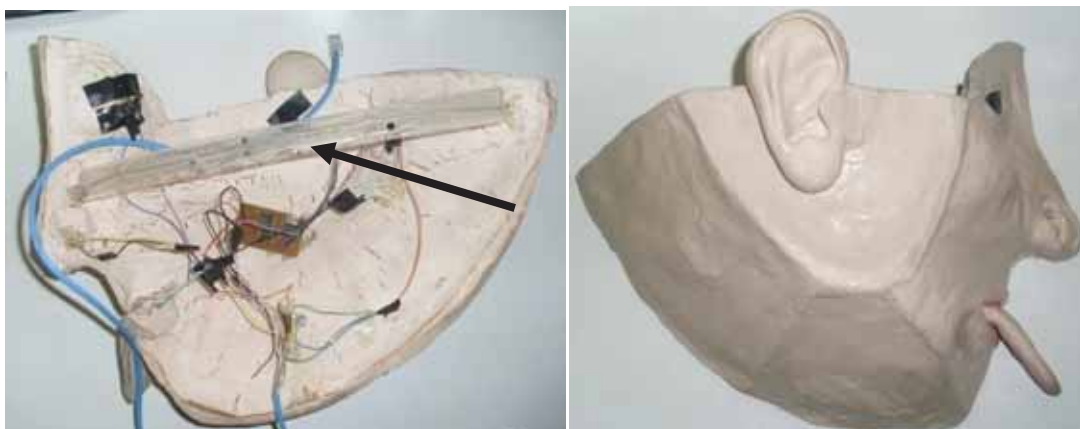


Figura 6: Peça de resina da hemi-cabeça. A) Visão interna, com a indicação da placa para fixação. B) Visão externa, já coberta por borracha de silicone bege com olho, língua e orelha já fixados.

Para que as peças e os circuitos fiquem fixos, montamos uma caixa de madeira com a frente móvel (Figura 7) e os encaixamos nela. Na frente da caixa acoplamos uma placa de madeira móvel para fixar as peças permitindo sua movimentação para demonstrar o sentido do equilíbrio.

Nesta placa móvel e na parede da caixa posterior a esta, foram feitos furos para a passagem dos fios que ligam os contatos na hemi-cabeça, aos circuitos dentro da caixa e, por sua vez, aos LEDs encaixados no hemi-cérebro.



Figura 7: Caixa de madeira com uma placa móvel acoplada a frente.

Foram feitos circuitos separados para cada sentido, porém todos eles possuem um circuito comum (Figura 8), no qual variam apenas os contatos. Nestes circuitos, utilizamos resistências de 10 K Ω , 470 Ω e 680 Ω , capacitores de 470 μ F, transistores KN2222A, trimpots 100K e LEDs de alta intensidade de 7 cores diferentes, ligados a um transformador de saída 12V / 300mA, o que difere em cada circuito (contato na hemi-cabeça) está descrito na Tabela 1.

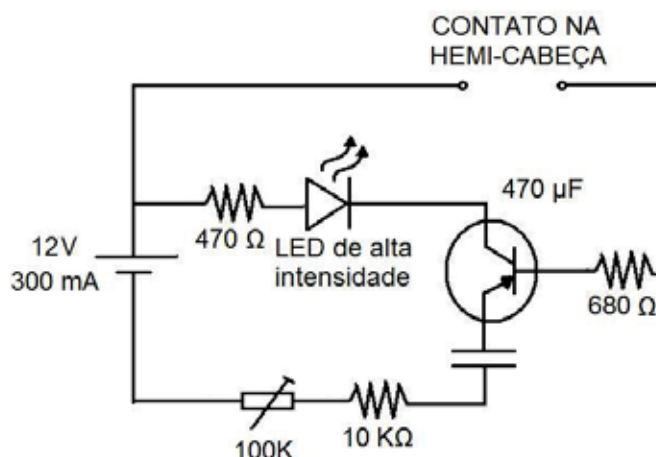
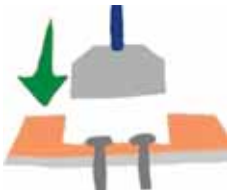
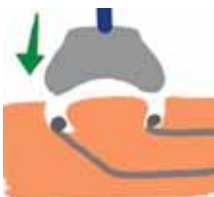
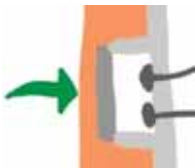
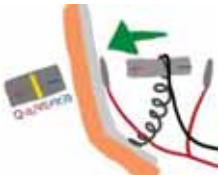


Figura 8: Circuito elétrico comum a todos os sentidos do modelo de vias sensoriais da percepção.

Tabela 1: Diferenças nos circuitos de cada sentido com desenhos explicativos e fotos do circuito em funcionamento. As setas verdes nos desenhos indicam a direção do movimento a ser executado.

Sentido	Diferenças	Desenhos Explicativos	Resultado
Audição	Um circuito LED Rítmico acoplado acende os LEDs conforme o som captado pelo microfone.		
Visão	Um LDR (light dependent resistor – resistor dependente de luz) muda a intensidade dos LEDs conforme a intensidade da luz que incide sobre ele.		

Olfacção	No nariz, um fio do circuito foi separado e fixado em 2 furos. Ao encaixar uma peça de alumínio, representando uma molécula de odor, nessas 2 terminações, o circuito é fechado, funcionando essa como uma chave. Foram feitos 3 deste para demonstrar diferentes odores.		
Gustação	Na língua, um fio do circuito foi separado e fixado em 2 furos. Ao encaixar uma peça de alumínio, representando uma molécula de sabor, nessas 2 terminações, o circuito é fechado, funcionando essa como uma chave. Foram feitos 4 deste para demonstrar as 4 papilas gustativas.		
Pressão	Uma placa de alumínio acoplada à borracha de silicone da face, ao ser pressionada, toca no contatos livres posicionados na resina, funcionando como uma chave para o circuito.		
Temperatura	Um aparato com ímã acoplado a uma mola na parte interior da face é estimulado por um ímã na parte exterior, fazendo com que o ímã da parte interior mova a mola e toque numa terminação de metal fixada ao circuito, funcionando como uma chave.		
Equilíbrio	Um fio fixado na madeira móvel, ao movimento desta, toca outros fios fixados na parte interior na caixa, fechando o circuito.		

Após os circuitos estarem acoplados na caixa, para que o modelo funcione, basta conectar o circuito à rede elétrica.

A interação dos alunos com o modelo depende da didática do professor. Este pode permitir que os estudantes experimentem o modelo livremente, tirando suas próprias conclusões, como também pode questioná-los a respeito de cada sentido, explicando-os e demonstrando-os separadamente.

Referências

[1] INSTITUTO INTERNACIONAL DE NEUROCIÊNCIAS DE NATAL EDMOND E LILY SAFRA. Idéias Revolucionárias. Disponível em: <http://www.natalneuro.org.br/noticias_brasil/2009-06junho.asp>. Acesso em: 22 de set. 2009.

[2] IPCDIGITAL.COM. Macaco nos EUA movimenta pernas de robô no Japão. Disponível em: <<http://www.ipcdigital.com/br/Noticias/Japao/Macaco-nos-EUA-movimenta-pernas-de-robo-no-Japao>>. Acesso em: 22 de set. 2009.

[3] HAMAMOTO FILHO, P.T. ; NISHIDA, S. M. . Neurofobia - Por que alunos de Medicina têm reservas com relação às Neurociências?. In: 6.º Congresso Paulista de Educação Médica, 2008, Ribeirão Preto/SP. Anais do 6.º Congresso Paulista de Educação Médica, 2008.

[4] SILVA, DF ; MATHEUS, S. M. M. ; NISHIDA, S.M. ; DINIZ, R.E.S. Comparando encéfalos: material didático para o ensino de Biologia. Arquivos do Mudi (Online), v. 11, p. 9-13, 2008.

5 CONCLUSÕES

Quando o processo de aprendizagem está associado à experiência pessoal e à visualização do fenômeno, até mesmo através de modelos analógicos, a apreensão do conhecimento é significativamente melhor.

A utilização da internet mostra-se uma forma eficaz na difusão de conhecimento e auxílio em pesquisas escolares, principalmente quando o conteúdo desenvolvido é feito especificamente para determinado nível de ensino e permite a ligação com outros sites que complementam o assunto abordado.

A conscientização sobre deficiências auditivas realizada pelos vídeos educativos pôde, através do riso causado por situações absurdas do cotidiano, fazer com que os espectadores refletissem sobre as consequências da falta deste sentido.

Pode-se dizer que este trabalho compõe uma unidade didática sobre Fisiologia da Audição, ou seja, nele fazem parte diversos métodos complementares ao ensino desse assunto, desde modelos sobre anatomia, física e percepção sensorial, até conteúdos virtuais e vídeos educativos, como mostra o fluxograma abaixo.



Portanto, conclui-se que a utilização de diferentes métodos de fácil acesso e/ou de simples desenvolvimento, modificando a rotina da sala de aula, auxilia o processo de ensino-aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- [1] BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, Senado, 1988.
- [2] REDE NACIONAL DE EXTENSÃO. Ações de Extensão. Disponível em <http://www.renex.org.br/documentos/COOPMED/05_Acoes_Extensao_COOPMED.pdf>. Acesso em: 16 de out. 2009.
- [3] RIBEIRO, Darcy. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional* (Lei n. 9394/96). Brasília: Centro Gráfico, 1997.
- [4] VASQUEZ, A. *Filosofia da Práxis*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1968.
- [5] PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO DA UNESP. Dispõe sobre o Regimento Geral da Extensão Universitária na UNESP. Resolução UNESP nº 102, de 29 de novembro de 2000.
- [6] PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO DA UNESP. Define as atividades de extensão universitária na UNESP. Resolução UNESP nº 102, de 29 de novembro de 2000.
- [7] NISHIDA, S.M. et al. Como ouvimos o mundo? – O aparelho da audição. Apresenta conteúdo anatômico e fisiológico da orelha humana. Disponível em: <http://www.ibb.unesp.br/Museu_Escola/2_qualidade_vida_humana/Museu2_qualidade_corpo_sensorial_audicao1.htm>. Acesso em: 16 de out. 2009.
- [8] DAVIDSON, T.M. Chapter 1: Head and Neck History and Physical Examination, School of Medicine - University of California, San Diego. Disponível em: <http://drdavidson.ucsd.edu/Portals/0/CMO/CMO_01.htm>. Acesso em 21 de set. 2009.
- [9] NISHIDA, S.M.; TROLL, J. Como ouvimos o mundo? E quando não ouvimos? Apresenta três vídeos sobre perda auditiva. Disponível em: <http://www.ibb.unesp.br/Museu_Escola/2_qualidade_vida_humana/Museu2_qualidade_corpo_sensorial_audicao4.htm>. Acesso em 16 de out. 2009.
- [10] ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Deafness and hearing impairment. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs300/en/>. Acesso em 21 de set. 2009.

Artigo 1

- [1] CAHAN, D. *Hermann von Helmholtz and the foundations of nineteenth-century science*, University of California Press, California, 1993.
- [2] HOBBIE, R.K.; ROTH, B.J. *Intermediate Physics for Medicine and Biology*, Springer, New York, 4th edition, 2007.
- [3] NISHIDA, S.M. et al. Como ouvimos o mundo? – O aparelho da audição. Apresenta conteúdo anatômico e fisiológico da orelha humana. Disponível em:

<http://www.ibb.unesp.br/Museu_Escola/2_qualidade_vida_humana/Museu2_qualidade_corpo_sensorial_audicao1.htm>. Acesso em: 16 de out. 2009.

[4] GARCIA, E.A.C. *Biofísica*, Sarvier Editora de Livros Médicos, São Paulo, 1ª. Edição, 1998.

[5] DAVIDSON, T.M. Chapter 1: Head and Neck History and Physical Examination, School of Medicine - University of California, San Diego. Disponível em: <http://drdavidson.ucsd.edu/Portals/0/CMO/CMO_01.htm>. Acesso em 21 de set. 2009.

Artigo 2

[1] IBOPE//NETRATINGS. Internet residencial brasileira ultrapassa 14 milhões de usuários ativos. Disponível em: <<http://www.ibope.com.br/calandraWeb/servlet/CalandraRedirect?temp=5&proj=PortalIBOPE&pub=T&db=caldb&comp=IBOPE//NetRatings&docid=872F769C8E9E6CB783257249006335EB>>. Acesso em 16 de out. 2009.

[2] NISHIDA, S.M. et al. Como ouvimos o mundo? – O aparelho da audição. Apresenta conteúdo anatômico e fisiológico da orelha humana. Disponível em: <http://www.ibb.unesp.br/Museu_Escola/2_qualidade_vida_humana/Museu2_qualidade_corpo_sensorial_audicao1.htm>. Acesso em: 16 de out. 2009.

[3] NISHIDA, S.M.; TROLL, J. Como ouvimos o mundo? E quando não ouvimos? Apresenta três vídeos sobre perda auditiva. Disponível em: <http://www.ibb.unesp.br/Museu_Escola/2_qualidade_vida_humana/Museu2_qualidade_corpo_sensorial_audicao4.htm>. Acesso em 16 de out. 2009.

Artigo 3

[1] INSTITUTO INTERNACIONAL DE NEUROCIÊNCIAS DE NATAL EDMOND E LILY SAFRA. Idéias Revolucionárias. Disponível em: <http://www.natalneuro.org.br/noticias_brasil/2009-06junho.asp>. Acesso em: 22 de set. 2009.

[2] IPCDIGITAL.COM. Macaco nos EUA movimenta pernas de robô no Japão. Disponível em: <<http://www.ipcdigital.com/br/Noticias/Japao/Macaco-nos-EUA-movimenta-pernas-de-robo-no-Japao>>. Acesso em: 22 de set. 2009.

[3] HAMAMOTO FILHO, P.T. ; NISHIDA, S. M. . Neurofobia - Por que alunos de Medicina têm reservas com relação às Neurociências?. In: 6.º Congresso Paulista de Educação Médica, 2008, Ribeirão Preto/SP. Anais do 6.º Congresso Paulista de Educação Médica, 2008.

[4] SILVA, DF ; MATHEUS, S. M. M. ; NISHIDA, S.M. ; DINIZ, R.E.S. Comparando encéfalos: material didático para o ensino de Biologia. Arquivos do Mudi (Online), v. 11, p. 9-13, 2008.