



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE BIOLOGIA

DANIELLE FERNANDES DA SILVA

**“SISTEMA NERVOSO x DEMAIS SISTEMAS: DIAGNÓSTICO
DO CONHECIMENTO PRÉVIO EM ALUNOS INGRESSANTES
NO ENSINO SUPERIOR”**

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida pelo(a) candidato (a) <u>DANIELE FERNANDES DA SILVA</u> e aprovada pela Comissão Julgadora.
--

Dissertação apresentada ao Instituto de
Biologia para obtenção do Título de
Mestre em Biologia Celular e Estrutural,
na área de Anatomia.

Orientador: Prof. Dr. Humberto Santo Neto

Campinas, 2009

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE BIOLOGIA – UNICAMP**

Si38s

Silva, Danielle Fernandes da
Sistema nervoso x demais sistemas: diagnóstico do conhecimento prévio em alunos ingressantes no ensino superior / Danielle Fernandes da Silva. – Campinas, SP: [s.n.], 2009.

Orientador: Humberto Santo Neto.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia.

1. Anatomia - Ensino. 2. Sistema nervoso. 3. Estudantes universitários - Avaliação. I. Santo Neto, Humberto, 1953-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. IV. Título.

Título em inglês: Nervous system x others: diagnosis of university first-year students prior knowledge.

Palavras-chave em inglês: Anatomy - Teaching; Nervous system; College students – Rating of.

Área de concentração: Anatomia.

Titulação: Mestre em Biologia Celular e Estrutural.

Banca examinadora: Humberto Santo Neto, Luís Antonio Violin Dias Pereira, Joffre Guazzelli Filho.

Data da defesa: 12/03/2009.

Programa de Pós-Graduação: Biologia Celular e Estrutural.

Campinas, 12 de março de 2009

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Humberto Santo Neto (Orientador)


Assinatura

Prof. Dr. Luís Antonio Violin Dias Pereira


Assinatura

Prof. Dr. Joffre Guazzelli Filho


Assinatura

Profa. Dra. Cristina Pontes Vicente

Assinatura

Prof. Dr. Ademir de Marco

Assinatura

Índice

<i>Agradecimentos</i>	– 6
<i>Resumo e Abstract</i>	– 8
<i>Introdução</i>	– 11
<i>Capítulo 1</i>	– 15
<i>Capítulo 2</i>	– 18
<i>Capítulo 3</i>	– 26
<i>Capítulo 4</i>	– 29
<i>Capítulo 5</i>	– 38
<i>Conclusões</i>	– 47
<i>Bibliografia</i>	– 49
<i>Anexos</i>	– 54
<i>Anexo 1</i>	– 55
<i>Anexo 2</i>	– 58
<i>Anexo 3</i>	– 59
<i>Anexo 4</i>	– 62

Lista de Gráficos:

<i>Gráfico 1</i>	– 31
<i>Gráfico 2</i>	– 32

Lista de Tabelas:

<i>Tabela 1</i>	– 31
<i>Tabela 2</i>	– 32
<i>Tabela 3</i>	– 33
<i>Tabela 4</i>	– 34

Agradecimientos

Em primeiro lugar, quero agradecer a Deus por ter permitido que eu chegasse até aqui, talvez se eu não acreditasse em Sua existência, hoje não tivesse este trabalho escrito.

Em segundo lugar, ao meu pai Vanderlei (in memoriam), agradeço por ter me ensinado a ler e escrever e por ter mostrado que os livros são os melhores amigos que uma pessoa pode ter; à minha mãe Vanda, agradeço por ter me ajudado em todos esses anos de estudo, mesmo quando tudo parecia perdido. Obrigada também à minha irmã Luciana, pelas idéias boas e pelas idéias malucas também. À Baby, minha cachorra por ser minha companheira durante esses anos todos, mesmo quando eu estava sem tempo para brincar com ela como deveria. À Antonella, por ter chegado há tão pouco tempo e ter me ajudado muito com sua compreensão em não poder pular no computador enquanto eu estava escrevendo, hahaha.

Em terceiro, agradeço ao pessoal da UNICAMP, em especial ao meu orientador, o Prof. Humberto, por ter me aceitado como sua aluna sem nem me conhecer, desde 2005, ao pessoal do Programa de Pós-graduação em Biologia Celular e Estrutural, em especial à Lílíam, querida Secretária, pela prontidão com que sempre nos atende e responde às nossas intermináveis perguntas; aos Professores do Programa, pela oportunidade de chegar ao final de um ciclo, sabendo um pouco mais do que eu sabia quando cheguei aqui; e à CAPES, pela Bolsa concedida, sem a qual eu certamente teria sido forçada a abandonar o curso.

Em quarto, agradeço ao pessoal do Departamento de Anatomia da UNESP, a todos os professores, que me ajudaram na coleta dos dados nos dois anos consecutivos, e por me apoiarem durante todo o tempo que passei nessa Universidade; ao Joffre, que sempre me ajuda quando preciso, e que me aguenta até hoje; e ao Wilson, pelas orientações, não só sobre este trabalho. Ao professor Renato, agradeço pelas agradáveis e inúmeras conversas que tivemos, mesmo depois de formada.

Em quinto, porém não menos importante, agradeço a mim mesma, por dois motivos: primeiro, por ser sempre minha melhor amiga; e segundo, por não desistir nunca.

Es ist noch kein Meister vom Himmel gefallen. (O saber não cai do céu)

Provérbio alemão

Also, viel Spaß zum lesen!!

Resumo e Abstract

RESUMO

A Biologia é uma disciplina do Ensino Médio cujo objetivo é fornecer noções básicas de como funciona o mundo onde vivemos e de como os seres vivos se relacionam com o ambiente e como interagem, além de conhecer a estrutura e o funcionamento do corpo humano. Em cursos superiores, sobretudo os da área Biológica, essas noções básicas são fundamentais para facilitar o acompanhamento de disciplinas como a Anatomia e a Fisiologia. Entre os assuntos que despertam curiosidade, e ao mesmo tempo apresentam-se com dificuldades ao serem abordados em sala de aula, estão as Neurociências, cujas dificuldades no ensino/aprendizagem podem estar relacionadas à complexidade da natureza tridimensional do Sistema Nervoso. Este trabalho admite a hipótese de que os alunos que ingressam em cursos superiores da área de Ciências Biológicas possuem menor conhecimento dos assuntos relacionados ao Sistema Nervoso em relação aos demais sistemas orgânicos. Outros objetivos deste trabalho foram: examinar o quanto do assunto sistema nervoso tem sido exigido pelos exames vestibulares, e como os livros trazem o assunto “Neurociências”, para saber o tipo de material de que os alunos dispõem para estudar fora da sala de aula. Aplicamos uma avaliação diagnóstica contendo assuntos relacionados à Anatomia e Fisiologia no Ensino Médio a alunos ingressantes de duas Instituições de Ensino Superior públicas paulistas, no 1º dia letivo de todos os cursos da área biológica em cujo currículo consta a disciplina de Anatomia. No total, foram aplicados 308 questionários. Na comparação entre os acertos do Sistema Nervoso e os dos outros sistemas, a média para o Sistema Nervoso foi significativamente menor ($p < 0,05$). Com relação às questões de Vestibular, analisamos no total 1108 questões de Anatomia/Fisiologia. A porcentagem das questões referentes ao Sistema Nervoso não é diferente daquelas dos Sistemas Respiratório, Endócrino, Urinário e Locomotor, embora seja significativamente menor quando comparadas aos Sistemas Reprodutor e Circulatório.

Palavras-chave: Ensino de Anatomia, Neurociências, Educação, Vestibular, Anatomia.

ABSTRACT

Knowledge in Neuroanatomy is crucial to understand others “*neuro*” subjects such as Physiology, Pathology, Surgery and Imaging for students in health sciences. However, teaching Neuroanatomy, is not an easy task and although students often find the brain to be a marvel of complexity they always have difficulty in learning and sometimes they even refuse to take classes that cover brain anatomy. In this study, we hypothesized that in Brazil, at the time students enroll to health sciences courses they may know less about Nervous System than others issues in Gross Anatomy. In this study, a 30 multiple-choice tests being 5 tests of each system in Gross Anatomy: Digestive, Respiratory, Circulatory, Urinary, Nervous and Genital based on the secondary schools programs was applied. Tests were extracted from a database representative freely available at a website and they were sequentially ordained as above quoted. Participants were 308 students of health sciences that enrolled for the first time in a human anatomy course in two public Brazilians Universities. Test was applied before the first lesson in Anatomy. Our results demonstrate that the percentage of correct answers in Nervous System was significantly lower than Digestory, Respiratory, Circulatory, Urinary, and Genital. These findings lead us to conclude that in fact students know less about Nervous system before starting Goss Anatomy courses.

Keywords: Nervous System, Teaching Neuroanatomy, Gross Anatomy, Education, Anatomy.

Introdução

INTRODUÇÃO

A Biologia é uma disciplina do Ensino Médio cujo objetivo é fornecer noções básicas de como funciona o mundo onde vivemos e de como os seres vivos se relacionam com o ambiente e como interagem, além de conhecer a estrutura e o funcionamento do corpo humano.

Muitas vezes, no Ensino Superior, essas noções básicas são fundamentais para facilitar o acompanhamento de disciplinas em cursos superiores, sobretudo os da área Biológica. Isto é mais evidente na área de Biologia Aplicada à Saúde (Humana e Animal), pois as noções de Anatomia e Fisiologia trazidas do Ensino Médio são as bases conceituais para a aprendizagem e posterior aproveitamento do conteúdo aprendido durante o Ensino Superior.

Sendo a Biologia uma área que integra e utiliza conceitos de outras áreas da ciência, como Matemática, Química, Física, Filosofia e Sociologia, os professores de Biologia do Ensino Médio podem enfrentar dificuldades quando necessitarem ensinar aos alunos a integração entre ciência e seu uso cotidiano. Entre os assuntos que despertam curiosidade, e ao mesmo tempo apresentam-se com dificuldades ao serem abordados em sala de aula, estão as Neurociências, a qual vem ganhando crescente destaque na mídia, devido principalmente ao envelhecimento populacional e das doenças de origem neurológica a ela associadas.

Os alunos dos cursos superiores da área de Ciências Biológicas (Enfermagem, Medicina Veterinária, Biologia, etc.) necessitam de conhecimentos prévios sobre Neurociências como fundamentos para as disciplinas de Anatomia e Fisiologia, em especial.

Em uma disciplina, porque os professores normalmente ministram aulas sobre vários conteúdos, é natural que haja comparação entre os rendimentos das aulas. No caso da Anatomia, em geral percebe-se que os alunos não acompanham as aulas de Neuroanatomia do mesmo modo com que participam das aulas sobre outros assuntos, pois parece haver mais dificuldade para compreender conceitos relativos a essas aulas do que em relação às outras. Assim, durante as aulas de Anatomia no Ensino Superior, embora os alunos já tenham ouvido falar e muitas vezes consigam discorrer sobre temas do Sistema Cardiovascular, por exemplo, muitas vezes não conhecem o que são nervos cranianos, por exemplo, embora este conceito conste dos programas do ensino Médio e dos programas de vestibulares. A organização anatômica do Sistema Nervoso é fundamental para apresentar os sintomas de doenças relacionadas a ele, ou seja, o local da doença é mais importante do que seu próprio desenvolvimento. Há uma percepção geral de que os alunos apresentam dificuldades para aprender (ou compreender) conceitos de Neuroanatomia

e, sobretudo em associar as estruturas anatômicas com suas respectivas funções. (FARMER & KRIGMAN, 1967; NOLTE, 1993).

Para alguns especialistas, como Nolte (1993), as dificuldades no ensino/aprendizagem podem estar relacionadas à complexidade da natureza tridimensional do Sistema Nervoso. Some-se a isto o fato de que na maioria das vezes a Neuroanatomia é ministrada ao mesmo tempo, nas visões macro e microscópica.

Até onde sabemos, não foi cogitada a possibilidade de que a dificuldade de aprendizagem em Neuroanatomia, em nossos cursos superiores, poderia ser associada também à falta de conhecimento prévio, ou seja, das noções fundamentais que deveriam ser adquiridas durante o estudo da Biologia no Ensino Médio.

Este trabalho tem como base a hipótese de que os alunos egressos do Ensino Médio e que ingressam em cursos superiores da área de Ciências Biológicas possuam menor conhecimento dos assuntos relacionados ao Sistema Nervoso em relação aos demais sistemas orgânicos. Este foi o objetivo principal deste trabalho.

Para investigar essa hipótese, uma avaliação diagnóstica contendo assuntos relacionados à Anatomia e Fisiologia no Ensino Médio foi aplicada a alunos ingressantes em duas Instituições de Ensino Superior públicas paulistas, no 1º dia letivo de todos os cursos da área biológica em cujo currículo consta a disciplina de Anatomia. Trata-se, portanto, de uma pesquisa quantitativa, pautada em uma avaliação cognitiva (diagnóstica).

Uma vez examinada essa hipótese, este trabalho teve outros objetivos como, por exemplo, examinar o quanto do assunto sistema nervoso tem sido exigido pelos exames vestibulares, pois este fato pode estar diretamente relacionado aos resultados obtidos após termos testados nossa hipótese.

O trabalho está apresentado da seguinte forma:

CAPÍTULO 1: refere-se às dificuldades no ensino-aprendizagem da Neuroanatomia e apresenta o desenho geral do estudo.

CAPÍTULO 2: comenta a relevância do conhecimento sobre o Sistema Nervoso para a formação do indivíduo durante o Ensino Médio, e situa o Sistema Nervoso nos principais documentos que regem o Ensino Médio.

CAPÍTULO 3: descreve os objetivos e a metodologia.

CAPÍTULO 4: resultados da pesquisa.

CAPÍTULO 5: trata da discussão dos resultados obtidos e das medidas encontradas para atrair a atenção para o ensino do sistema nervoso.

CONCLUSÕES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS: traz os termos de autorização do Comitê de Ética na Pesquisa envolvendo seres humanos e o termo de responsabilidade e consentimento dos alunos em participar da pesquisa (anexos 1 e 2), a avaliação a que os alunos foram submetidos para a coleta de dados deste trabalho (anexo 3), e o trabalho oriundo desta Dissertação (anexo 4).

Capítulo 1

O PROBLEMA

No decorrer da disciplina de Anatomia, quando ministrada nos diversos cursos superiores da área de Ciências Biológicas, muitos docentes ministram aulas sobre vários assuntos diferentes relacionados a esse componente curricular. Desse modo, é natural que haja comparações a respeito do rendimento das aulas ou mesmo entre avaliações de diferentes conteúdos, uns em relação a outros. Percebe-se que os alunos, em geral, têm mais dificuldade para entender (e conseqüentemente, aprender) Neuroanatomia do que para aprender os conceitos relativos aos demais sistemas. Nolte (1993) coloca que ensinar Neuroanatomia não é uma tarefa fácil e, segundo este autor, os alunos ainda dizem pensar que o Sistema Nervoso é maravilhoso, apesar de ser complexo, e que eles sempre têm dificuldades para aprender, às vezes ficando confusos ao acompanhar as aulas.

A necessidade da carga horária destinada aos atendimentos extraclasse na disciplina de Neuroanatomia ser, em geral, bem maior que aquela destinada aos demais sistemas ensinados na Anatomia, também atesta o quão difícil tem sido a Neuroanatomia para os alunos.

É possível que a dificuldade em se aprender Neuroanatomia decorra de vários fatores e alguns obstáculos à compreensão e aprendizagem seriam:

- 1- Complexidade estrutural e a distribuição topográfica do sistema nervoso;
- 2- Necessidade de se associar aos conhecimentos anatômicos a função de boa parte das estruturas, sem o que a simples apresentação anatômica tornar-se-ia mais abstrata. Serve como exemplo disto o estudo das grandes vias aferentes e eferentes.
- 3- Necessidade de estudar simultaneamente os aspectos macro e microscópicos (p. ex.: os núcleos e tratos). Para isto exige-se muita abstração e capacidade de visualização, por parte dos alunos.
- 4- Dimensão do Sistema Nervoso em comparação a outros sistemas. A nomenclatura é abundante e a origem etimológica dos termos anatômicos exige capacidade de memorização. Além disto, boa parte da linguagem e definição de termos de outros sistemas já é familiar em relação àquelas do sistema nervoso (p. ex.: nomenclatura das câmaras cardíacas, nomenclatura dos órgãos do Sistema Urinário, etc.), quando os alunos ingressam nos cursos superiores.

Neste trabalho admitimos e testamos a hipótese de os alunos egressos do Ensino Médio conhecem menos de Sistema Nervoso relação a outros sistemas, o que também dificultaria o aprendizado em Neuroanatomia.

DESENHO GERAL DO ESTUDO

Este estudo desenvolveu-se em duas etapas. A primeira delas consistiu na aplicação de um teste para avaliação diagnóstica dos conhecimentos prévios em Neuroanatomia em relação aos demais sistemas, e verificação de frequência de questões sobre esse assunto em exames Vestibulares; também foi realizada uma análise baseada em leitura de livros didáticos de Biologia (Ensino Médio). Essas duas últimas análises poderiam justificar o resultado da avaliação. A segunda etapa do trabalho consistiu na elaboração de atividades baseadas em metodologias pedagógicas, que eventualmente possam despertar o interesse e facilitar o ensino de Neurociências, no Ensino Médio.

Os participantes foram alunos ingressantes em cursos superiores da área de Ciências Biológicas. O critério para inclusão desses alunos na pesquisa foi voluntário, ou seja, aqueles que desejaram aderir à proposta, assim o fizeram, e os mesmos assinaram um termo de consentimento e responsabilidade para participar da pesquisa (anexo 4).

O teste foi aplicado a alunos ingressantes de Universidades Públicas, durante o primeiro dia de aula de cada turma, para que o conhecimento adquirido durante as aulas não interferisse nos resultados. Os dados foram tabulados utilizando-se Análise de Variância (ANAVA) e o Teste de Tukey para comparação de médias, com significância estatística de 5%.

Mais detalhes sobre o delineamento experimental estão descritos no Capítulo II.

Capítulo 2

O organismo dos animais é coordenado por dois sistemas: o Sistema Nervoso e o Sistema Endócrino. O Sistema Nervoso é quem coordena o organismo de forma rápida, através de sinais elétricos. Em contrapartida, o Sistema Endócrino o faz lentamente, através da produção e secreção de hormônios. O Sistema Nervoso, por sua vez, controla o Sistema Endócrino, através de hormônios estimuladores de outras glândulas (ROMER & PARSONS, 1985). O Sistema Nervoso é responsável pela integração e funcionamento de todos os sistemas do organismo, seja ele humano ou não. O conteúdo do Sistema Nervoso, no contexto de cronogramas de escolas privadas no Brasil, em geral, resume-se a poucas aulas: com isso, conceitos importantes poderiam não ser contemplados pelo professor, diminuindo a chance de o aluno ter um conhecimento mais amplo do assunto.

Atualmente, o currículo de Biologia no Ensino Médio não é uniforme, ou seja, não existe uma lista-padrão de tópicos a serem ministrados (BRASIL, 2006); devido a isso, muitas escolas no País adotam os programas de Vestibular como modelo para inserção dos conteúdos do ano letivo.

É de interesse, neste momento, examinar a importância que o Sistema Nervoso assume para a formação do aluno do Ensino Médio, e de que forma os dois principais documentos que regem o Ensino Médio no Brasil, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de Biologia e a Proposta Curricular para o ensino de Biologia no Estado de São Paulo, manifestam-se a respeito do ensino do Sistema Nervoso.

Adicionalmente, trataremos de alguns aspectos conceituais sobre conhecimentos prévios, uma vez que os utilizamos neste trabalho. Finalmente, trataremos neste Capítulo da hipótese de que os alunos ingressam no Ensino Superior com conhecimentos menores sobre o sistema nervoso, quando este é comparado aos outros sistemas do organismo.

2.1 – Da importância do Sistema Nervoso para a formação do aluno no Ensino Médio

O ensino de Ciências e de Biologia, no Ensino Médio, deve permitir aos alunos a possibilidade de saber como funciona o mundo onde vivemos e como os seres vivos se relacionam com ele. Para isso, utilizam-se também conhecimentos provenientes de outras disciplinas, como a Química, a Física e a Matemática (BRASIL, 2006), as quais, de modo integrado, podem fornecer uma visão de mundo interessante, de um ponto de vista genérico.

Um dos desafios para os professores de Ciências e Biologia está em mostrar aos alunos como se dá a integração entre as diversas áreas da ciência como um todo, e em como apresentar esses assuntos, os quais são, às vezes, de difícil compreensão. Quando se trata do Sistema Nervoso, a questão se torna ainda mais difícil. As características anatômicas e funcionais tornam o estudo do Sistema Nervoso complexo, o que se agrava pelo fato de que a nomenclatura utilizada atualmente para ensinar o Sistema Nervoso ser abundante e em alguns livros mais antigos estar desatualizada.

Nesses livros, os termos que aparecem se baseiam nos primeiros termos propostos, quando apenas se supunham as funções das partes do cérebro e do Sistema Nervoso, e ainda não se conhecia de fato a histologia desse sistema (SILVA, 2005), e alguns desses termos ainda constam nos livros didáticos utilizados pelos estudantes e professores do Ensino Médio. O conhecimento atual da relação estrutura/função poderia facilitar a compreensão no estudo do sistema nervoso (DI DIO, 2002), tornando-o interessante e atrativo.

O Sistema Nervoso é formado por estruturas especializadas em receber estímulos, associá-los e enviar respostas a esses estímulos. Sua função primordial é integrar e coordenar todos os demais sistemas de órgãos do corpo dos animais vivos (ROMER & PARSONS, 1985; DI DIO, 2002). Ele permite reação a mudanças contínuas nos meios interno e externo ao (MOORE, 2001), coordena e processa informações provenientes do meio externo, e organiza respostas reflexas e comportamentais, além de planejar e executar movimentos voluntários (BERNE *et al.*, 2000). Esta forma de integração entre os sistemas do corpo ocorre de maneira rápida, devido ao fato de haver sinais elétricos envolvidos, ao contrário do que ocorre com o sistema endócrino, o outro sistema de controle e integração entre os demais no corpo dos animais metazoários (ROMER & PARSONS, 1985), onde a comunicação baseada em sinais químicos, os hormônios, ocorre mais lentamente.

Aprender o Sistema Nervoso durante o Ensino Médio pode ser útil até mesmo para a melhor compreensão da classificação dos seres vivos, bem como da importância da organização e compreensão da diversidade da vida na Terra, pois o Sistema Nervoso é diferente em cada uma das classes de animais, principalmente nos Vertebrados, quando a diversidade entre os encéfalos é grande.

O conhecimento do Sistema Nervoso pode também ser útil durante o estudo da evolução dos seres vivos, pois pode ser mote de discussão sobre a evolução das espécies, considerando

mecanismos de mutação, seleção natural e seleção genética, além de traçar as grandes linhas da evolução (SILVA, 2005).

Talamoni (2007) chama a atenção para o papel do ensino e da aprendizagem das Ciências, dizendo que a concepção de que aprender ciência, para além de ser uma apropriação indiscriminada de conteúdos, deve importar aos alunos como uma forma de se relacionar e compreender o meio em que vivem, porque só assim os conhecimentos científicos poderão ter significado, mostrando-se viáveis para a vida dos mesmos. Deve possibilitá-los a interagir com este de forma mais adequada e concisa.

Seria desejável que o estudante do Ensino Médio fosse capaz de discorrer com certa facilidade sobre a importância do Sistema Nervoso para a interação entre os animais (inclui-se o homem nesse contexto) e o meio, e também sobre o controle que o Sistema Nervoso tem sobre os demais, sendo, portanto, um sistema de integração e comunicação entre os diversos órgãos do corpo e entre os seres vivos entre si.

2.2 – O Sistema Nervoso e os Parâmetros Curriculares Nacionais

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) constituem um documento elaborado pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC) para padronizar os temas que devem ser ministrados aos alunos de Ensino Médio nas salas de aula, em todo o País.

Os PCN estabelecem que o ensino de Biologia deva, basicamente, propiciar um aprendizado útil à vida e ao trabalho, no qual as informações, as competências e as habilidades desenvolvidas sejam instrumentos de percepção, desenvolvimento pessoal ou de aprendizado permanente (BRASIL, 2006). Em termos gerais, os PCN instituem que o aprendizado de cada disciplina deva considerar o desenvolvimento de competências que levem o aluno a resolver problemas na prática (BRASIL, 2006), utilizando o conhecimento obtido em sala de aula e fora dela (POZO *et al.*, 1998), pois, não se deve desprezar a experiência de vida de cada aluno. Estabelece, ainda, que o que o ensino deve ser ministrado de modo que o aluno possa desenvolver as habilidades de compreensão de símbolos específicos de cada conteúdo de cada disciplina, traçar estratégias para resolver problemas, além de relacionar as informações e as tecnologias que surgem em cada área do conhecimento (BRASIL, 2006).

Dominar os conteúdos biológicos para compreender os debates científicos atuais e deles participar constitui uma das finalidades do estudo da Biologia no ambiente escolar. Outra

qualidade que se espera adquirir pelo estudo da Biologia no Ensino Médio é: enfrentar questões com sentido prático que a humanidade tem proposta visando à manutenção de sua própria existência e também de sua saúde, alimentação, tecnologia, etc. (BRASIL, 2006).

Para os PCN de Biologia, o assunto “Neurociências” não tem um momento determinado para ser abordado, pois não há um currículo-padrão. Neste documento, a Evolução tem destaque no conteúdo de Biologia, pois permeia todos os assuntos a serem abordados durante o ano letivo. O que consta neste documento são temas gerais da Biologia que devem ser contemplados pelo currículo, e os professores têm liberdade e autonomia para prepará-lo e selecionar o que os alunos devem aprender nos três anos do ensino médio. Na edição de 2006 dos PCN, a disciplina de Biologia pode ser ministrada de várias formas, pois não existe uma sugestão de ordem dos temas: deste modo, o professor também tem autonomia para escolher a ordem dos temas que entram em seu planejamento anual.

De acordo com os PCN, o assunto “Neurociências” pode ser inserido em unidades temáticas: naquela que trata da diversidade da vida, e na que se refere à evolução dos seres vivos. Na primeira unidade, dividida em quatro subitens, o Sistema Nervoso pode ser inserido na subunidade 2, denominada “Os seres vivos diversificam os processos vitais”, e na subunidade 3, “Organizando a diversidade dos seres vivos”. Em relação à outra unidade temática, o professor pode inserir o tema no momento em que for ministrar o conteúdo de zoologia de vertebrados e, ao caracterizar os hábitos e *habitats* dos animais, relacioná-los quanto à forma e função dos seres vivos no meio onde estão. Neste contexto, o Sistema Nervoso serviria como parâmetro para comparação entre os animais das diferentes classes, e para ilustrar as diferentes adaptações aos seus estilos de vida. É o momento em que o professor deve direcionar os alunos a reconhecer todos os princípios básicos e as especializações dos sistemas orgânicos dos animais, e estabelecer relações entre as funções vitais dos organismos a partir dos conceitos trabalhados na zoologia.

Segundo os PCN, os temas referentes ao Sistema Nervoso poderiam ser abordados de 2 modos, sendo o primeiro durante o 2º semestre da 2ª e 3ª séries, respectivamente – a idéia é tratar primeiramente a vida como um todo, e aos poucos enfocar os seres humanos; ou durante o 1º semestre da 1ª e 2ª série, quando se aborda os seres vivos de uma escala microscópica para uma macroscópica.

2.3 – O Sistema Nervoso na Proposta Curricular para o Ensino de Biologia no Estado de São Paulo

Outro documento oficial para o ensino de Biologia é a “Proposta Curricular para o ensino de Biologia no Ensino Médio – Estado de São Paulo”. Assim como os PCN, este é um documento oficial, criado pela Secretaria de Educação do Estado para orientar o que deve ser ensinado nas escolas, sejam elas públicas ou privadas.

De acordo com o mesmo, o aluno deverá adquirir uma visão prática sobre a Biologia. Assim, quando o professor abordar um tema mais relevante do ponto de vista científico do que o do cotidiano, o aluno terá condições de raciocinar de modo mais integrado e crítico com a realidade (SÃO PAULO, 2008). O documento ainda ressalta o fato de que a aprendizagem deve ser ativa, para que o aluno possa efetivamente se apropriar do conhecimento adquirido na escola, ou seja, o documento segue uma abordagem construtivista.

Assim como nos PCN, neste documento o assunto “Neurociências” não tem um momento determinado para ser ministrado. Nele há uma proposição de que o ensino da Biologia seja feito a fim de que o aluno tenha condições de perceber as relações e diferenças entre os seres vivos de modo integrado. Há sugestão de que o tema Anatomia/Fisiologia seja ministrado no 2º bimestre da 3ª série do ensino médio, porém o professor é livre para selecionar o que vai ensinar para os alunos, inclusive a carga horária de cada um dos subitens eleitos. A proposta distributiva dos conteúdos de Biologia deste documento possui a seguinte seqüência: uma visão da disciplina como um todo primeiramente, para aos poucos centrar a atenção nos seres humanos; em seguida espera-se que o aluno compreenda os aspectos gerais da fisiologia celular e discuta os mecanismos geradores da variabilidade dos seres vivos e suas grandes etapas de evolução. Finalmente o aluno deve entender a diversidade dos seres vivos e suas relações entre suas formas e funções, ampliando o conhecimento obtido na série anterior (SÃO PAULO, 2008).

2.4 – Considerações acerca dos conhecimentos prévios

Conhecimento prévio é todo o conhecimento adquirido durante a vida, e que pode ser resgatado e utilizado para resolver uma determinada situação. São construções elaboradas espontaneamente a partir da relação entre o indivíduo e o meio onde vive, e geralmente são estáveis e resistentes à mudança conceitual. Em geral, visam à utilidade prática e neles não cabem

conceitos científicos formais. No ambiente escolar, os conhecimentos prévios diferem com relação à natureza e ao conteúdo Pozo *et al.* (1998).

Segundo Brink (2001), David Ausubel argumenta que, se partirmos do princípio de que experiências do passado influenciam a nova aprendizagem e a memória pelo impacto na estrutura cognitiva, então, obrigatoriamente a transferência (aplicação de conhecimentos adquiridos numa situação anterior) desempenha um papel na aprendizagem.

Por sua vez Hámers e Overtoom (*apud* BRINK, 2001) dizem que aprender é ligar a nova informação ao conhecimento já existente, e que todos os tipos de conhecimento prévio se envolvem na construção de novas representações de informação. Deste modo, quando se coloca uma informação nova para o aluno, ao existir uma estrutura cognitiva previamente estabelecida, o aprendizado da informação nova se dá de maneira mais rápida e eficiente.

Pode-se então, a partir destas informações, afirmar que a ativação do conhecimento prévio do estudante parte do princípio de que os alunos devem saber aplicar aquilo que aprendem na escola noutros contextos. Durante as experiências de aprendizagem os alunos constroem por si próprios idéias e explicações para os fenômenos que presenciam, as quais podem ser muito resistentes a mudanças. Admite-se que “tanto os professores quanto os alunos trazem seus conceitos pré-formados para a sala de aula, e isso sem dúvida interfere na aula dada pelo professor e na aula compreendida pelo aluno” (TALAMONI, 2007).

Martins, Santomauro e Bibiano (2009) colocam, ainda, que diagnosticar o conhecimento prévio dos alunos em determinado conteúdo pode ajudar na aprendizagem, ao passo que se pode dividir a turma em grupos menores e heterogêneos em termos de conhecimento para estudar alguns assuntos e assim “quem sabe menos passa a aprender com quem sabe mais”. Portanto, partindo deste exemplo, o diagnóstico do conhecimento prévio dos alunos em Sistema Nervoso deve ser avaliado para ser utilizado como ponto de partida para elaborar e selecionar estratégias didáticas para induzir o aluno a compreender melhor o sentido das informações passadas durante as aulas e assim aprender significativamente.

2.5 – O livro didático

Em geral, os livros didáticos são avaliados periodicamente por especialistas do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), um órgão do Ministério da Educação e Cultura (MEC) também responsável pela distribuição dos livros para as escolas.

No Brasil, existem três programas do Governo Federal voltados ao livro didático: o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM) e o Programa Nacional do Livro Didático para a Alfabetização de Jovens e Adultos (PNLA). Seu objetivo é o de prover as escolas das redes federal, estadual e municipal e as entidades parceiras do programa Brasil Alfabetizado com obras didáticas de qualidade (BRASIL, 2004). Os livros de Biologia são avaliados e distribuídos pelo PNLEM. O professor recebe a lista de indicações dos livros e escolhe o que for mais adequado aos alunos, e então o FNDE envia as obras para a escola.

É comum que os docentes utilizem livros didáticos para preparar suas aulas. Atualmente, o livro didático tem presença importante na sala de aula e, muitas vezes, substitui o professor, quando deveria ser um dos elementos de apoio ao trabalho docente (CARLINI-COTRIM & ROSEMBERG, 2006). Nesse sentido, os conteúdos e métodos utilizados pelo professor em sala de aula estariam na dependência dos conteúdos e métodos propostos pelo livro didático adotado, pois segundo as mesmas autoras, “a ênfase na aprendizagem por meio de problemas-padrão e exercícios com respostas fechadas afasta o aluno da descoberta”. Na maioria das vezes, os livros didáticos são o único material impresso de que muitos alunos brasileiros dispõem (Fundação IBGE, 1982, *apud* CARLINI-COTRIM & ROSEMBERG, 2006).

Assim, devido ao uso dos livros didáticos como norteador do programa curricular de Biologia para o Ensino Médio, pode-se dizer que o ensino do Sistema Nervoso durante a disciplina de Biologia no Ensino Médio está diretamente relacionado ao conteúdo dos livros didáticos atuais, embora por vezes o conteúdo trazido pelos livros a respeito desse assunto não coincidam com o conteúdo estabelecido pelas entidades organizadoras dos exames vestibulares.

Capítulo 3

OBJETIVOS

- a) O principal objetivo deste trabalho é verificar o conhecimento prévio de alunos ingressantes em cursos superiores da área de Ciências Biológicas sobre o Sistema Nervoso, em relação aos outros sistemas do organismo, através de uma avaliação diagnóstica;

Outros objetivos são:

- b) Analisar a frequência de questões sobre Sistema Nervoso, em comparação com os demais sistemas, nas provas de Biologia dos principais Vestibulares do País;
- c) Examinar de que forma o assunto “Sistema Nervoso” é apresentado nos principais livros de Biologia utilizados no Ensino Médio.

METODOLOGIA

Para atingir o objetivo principal, alunos ingressantes em cursos superiores da área Biológica foram submetidos a uma avaliação cognitiva com testes de Vestibular, contendo 30 questões de múltipla escolha sobre Anatomia e Fisiologia (anexo 2).

Em termos quantitativos, os testes contemplaram igualmente todos os sistemas do organismo humano e foram selecionados ao acaso, a partir de uma página da *Internet* (www.vestibular.com.br) especializada em compilar questões de Biologia nos Vestibulares. As questões já haviam sido aplicadas previamente em exames vestibulares de universidades públicas e privadas de todo o país.

A avaliação foi aplicada a alunos ingressantes em cursos superiores da área de Ciências Biológicas em cujo currículo consta a disciplina de Anatomia. O critério para inclusão desses alunos na pesquisa foi voluntário, ou seja, aqueles que desejaram aderir à proposta, assim o fizeram, e os mesmos assinaram um termo de consentimento e responsabilidade para participar da pesquisa (anexo 4). Os questionários foram aplicados durante o primeiro dia letivo de cada turma, para que o conhecimento adquirido durante as aulas não interferisse nos resultados. Os dados foram comparados por Análise de Variância (ANAVA) para experimentos inteiramente casualizados, e para comparação de médias, utilizamos o Teste de Tukey, com significância

estatística de 5%. Calculamos médias aritméticas simples para os acertos referentes a cada sistema.

Com relação ao segundo objetivo, análise comparativa da frequência das questões de Sistema Nervoso nos principais vestibulares, procedemos a contagem do número de questões desse sistema que foram incluídas nos diversos vestibulares do Brasil entre os anos de 2001, inclusive, a 2008, inclusive, e comparamos com o número de questões de cada um dos demais sistemas. Os resultados foram analisados estatisticamente através de ANAVA para experimentos inteiramente casualizados e as médias, comparadas através do Teste de Tukey.

A análise dos livros didáticos de Biologia foi realizada baseada nos seguintes critérios:

- a) Leitura geral dos textos, verificação da coesão e coerência dos mesmos, assim como da profundidade e clareza do texto na abordagem do assunto, presença de erros conceituais, organização do texto e explicação de termos desconhecidos para o aluno, e observações importantes;
- b) Pesquisa, nos mesmos livros, de itens ministrados na disciplina de Anatomia (Ensino Superior), referentes ao Sistema Nervoso.

A verificação da frequência do Sistema Nervoso nos exames vestibulares, e também a análise dos principais livros de Biologia existentes no mercado poderiam auxiliar na interpretação e até mesmo justificar os resultados propriamente ditos.

Finalizada esta etapa, passamos à segunda parte do trabalho, a qual consistiu na elaboração de atividades baseadas em metodologias pedagógicas, que eventualmente possam despertar o interesse e facilitar o ensino de Neurociências, no Ensino Médio.

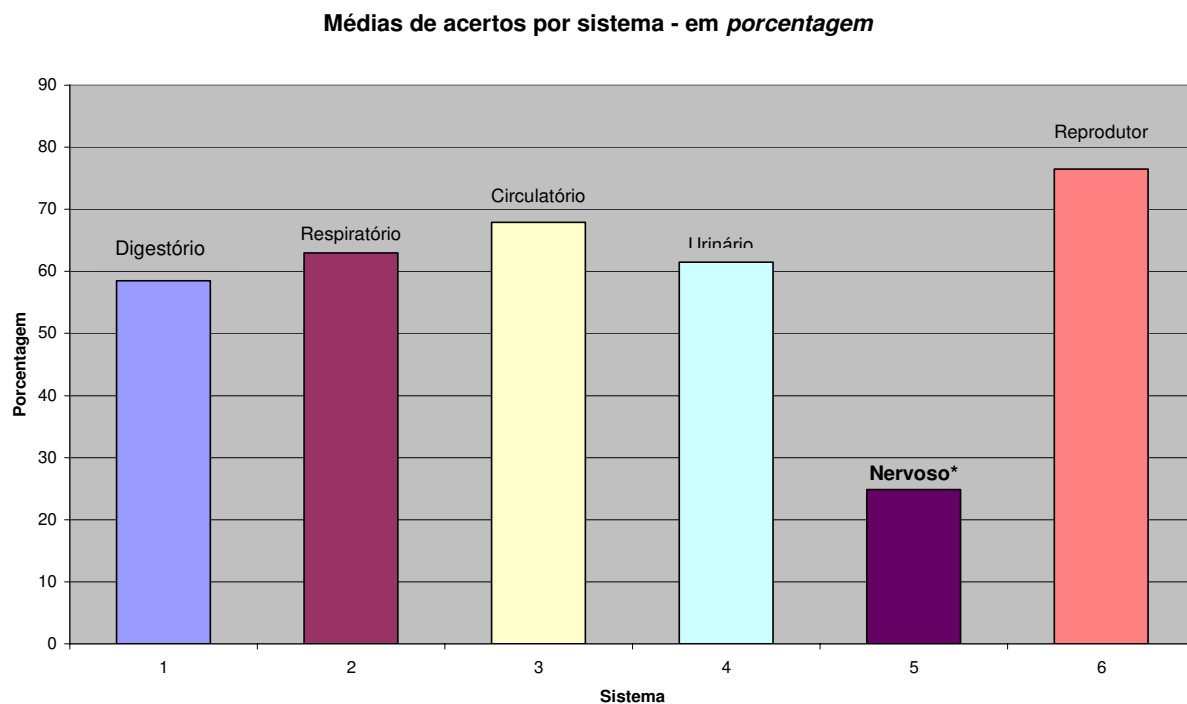
Capítulo 4

No total, foram convidados a participar do trabalho cerca de 900 alunos ingressantes no Ensino Superior, universo do qual obtivemos respostas de 308 voluntários, amostra correspondente a pouco mais de 30% do total de questionários passados. O Gráfico 1 mostra a porcentagem, obtida através da média aritmética de acertos, em cada um dos sistemas do organismo humano. A comparação entre a porcentagem de acertos do Sistema Nervoso está comparada com outros sistemas, sendo que a média para o Sistema Nervoso foi significativamente menor ($p < 0,05$). Os números envolvidos estão listados na Tabela 1.

Com relação às questões de Vestibular, analisamos no total 1108 questões de Anatomia/Fisiologia. O gráfico 2 mostra a frequência absoluta das questões sobre Anatomia e Fisiologia de cada um dos sistemas orgânicos nas provas dos principais Vestibulares do Brasil, enquanto que a Tabela 2 mostra tanto a frequência absoluta quanto em porcentagem, para os mesmos dados.

As Tabelas 3 e 4 ilustram o resultados da análise do conteúdo em sistema nervoso em livros de Biologia utilizados no Ensino Médio. É de interesse ressaltar que esta análise não teve como intenção saber qual o melhor ou o pior livro, e sim, examinar se os alunos têm material didático e condições de estudar e aprender fora da sala de aula. A lista de livros consultados está no item “Bibliografia”, porém não corresponde à ordem de leitura, constante das Tabelas 3 e 4.

Gráfico 1: Média de acertos (em porcentagem) em geral, nas duas Universidades. Total da amostra: 308 indivíduos, num Universo de cerca de 900 alunos ingressantes no Ensino Superior convidados a participar do trabalho.



* = significativamente menor ($p < 0,05$)

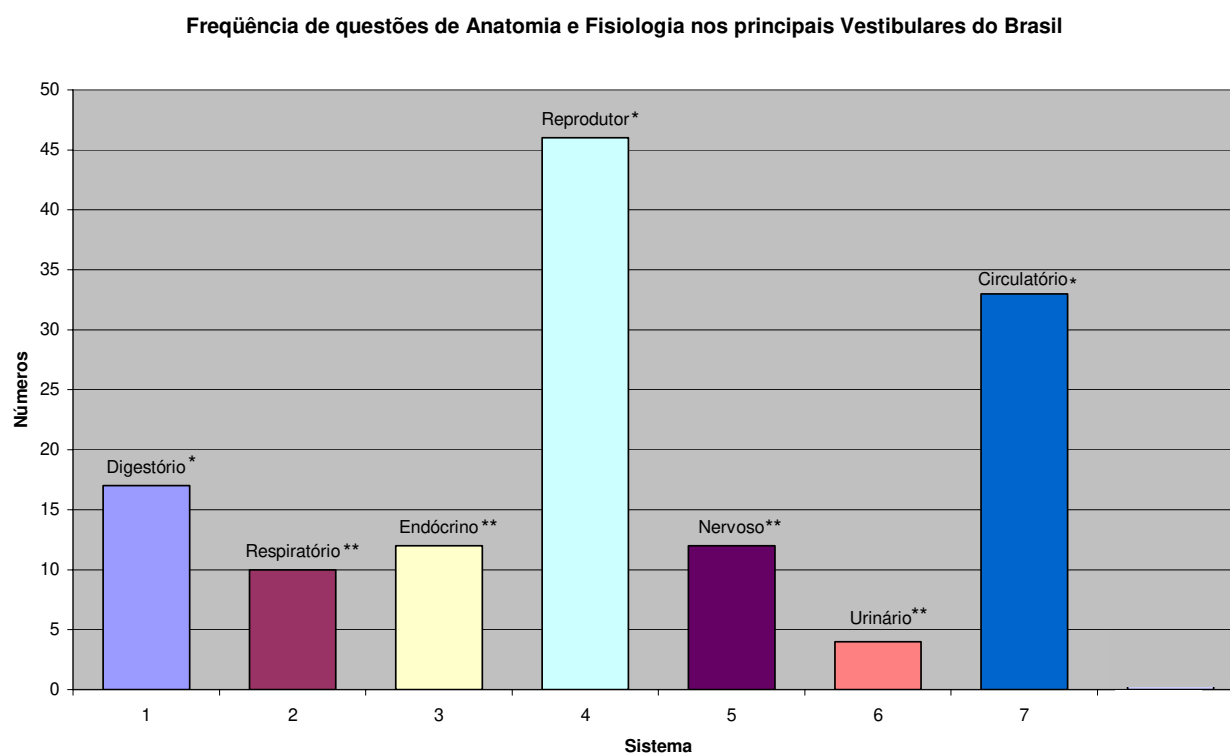
Tabela 1: Médias de acertos nas duas Universidades pesquisadas. Total da amostra: 308 indivíduos.

Sistema	Total de acertos (média por sistema)	Porcentagem
Digestório	180,14	58,49
Respiratório	194,60	63,00
Circulatório	209,14	67,90
Renal	189,50	61,52
Nervoso	76,60*	24,87
Reprodutor	235,50	76,46

Valor crítico de F GL=5; $p=0,05$: 2,62

* = estatisticamente significativo ($p < 0,05$)

Gráfico 2: Frequência absoluta de questões sobre Anatomia e Fisiologia nas provas dos principais Vestibulares do Brasil. Total de questões encontradas: 134; total de questões analisadas: 1108.



* = não diferem entre si, mas diferem dos sistemas marcados com **;

** = não diferem entre si, mas diferem dos sistemas marcados com * ($p < 0,05$). **Este código é válido também para a Tabela 2.**

Tabela 2: Frequência de questões sobre Anatomia e Fisiologia nas provas dos principais Vestibulares do Brasil. Total de questões encontradas: 134 (12,1% do total); total de questões analisadas: 1108.

Sistema	Quantidade	Porcentagem
Digestório*	17	12,50%
Respiratório**	10	7,40%
Endócrino**	12	8,80%
Reprodutor*	46	33,80%
Nervoso**	12	8,80%
Urinário**	4	2,90%
Circulatório*	33	24,30%
Total	136	100%

Tabela 3: Leitura geral dos textos sobre o Sistema Nervoso nos livros de Biologia. Análise segundo padrões gerais para correção de redações*.

	Coesão ¹	Coerência ²	Clareza ³	Linguagem adequada ao nível de ensino ⁴	Profundidade conceitual ⁵			Texto organizado ⁶	Erros conceituais ⁷	Definição de termos novos para o aluno	Observações (ver item homônimo)
					Baixa	Média	Alta				
Livro 1a	X	X		X	X			X			
Livro 1b	X	X	X	X		X		X	X	X	X
Livro 2	X	X	X	X			X	X			
Livro 3	X	X	X	X	X			X		X	
Livro 4		X		X	X						X
Livro 5	X	X		X	X						
Livro 6	X	X	X	X		X		X	X	X	X
Livro 7	X	X	X	X		X		X			X
Livro 8		X		X	X			X			
Livro 9		X		X	X						
Livro 10	X	X		X	X			X			
Livro 11	X	X		X			X	X	X		X
Livro 12	X	X	X	X			X			X	
Livro 13				X	X						
Livro 14	X	X	X	X			X	X		X	X
Livro 15		X		X	X			X			
Livro 16	X	X	X	X	X			X		X	X
Livro 17	X	X	X	X			X	X			X
Livro 18		X	X	X		X		X	X		
Livro 19		X	X	X		X		X			X
Livro 20	X	X			X			X			

* Vide explicações sobre alguns itens do cabeçalho da Tabela, logo abaixo da Tabela 4.

Tabela 4: Presença/ausência de itens referentes a Neurociências estudados durante o Ensino Superior que devem ser aprendidos durante o Ensino Médio.

	Nº de páginas	Histologia do Sistema Nervoso	Função geral do sistema	Macroscopia/ localização da estrutura	Segue a <i>Nomina Anatomica</i>	Funções dos órgãos do SN	Divisões do Sistema Nervoso	Evolução	Doenças	Informações extras	Exercícios	Figuras, esquemas e tabelas	Observações (ver item homônimo)
Livro 1a	9	X	X	X		X	X				49	16	
Livro 1b	19	X		X							74	15	
Livro 2	12	X	X	X			X	X			27	13	X
Livro 3	32	X	X	X	X	X			X	X	8	28	X
Livro 4	5			X	X		X	X			22	4	X
Livro 5	15	X	X	X			X	X			13		
Livro 6	22	X	X	X		X	X	X	X	X	20	23	X
Livro 7	31	X	X	X		X	X			X	28	14	X
Livro 8	11	X	X							X	23	14	X
Livro 9	23		X	X	X	X	X	X			25	15	X
Livro 10	6		X	X			X	X		X	32	6	X
Livro 11	18	X	X	X		X	X	X			18	25	X
Livro 12	22	X	X	X		X	X	X		X	31	20	X
Livro 13	13		X	X			X				11	7	X
Livro 14	18		X	X		X	X				15	12	X
Livro 15	17			X				X			36	15	X
Livro 16	31	X	X	X		X	X	X		X		15	X
Livro 17	23	X	X	X		X	X					21	X
Livro 18	19		X				X	X			37	13	X
Livro 19	11		X	X		X	X						X
Livro 20	11		X								19	5	X

Explicação dos termos contidos no cabeçalho da Tabela 3:

¹**Coesão**, segundo o Dicionário Aurélio (2005), é a “5. ligação, de natureza gramatical, entre os elementos de uma frase ou de um texto”.

²**Coerência**, segundo o Dicionário Aurélio (2005), é a “2. (...), conexão, nexos, lógica”; “7. Ausência de contradição, i. é., acordo do pensamento consigo mesmo, (...), compatibilidade, consistência”.

³**Clareza**, segundo o Dicionário Aurélio (2005), é a “1. qualidade do que é claro e inteligível”, ou seja, o que se compreende sem ajuda de outrem.

⁴**Linguagem adequada ao nível de ensino**: vocabulário acessível ao entendimento do aluno.

⁵**Profundidade conceitual**: quantidade de detalhes no texto.

⁶**Texto organizado**: tratamento de um assunto de modo a promover o entendimento do texto sem a necessidade de buscar informações em vários pontos do mesmo.

⁷**Erros conceituais**: conceitos em desarmonia com a *Nomina Anatomica* Internacional e os principais livros de Anatomia utilizados no Ensino Superior.

Observações sobre os erros conceituais encontrados nos Livros Didáticos analisados (Tabela 3):

Livro 1b – considera o cérebro como sinônimo de telencéfalo (em muitos livros de Anatomia, esta porção do encéfalo compreende também o diencefalo); não cita a estrutura “diencefalo”, apenas o tálamo e hipotálamo, os quais fazem parte do diencefalo, que contém, ainda, o epitálamo, subtálamo e metatálamo; agrupa o mesencéfalo e a ponte em uma única estrutura, quando as mesmas são distintas e exercem funções diferentes.

Livro 6 – considera tálamo como sinônimo de diencefalo, quando este faz parte da estrutura; a seção de função dos órgãos do Sistema Nervoso cita o hipotálamo sem, no entanto, especificar sua localização, nem menciona que faz parte da mesma estrutura que o tálamo.

Livro 11 – no texto o autor coloca que a ponte e o mesencéfalo são sinônimos, quando as mesmas são estruturas distintas e possuem funções diferentes, apesar de ambas participarem do tronco encefálico.

Livro 18 – no texto o autor coloca que o Sistema Nervoso Central é constituído pelo encéfalo, medula espinal e nervos espinais, quando estes últimos pertencem ao Sistema Nervoso Periférico.

Observações Gerais (este item se refere a especificações sobre os itens “Exercícios” e “Informações Extras”, contidos na Tabela 4):

Livro 1a – traz 3 blocos de estudos dirigidos, para resumo do conteúdo do texto;

Livro 1b – As questões referentes ao Sistema Nervoso estão entre todos os exercícios da Unidade onde o sistema está inserido;

Livro 2 – As informações sobre Histologia estão em capítulo específico do livro; neste há 4 questões sobre Sistema Nervoso (de um total de 23); o capítulo em que se fala sobre o Sistema Nervoso é apresentado juntamente com um estudo sobre os músculos – das 25 questões deste, 23 são sobre o Sistema Nervoso;

Livro 3 – o texto referente ao Sistema Nervoso está organizado em 3 capítulos; a única doença a que o texto se refere é a miopia; chama a tuba auditiva de Trompa de Eustáquio; os 4 textos complementares versam sobre: localização das funções cerebrais, imagens do encéfalo, memória e neurogênese; também contém 3 projetos para serem desenvolvidos com os alunos

Livro 4 – texto resumido (volume único); traz informações sobre a embriologia do Sistema Nervoso, sem relacionar com as estruturas do adulto; o livro serve como roteiro dos tópicos a serem trabalhados na sala de aula;

Livro 5 – não traz informações sobre as funções dos órgãos componentes do Sistema Nervoso; o capítulo de Sistema Nervoso é apresentado junto com o Sistema Endócrino; é enfatizado o neurônio e o detalhamento dos órgãos dos sentidos é maior do que o do Sistema Nervoso;

Livro 6 – o autor detalha a natureza do impulso nervoso e sua geração e propagação; compara a estrutura anatômica de invertebrados e vertebrados em tópicos separados: neste último, há pouco detalhamento sobre a anatomia do Sistema Nervoso; o livro traz informações sobre as principais doenças que acometem as estruturas nervosas e os 2 textos complementares trazem informações sobre Eletroencefalograma e ondas cerebrais, sinapse e neurotransmissores;

Livro 7 – existem 3 capítulos em que se fala sobre Sistema Nervoso; é um livro de Ciências, mas possui muitas coisas interessantes sobre o Sistema Nervoso: o texto é dividido em vários tópicos, com pelo menos 1 atividade prática cada um; contém textos complementares, sobre a estrutura e funcionamento do olho, e as principais doenças desse órgão, além de trazer curiosidades sobre a audição e sobre drogas que afetem o Sistema Nervoso Central; o texto resgata informações sobre os capítulos anteriores, traz textos para discussão no início de cada capítulo e, ao seu final, sugestões de bibliografia, além de sugestões de pesquisa e de trabalhos em grupo;

Livro 8 – traz textos complementares sobre doença de Parkinson e a relação entre curare e cocaína; faltam informações sobre a estrutura macroscópica do Sistema Nervoso;

Livro 9 – traz 1 estudo dirigido, um quadro sinóptico sobre eletroencefalograma e epilepsia e um texto sobre órgãos sensoriais, enfatizando olho e orelha;

Livro 10 – relaciona a embriologia e as estruturas nervosas do adulto; os textos complementares são sobre eletroencefalograma e áreas do cérebro;

Livro 11 – contém erros conceituais, integra o conteúdo de Sistema Nervoso ao sobre o Sistema Endócrino; tendência à antropização do conteúdo (o Homem como o máximo desenvolvimento em termos evolutivos); relaciona conceitos vistos em outros capítulos do livro e resgata informações trabalhadas anteriormente;

Livro 12 – traz informações sobre a embriologia do Sistema Nervoso, mas não relaciona as estruturas com o Sistema Nervoso do adulto; o texto complementar versa sobre o aprendizado e instinto; também traz um estudo dirigido para o aluno organizar o resumo do conteúdo;

Livro 13 – traz o conteúdo de Sistema Nervoso no mesmo capítulo de Sistema Endócrino; fala de embriologia, mas não relaciona esses conceitos com o adulto; detalha muito sobre os órgãos sensoriais; traz o texto distribuído em 2 capítulos;

Livro 14 – é o primeiro capítulo do livro; integra o conteúdo com o aparelho locomotor e com a evolução; enfatiza a audição quando trata de órgãos sensoriais, e fala apenas de miopia quando trata de doenças; as definições dos termos novos vêm em quadros pequenos destacados do texto, e no final do capítulo há um quadro-resumo do Sistema Nervoso;

Livro 16 – livro de Ciências; divide o conteúdo em 3 capítulos; poucos detalhes sobre Histologia;

Livro 17 – capítulo misto com Sistema Endócrino, e tem informações distribuídas em 3 capítulos;

Livro 18 – traz erro conceitual e faltam conceitos sobre o Sistema Nervoso;

Livro 19 – o texto é resumido; relaciona conceitos de Sistema Nervoso com outros contidos no livro; fala da origem embriológica do tecido nervoso, mencionando todas as vesículas do encéfalo (inclusive o diencéfalo); a divisão anatômica do Sistema Nervoso é feita em um quadro explicativo e traz um texto complementar sobre os reflexos inatos e aprendidos;

Livro 20 – traz informações sobre a estrutura do tecido nervoso, sem citar a estrutura macroscópica do sistema.

Capítulo 5

Mencionamos que os professores de Anatomia, nos cursos da área de saúde, percebem a dificuldade dos alunos, seja na aprendizagem ou na compreensão de conceitos referentes ao sistema nervoso. Comentamos também o aspecto multifatorial da gênese dessa dificuldade. Dissemos que parte desse problema pode ser atribuída ao pouco contato com o tema durante o Ensino Médio, sobretudo quando este é feito a partir dos programas de Exames Vestibulares.

Neste trabalho admitimos a hipótese de que os alunos, ao ingressarem nos cursos superiores, sabem relativamente menos do sistema nervoso. Para testá-la realizamos o diagnóstico do conhecimento prévio do Sistema Nervoso em relação aos demais Sistemas do organismo. Em seguida procuramos investigar algumas causas que levariam a isto.

Atribuímos importância às respostas dos alunos por entendermos que conhecer o grau de conhecimento prévio a respeito do sistema nervoso é de grande valia para selecionar os conteúdos a serem abordados durante o curso sobre Neurociências. O fato de a diferença observada entre o sistema nervoso, quando comparado a outros sistemas, ter sido significativamente menor, sugere que esse sistema não recebe a mesma atenção que os demais (Gráfico 1). Embora as razões por que isto ocorre não possam ser claramente elucidadas neste trabalho, algumas possibilidades são discutíveis.

A- Nos exames Vestibulares existem menos questões a respeito do Sistema Nervoso.

Como primeira suposição, poder-se-ia admitir que nos exames vestibulares haja menos questões referentes ao Sistema Nervoso.

Conforme exposto, a inexistência de um currículo padrão a ser adotado para o ensino de Biologia faz com que muitos professores orientem seus planejamentos pelos programas dos exames vestibulares. Apesar de o exame Vestibular não ser o objetivo final do Ensino Médio, sabe-se que é o meio de se ingressar na Universidade, a qual normalmente oferece um número de vagas bem menor que o número de candidatos que as pleiteiam. Por isto, é sabido que a conduta geral no Ensino Médio não deixa de considerar a importância daqueles exames para a vida futura de seus alunos.

Desta forma, se o conteúdo de Sistema Nervoso incluído nos Vestibulares fosse menor que os demais sistemas, seria de se esperar que este fosse ensinado de forma a destinar menos tempo a ele que aos outros sistemas durante o Ensino Médio. Para examinar essa possibilidade, realizamos uma avaliação quantitativa e comparativa entre o número de questões referentes ao

Sistema Nervoso e os demais sistemas. Utilizamos como referência as provas de Biologia dos principais Vestibulares do Brasil, conforme o Capítulo 2, item “Metodologia”.

Os resultados obtidos mostram que a porcentagem das questões referentes ao Sistema Nervoso não é diferente daquelas dos Sistemas Respiratório, Endócrino, Urinário e Locomotor, embora seja significativamente menor quando comparadas aos Sistemas Reprodutor e Circulatório (Tabela 2 e Gráfico 2). Assim, se o conhecimento prévio sobre determinado assunto fosse condicionado pelo exame Vestibular, esperar-se-ia diferença significativamente menor para os sistemas: Respiratório, Endócrino, Nervoso e Urinário em relação aos sistemas Digestório, Reprodutor e Circulatório em nossa avaliação diagnóstica, o que não ocorreu (Gráfico 1).

B- Os livros didáticos não apresentam o Sistema Nervoso de modo atrativo.

Outra possibilidade a ser usada na explicação de nossos resultados relacionar-se-ia ao fato de que nos livros didáticos o sistema nervoso não se apresenta de forma suficientemente atrativa tanto para o professor quanto para o aluno.

Lembremo-nos, por exemplo, de que não somente a apresentação gráfica como o significado e a frequência com que cada um dos sistemas está envolvido em problemas cotidianos podem diferir substancialmente entre os sistemas. Assim, em termos de apresentação, alguns sistemas poderiam ser privilegiados em detrimento de outros. Citamos o caso do Sistema Reprodutor, que atrai a atenção e a curiosidade dos alunos do Ensino Médio cuja idade corresponde àquela do início de sua educação sexual. Assim alguns sistemas podem estar sendo apresentados de forma mais atrativa.

Para justificar a hipótese aqui admitida, de que o conhecimento prévio sobre Sistema Nervoso seria menor do que aquele sobre os demais sistemas, analisamos os principais livros didáticos utilizados nas escolas de Ensino Médio os quais, conforme já referido anteriormente, são periodicamente avaliados por especialistas do FNDE, órgão do Governo Federal responsável pela distribuição dos desses livros (Capítulo 2).

Observamos que o Sistema Nervoso é apresentado de forma heterogênea. Enquanto em alguns livros o Sistema Nervoso apresenta-se de forma detalhada e integrada a outros sistemas, inclusive com conteúdo compatível àquele do Ensino Superior; em outros, isto ocorre de maneira muito simplificada e, às vezes, fica a impressão de não contemplarem sequer o conteúdo

estabelecido por muitas instituições que elaboram os exames vestibulares. Além disso, a quantidade de páginas presente nos livros é muito diferente, e não há em nenhum dos livros analisados todos os tópicos ministrados sobre Neurociências no Ensino Superior (Tabela 4), o que deve dificultar a aprendizagem do aluno em relação a esse tema, uma vez que para se ter acesso a todos os tópicos sobre os quais seria desejável que os alunos ingressantes possuíssem conhecimentos prévios seria necessário ler vários livros diferentes.

Outro fato por nós observado foi que boa parte dos textos não deixa margem para a dúvida e o questionamento, itens essenciais à aprendizagem por descoberta, tratada por Piaget e Vygotski em sua obra. Do aluno, exige-se apenas que abra a página e faça os exercícios, pois as respostas a todas as perguntas estão no texto. Segundo Carlini-Cotrim & Rosemberg (2006), “a aprendizagem por meio de problemas-padrão e exercícios com respostas fechadas afasta o aluno da descoberta”.

Nossa análise permite, inicialmente, sugerir a uniformização da apresentação do Sistema Nervoso pelos livros de Biologia. Mais importante ainda é que existam métodos que facilitem o trabalho do professor, em especial a produção de livros nos quais exemplos da importância do sistema nervoso em fatos diários e corriqueiros poderiam auxiliar na tarefa de tornar o conteúdo do sistema nervoso mais atrativo. Esse material poderia conter desde textos para utilizar com os alunos (livros do docente e do aluno), ou mesmo planos de aulas prontos (livro do professor), construídos a partir de textos encontrados em jornais e revistas.

Contudo, não imaginamos que a forma com que os livros se apresentam seja um fator importante para o baixo desempenho dos alunos ingressantes nos testes aqui aplicados. Da mesma forma, poderíamos nos referir aos conceitos e definições contidas nos livros acerca do sistema nervoso. Apesar de todos os conceitos serem aprofundados durante a disciplina de Anatomia e Fisiologia no Ensino Superior, os equívocos que constam dos textos analisados poderiam causar prejuízos à aprendizagem dos novos conhecimentos, pois como Pozo *et al.* (1998) já colocaram, é difícil modificar um conceito prévio já arraigado na estrutura cognitiva do aluno, desse modo levando muito mais tempo para se corrigir esse conhecimento. Com relação à não atualização da nomenclatura anatômica não haveria prejuízos para o aluno, pois por ser uma questão de nomenclatura, e não de conceito, essa seria uma situação em que o conhecimento prévio errôneo seria mais simples de corrigir.

C- O professor não tem segurança para falar sobre o Sistema Nervoso.

Outra possibilidade para justificar a razão pela qual o diagnóstico do conhecimento prévio sobre Sistema Nervoso ser menor do que o dos demais sistemas seria o fato de que os professores poderiam não ter aprendido o Sistema Nervoso na Universidade de modo significativo para possuir segurança e conhecimento sobre o assunto. Assim, ao ensinar o Sistema Nervoso, aqueles professores o fariam de modo sucinto, ou não o fariam. Ao chamar a atenção para um assunto que desconhecem, o professor poderia perder a autoridade perante os alunos. Outra possível razão poderia ter sido um treinamento inadequado durante o curso de formação universitária para o falar em público, o que dificultaria a comunicação do professor com seus alunos.

Esta idéia não pode ser aqui analisada de forma a permitir conclusão consistente e definitiva, pois não pudemos realizar tal investigação junto aos professores do Ensino Médio. Embora em algum momento durante a elaboração deste trabalho decidimos fazê-lo, obstáculos que exigiam esforços que fugiam ao nosso alcance nos impediram de realizá-la. Tratava-se de autorização junto a Secretaria da Educação e que deveria contar com a boa vontade de diretores das escolas, a fim de que os professores fossem entrevistados ou mesmo submetidos a alguma avaliação.

Não obstante, cabe citar o trabalho de Herculano-Houzel (2004), em que se verifica que a população em geral se interessa por vários assuntos relacionados ao Sistema Nervoso, mais do que se interessa por outros temas, entre eles os de entretenimento. Assim, é possível que os alunos tenham o mesmo interesse por todos os sistemas. Caso de fato isto ocorra, então nossa hipótese não pode ser descartada e poderia mesmo ser confirmada, pois neste caso os professores teriam participação efetiva no *deficit* de conhecimento do sistema nervoso em relação aos demais sistemas que compõe o corpo humano. Assim, seria de interesse elaborar estratégias visando estimular os alunos principalmente que cursam Licenciaturas (futuros professores) a aprender o assunto relacionado ao Sistema Nervoso de modo significativo, para posteriormente poder ensiná-lo de modo efetivo nas escolas de Ensino Médio.

Para Talamoni (2007), há necessidades específicas para a formação de professores de ciências em geral. Ela admite que os alunos possuam concepções ou idéias alternativas, as quais não correspondem às concepções científicas, e caberia ao professor do Ensino Superior propiciar situações através das quais haja uma “construção e reconstrução sucessiva” dos conhecimentos dos alunos das Licenciaturas para que estes indivíduos possam consolidá-las em sua estrutura

mental, para depois ministrar esses conhecimentos aos alunos do Ensino Médio de modo significativo e satisfatório.

Para essa autora, o estudo dos diversos sistemas do corpo humano se dá numa visão mecânica, exemplificada com figuras ou desenhos, o que na sua óptica provocaria nos alunos uma desarticulação de idéias, decorrentes da falta de uma continuidade através da quais estes sistemas se integrariam num mesmo corpo. Assim, os professores, quando no período de sua formação inicial, se deparam com professores que foram formados dentro de uma visão cartesiana, e inclusive a partir de conteúdos que já não são aqueles determinados pelos PCN atuais (TALAMONI, 2007). A abordagem reducionista da qual fala a autora resulta de uma forma desintegrada com que se ensina Biologia. Postula a necessidade de integração do currículo e dos conteúdos de Biologia, associando-os a outra forma de compreender a natureza e os fenômenos da vida.

Considerando-se essas opiniões e nossos resultados, há de se admitir a possibilidade da necessidade de reformular o modo como os professores de Biologia aprendem Sistema Nervoso em seus cursos de formação. A idéia de reduzir a compartimentalização dos sistemas, priorizando a integração e interdependência dos conteúdos poderá auxiliar para que, uma vez professores, possam utilizar estratégias didáticas que integrem os sistemas orgânicos.

D- O interesse por outros sistemas é maior que aquele em Sistema Nervoso.

Como parte da população, os estudantes do Ensino Médio teriam maior interesse em aprender como o Sistema Nervoso funciona, por exemplo, do que em sua estrutura. Em pesquisa junto ao público leigo, Herculano-Houzel (2004) conclui que o tema Sistema Nervoso, através das doenças a ele relacionadas, têm provocado grande interesse junto ao público em geral inclusive mais interesse do que, por exemplo, o sistema cardiovascular.

Além disso, Baram-Tsabariand & Yarden (2007) demonstraram que Neurociência e outros assuntos relacionados ao Sistema Nervoso são foco de interesse constante entre jovens em alguns países. Portanto, esses trabalhos sugerem que o menor conhecimento em Sistema Nervoso aqui observado pode não estar relacionado ao desinteresse do público em geral e consequentemente do aluno do Ensino Médio.

E- Outras considerações e sugestões

Uma questão óbvia que se estabelece na presente discussão é quais seriam os conhecimentos prévios em Sistema Nervoso que se espera os alunos tenham ao ingressar nos cursos superiores. A lista com os tópicos abordados durante a disciplina de anatomia está na Tabela 4.

Da análise do conteúdo e das provas em Neuroanatomia deparamo-nos com alguns pontos comuns, independente do curso superior. Espera-se que os alunos saibam que o neurônio é a unidade morfofuncional do Sistema Nervoso. Espera-se também que não se confunda neurônio com axônio, nem fibra nervosa com nervo. Tampouco que estes termos sejam empregados como sinônimos. Este é um equívoco muito comum ao aluno ingressante.

Espera-se também que saiba o conceito de nervo e que ao menos já tenha o aluno do Ensino Médio já tenha ouvido falar em nervos cranianos e espinais. A definição de cérebro, cerebelo e encéfalo, embora sejam reiteradas, na disciplina de Neuroanatomia, em todos os cursos superiores, saber previamente o que significam esses termos pode ajudar na medida em que o tempo a ser empregado na definição desses temas pode ser utilizado para adquirir novas informações, como as funções do cerebelo, por exemplo. Isto é relevante à medida que as disciplinas de Neuroanatomia contam cada vez mais com cargas horárias diminutas.

Outra questão pertinente a este trabalho é se a aquisição dos conhecimentos prévios que se espera que o aluno tenha ao ingressar nos cursos superiores, tais como aqueles acima mencionados, estão previstos nos currículos estabelecidos pelo PCN, na Proposta Curricular para o Ensino de Biologia no Estado de São Paulo e nos programas estabelecidos pelas Instituições que elaboram os vestibulares. Conforme discutido no Capítulo 2, não há um programa comum. Isto certamente prejudicaria a aquisição dos conhecimentos prévios a que nos referimos e pode colaborar com a alegada dificuldade que o aluno ingressante apresenta ao cursar a disciplina de Neuroanatomia durante o curso superior.

F- Considerações Finais

Nossos resultados permitem concluir que os alunos ingressantes têm menor conhecimento acerca do Sistema Nervoso em relação aos demais sistemas orgânicos. Sugerem, ainda, que isto não deve estar relacionado ao fato de que nos vestibulares o conhecimento acerca do Sistema

Nervoso é avaliado em menor proporção levando os professores e os alunos a se ocuparem com o mesmo em menor extensão.

De outro lado, a análise dos livros mostrou que, embora apresentado de maneira heterogênea, o que poderia colaborar para o pior desempenho dos alunos nas questões referentes ao Sistema Nervoso, isto não deve ser um fator determinante, pois o mesmo ocorre em relação a todos os sistemas.

Discutimos também que não há diferenças acentuadas entre o que consta dos livros e os conhecimentos que são necessários para responder às questões *do exame vestibular*. Assim, nossa idéia para explicar o baixo desempenho no teste, referente ao Sistema Nervoso, é que talvez os professores do Ensino Médio não sejam bem treinados para o discurso em sala de aula, ou que a Universidade não forme seus alunos de Licenciatura em Ciências Biológicas visando aprendizagem significativa. Referimo-nos ao fato de que talvez seja ministrado de forma rápida e sem exemplos de que o mesmo está envolvido em problemas cotidianos do cidadão comum como, nos casos de perda de memória e de acidentes vasculares cerebrais que de tão freqüentes sempre estão presentes no cotidiano de um ou outro aluno.

Levando em consideração essa possibilidade, tomamos a liberdade de elaborar algumas sugestões que possam ser incorporadas nas atividades didáticas.

Seria interessante que os professores do Ensino Médio fossem alertados para o fato de que o ensino das Neurociências pode ser motivado por três razões:

- 1- Ter cultura geral suficiente para compreender problemas diários, os quais não estão apenas relacionados a outros sistemas;
- 2- Esses conhecimentos serão úteis ao ingressarem em cursos superiores da área de saúde;
- 3- Devem aprendê-lo para ter sucesso nos exames Vestibulares, pois se questões referentes a ele existem em menor grau quando comparadas aos sistemas como o Sistema Reprodutor não são em menor grau que outros como o Sistema Respiratório.

Não foi objetivo de este trabalho examinar qual seria a melhor estratégia a ser adotada para o ensino do sistema nervoso. Em face de sua complexidade, parece-nos razoável que embora a aula expositiva possa prevalecer, ela não deve ser a única estratégia. A aula expositiva, muito comum no âmbito escolar, fundamenta-se na atividade do professor porque é ele quem reúne o conteúdo que julga importante. A desvantagem desta técnica é a perda de atenção ao

conhecimento ministrado, pois alguns indivíduos não conseguem ficar atentos por longos períodos de tempo (RONCA & ESCOBAR, 1986).

Outras metodologias, como a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e a Problemática de Conteúdos (também conhecida como “Método Paulo Freire”), bem como o Construtivismo, são baseados nas atividades dos alunos. Logo, um processo ativo de aprendizado seria de grande utilidade, em especial no que tange ao despertar o interesse do aluno, em função de doenças e ele relacionadas, a nosso ver. Aqui poderíamos destacar o uso dos acidentes vasculares cerebrais, a doença de Alzheimer e os casos de paraplegia.

A problematização de conteúdos e a ABP são duas propostas distintas no processo de ensino/aprendizagem que se apóiam na aprendizagem por descoberta e aprendizagem significativa. Venturelli (*apud* CYRINO & TORALLES-PEREIRA, 2004), discutindo o processo educacional no mundo contemporâneo, resgata a necessidade de romper com a postura de transmissão de informações, na qual os alunos assumem o papel de indivíduos passivos, preocupados apenas em recuperar tais informações quando solicitados. Além dessas, o estudo dirigido, bastante utilizado, porém pouco aproveitado, pois pode ser bastante útil para complementação das aulas expositivas em sistema nervoso.

Na aprendizagem significativa, o aluno interage com a cultura sistematizada de forma ativa, como peça-chave do processo de construção do conhecimento, pois ele deve estar motivado a aprender o que é ensinado. O ensino de novos conteúdos deve permitir que o aluno se desafie a avançar nos seus conhecimentos, apoiando-se numa estrutura cognitiva já existente, o que exige do professor, como tarefa inicial, verificar o que o aluno sabe, para, de um lado, relacionar os novos conteúdos à experiência do aluno – a *continuidade* – e de outro, provocar novas necessidades e desafios pela análise crítica, levando o aluno a ultrapassar a sua experiência, os estereótipos, as sínteses anteriores etc. – é a *ruptura* (CYRINO & TORALLES-PEREIRA, 2004).

Conclusões

Os alunos que ingressam em cursos superiores da área de saúde sabem menos sobre o Sistema Nervoso do que sobre os demais sistemas.

Nos exames vestibulares, as provas de Biologia não negligenciam a necessidade de se ter conhecimento sobre o Sistema Nervoso.

Os livros parecem não apresentar o Sistema Nervoso de modo a despertar interesse para problemas diários, embora alguns deles apresentem o conteúdo necessário para o bom desempenho nos cursos superiores.

A possibilidade de o aluno aprender menos sobre Sistema Nervoso devido ao professor falar menos sobre isso em sala de aula não pode ser eliminada e merece estudos futuros.

Bibliografia

BARAM-TSABARI A, YARDEN A. 2007. **Interest in biology: A developmental shift characterized using self-generated questions.** Am Biol Teach 69:532-540.

BERNE, Robert M.; LEVY, Matthew N.; KOEPPEN, Bruce M. & STANTON, Bruce A. **Fisiologia.** 4º ed. Cap. 1, p. 3 – 72; cap. 6, p. 77-8; Ed. Guanabara-Koogan. Rio de Janeiro, 2000.

BRASIL: Ministério da Educação – Governo Federal. Secretaria de Educação Básica. **ORIENTAÇÕES CURRICULARES PARA O ENSINO MÉDIO. Vol. 2: Ciências da natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Brasília, 2006. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/index.php?option=content&task=view&id=558>>. Acesso em 13/03/2009.

BRASIL: Ministério da Educação e Cultura (MEC). Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). 2004. Disponível em: <http://www.fn-de.gov.br/home/index.jsp?arquivo=livro_didatico.html#pnld>. Acesso em 13/03/2009.

BRINK, Antoinet. **Polifonia.** Lisboa, Edições Colibri, n.º 4, 2001, p. 61-74. Disponível em: <http://www.fl.ul.pt/unil/pol4/pol4_txt5.pdf>. Acesso em 17/03/2009.

CARLINI-COTRIM, Beatriz & ROSEMBERG Fúlvia. **Os livros didáticos e o ensino para a saúde: o caso das drogas psicotrópicas.** Rev. Saúde Pública 25(4), agosto de 1991. Disponível em <http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89101991000400009&lng=pt>. Acesso em 13/03/2009.

CYRINO, Eliana Goldfarb & TORALLES-PEREIRA, Maria Lúcia. **Trabalhando com estratégias de ensino-aprendizado por descoberta na área da saúde: a problematização e a aprendizagem baseada em problemas.** Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 20(3):780-788, mai-jun, 2004.

DI DIO, J. L. A. **Tratado de Anatomia Sistemica Aplicada.** 2º ed. Vol. 2, cap. 18, p. 703-806. São Paulo, ed. Atheneu Ltda. Faculdade de Medicina de Jundiaí (FMJU). Disponível em <<http://www.vunesp.com.br/vestibulares/fmju0701/manual/pro.htm>>. Acesso em 13/03/2009.

FARMER, TW & KRIGMAN, MR. 1967. **Relations with neuroanatomy and neurophysiology in teaching.** Neurology 17: 47- 48.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Hollanda. **Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa.** 3º ed. Revista e Ampliada. Ed. Nova Fronteira. Rio de Janeiro, 2005. CD-ROM

HERCULANO-HOUZEL, Suzana. **What does the public want to know about the brain?** Nature Neuroscience (2004) 6:325. Disponível em <<http://www.anato.ufrj.br/pdfs/HerculanoHouzel2003NatNsci.pdf>>. Acesso em 16/03/2009.

<<http://www.vestibular.com.br>>. Acesso em 26/03/2009.

MARTINS, Ana Rita; SANTOMAURO, Beatriz & BIBIANO, Bianca. **Como agrupo meus alunos?** Nova Escola, nº 220, março de 2009. São Paulo: Abril. Disponível em: <<http://revistaescola.abril.com.br/planejamento-e-avaliacao/interacoes/como-agrupo-meus-alunos-427365.shtml>>. Acesso em 20/03/2009.

MOORE, K. **Anatomia Orientada para a Clínica**. 4º Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2001. p. 880.

NOLTE, J. **The human brain: An introduction to its functional anatomy**. 3rd ed. St. Louis, MO: Mosby-Year Book, 1993. Disponível em: <<http://www.memory.rutgers.edu/pdf/RokersBN2002.pdf>> Acesso em 15/03/2009.

POZO, Juan Ignacio (org.) *et al.* **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. 177 p. Porto Alegre: Artmed, 1998.

RONCA, ACC & ESCOBAR, VF. **Técnicas pedagógicas: domesticação ou desafio à participação?** Petrópolis: Vozes, 1986.

ROMER, Alfred Sherwood & PARSONS, Thomas S. **Anatomia comparada dos vertebrados**. Cap. 16, p. 438-487. Ed. Atheneu Ltda. São Paulo, 1985.

SÃO PAULO (Estado): Secretaria do Estado da Educação. **Proposta Curricular do Estado De São Paulo para o ensino de Biologia**. São Paulo, 2008.

SILVA, Danielle Fernandes da. **Comparando encéfalos: material didático para o ensino de Biologia**. Trabalho de conclusão de curso. Orientadora: Profª. Drª. Sílvia Mitiko Nishida. 96p. UNESP – campus de Botucatu/SP, 2005.

TALAMONI, ACB. **Corpo, ciência e educação: representações do corpo junto a jovens estudantes e seus professores**. Dissertação de Mestrado em Educação para a Ciência. 234 p. Faculdade de Ciências, Unesp – campus de Bauru/SP, 2007.

Lista dos livros analisados, EM ORDEM ALFABÉTICA, NÃO ESTÃO NA ORDEM CITADA NAS TABELAS:

AMABIS, José Mariano & MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Biologia dos organismos – Classificação, estrutura e função dos seres vivos – Volume 2**. São Paulo: Moderna, 2002.

_____. **Fundamentos de Biologia Moderna**. 2ª Ed. Revista. Unidade VI, Capítulo 22, item 22.2, p. 445 – 454. São Paulo: Moderna, 1997.

_____. 3ª Ed. Capítulo 19, p. 340 – 359. São Paulo: Moderna, 2003.

BARROS, Carlos & PAULINO, Wilson Roberto. **Ciências – O corpo humano**. 7ª Série. Capítulos 16 e 17, p. 187 – 218. São Paulo: Ática, 2004.

CASTRO, Nelson Henrique Carvalho de; TAGLIAFERRI, Túlio de Azevedo & TAGLIAFERRI, Cleide Morsoleto. Biologia – Volume 3 – Seres vivos: tecidos, órgãos e funções. Livro do Professor. Capítulo 20, p. 302 – 324. São Paulo: Scipione, 1989.

FONSECA, Albino. Biologia – Volume Único – Livro do Professor. 33ª Ed. Unidade VI, Capítulo 40, p. 301 – 312; Unidade VII, Capítulo 47, p. 366 – 375. São Paulo: Ática, 1991.

FROTA-PESSOA, OSWALDO. OS CAMINHOS DA VIDA – Biologia no Ensino Médio – Estrutura e Ação. Unidade 8, Capítulo 22 a 24, p. 261 – 292. São Paulo: Scipione, 2000.

HENNIG, Georg Joachim & FERRAZ, Gilberto Carvalho. Biologia geral – 2º Grau, Vestibulares e 3º Grau – Curso completo. 12ª Ed. Revista e ampliada. Porto Alegre: Mercado Aberto, 1983.

LAURENCE, J. Biologia – Volume Único. Unidade 5, Capítulo 31, p. 521 – 539. São Paulo: Nova Geração, 2007.

LINHARES, Sérgio & GEWANDZNAJDER, Fernando. Biologia hoje – Volume 2: Seres vivos. 4ª Ed. Capítulo 25, p. 331 – 354. São Paulo: Ática, 1994.

_____. Volume 1. 3ª Ed. Livro do Professor. Capítulo 17, p. 260 – 271. São Paulo: Ática, 1993.

_____. Biologia – Volume Único. Capítulo 31, p. 287 – 293. São Paulo: Ática, 2006.

LOPES, Sonia. Bio – Volume Único. 11ª Ed. Revista – 7ª reimpressão. Capítulo 37, p. 396 – 400. São Paulo: Saraiva, 2004.

MORANDINI, Clézio & BELINELLO, Luiz Carlos. Biologia – Volume Único com Manual do Professor. Unidade 5, Capítulo 35, p. 339 – 354. São Paulo: Atual, 1999.

PAULINO, Wilson Roberto. Biologia atual – Volume 2: Seres vivos, Fisiologia e Embriologia. Livro do Professor. 2ª Ed. Capítulo 16, p. 238 – 257. São Paulo: Ática, 1990.

_____. 7ª Ed. Capítulo 19, p. 360 – 377. São Paulo: Ática, 1995.

SILVA JR., César da; SASSON, Sezar. Biologia – Volume 1. 4ª Ed. Capítulo 26, p. 323 – 334. São Paulo: Saraiva, 1997.

SILVA JR., César da; SASSON, Sezar; & BEDAQUE. Ciências: Entendendo a natureza – o homem no meio. 7ª Série. 11ª Ed. São Paulo: Saraiva, 1997.

_____. Volume 2: Estrutura e Função. 5ª Ed. Capítulo 44, p. 355 – 366. São Paulo: Atual, 1989.

SOARES, José Luís. Biologia: Volume 2 – Funções Vitais, Embriologia e Genética. 3ª Ed. Capítulo 6, p. 127 – 145. São Paulo: Scipione, 1994.

Anexos

ANEXO 1 – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM EXPERIMENTAÇÃO ENVOLVENDO SERES HUMANOS

FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

www.fcm.unicamp.br/pesquisa/etica/index.html

CEP: 05/06/07.
(Grupo III)

PARECER CEP: Nº 188/2007 (Este nº deve ser citado nas correspondências referente a este projeto)
CAAE: 0138.0.146.000 -07

I-IDENTIFICAÇÃO:

PROJETO: “NEUROCIÊNCIAS? POR QUE NÃO?”

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Danielle Fernandes da Silva

INSTITUIÇÃO: Instituto de Biologia/UNICAMP

APRESENTAÇÃO AO CEP: 10/04/2007

APRESENTAR RELATÓRIO EM: 24/04/08 (O formulário encontra-se no site acima)

II - OBJETIVOS

Verificar o grau de conhecimento de alunos ingressantes em cursos da área de Ciências Biológicas sobre o Sistema Nervoso em relação aos demais sistemas do organismo.

III - SUMÁRIO

Será aplicado um questionário aos alunos ingressantes na Faculdade de Biologia, pelo Departamento de Anatomia, no qual irá aferir o conhecimento sobre o Sistema Nervoso e compará-lo com os demais sistemas, avaliando desta forma como foi o ensino e a fixação dos conceitos no ensino médio. A amostra está bem definida 300 participantes.

IV - COMENTÁRIOS DOS RELATORES

Foi anexado o questionário e assinada corretamente a folha de rosto. Projetos sem problemas éticos.

V - PARECER DO CEP

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP, após acatar os pareceres dos membros-relatores previamente designados para o presente caso e atendendo todos os dispositivos das Resoluções 196/96 e complementares, resolve aprovar sem restrições o Protocolo de Pesquisa, bem como ter aprovado o Termo do Consentimento Livre e Esclarecido, assim como todos os anexos incluídos na Pesquisa supracitada.

O conteúdo e as conclusões aqui apresentados são de responsabilidade exclusiva do CEP/FCM/UNICAMP e não representam a opinião da Universidade Estadual de Campinas nem a comprometem.

VI - INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

Comitê de Ética em Pesquisa - UNICAMP
Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126
Caixa Postal 6111
13084-971 Campinas - SP

PHONE (019) 3521-8936
FAX (019) 3521-7187
cep@fcm.unicamp.br



O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).

Pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.1.z), exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade do regime oferecido a um dos grupos de pesquisa (Item V.3.).

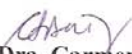
O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4.). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projeto do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, Item III.2.e)

Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, de acordo com os prazos estabelecidos na Resolução CNS-MS 196/96.

VII - DATA DA REUNIÃO

Homologado na IV Reunião Ordinária do CEP/FCM, em 24 de abril de 2007.


Profa. Dra. Carmen Silvia Bertuzzo
PRESIDENTE DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FCM / UNICAMP

DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins que o conteúdo de minha **Tese de Mestrado** intitulada “Sistema Nervoso x demais sistemas: diagnóstico do conhecimento prévio em alunos ingressantes no Ensino Superior”:

() não se enquadra no Artigo 1º, § 3º da Informação CCPG 01/2008, referente a bioética e biossegurança.

() está inserido no Projeto CIBio (Protocolo nº _____), intitulado _____

() tem autorização da Comissão de Ética em Experimentação Animal (Protocolo nº _____).

(X) tem autorização do Comitê de Ética para Pesquisa com Seres Humanos (Protocolo nº 188/07).

Danielle F. Silva

Aluna: Danielle Fernandes da Silva

[Assinatura]
Orientador: Prof. Dr. Humberto Santo Neto

Para uso da Comissão ou Comitê pertinente:

(X) Deferido () Indeferido

Nome: *[Assinatura]*

Função:

Profa. Dra. Carmen Sílvia Bertuzzo
Matrícula 17484-0
Presidente do Comitê de Ética em Pesquisa
Faculdade de Ciências Médicas - UNICAMP

Profa. Dra. Carmen Sílvia Bertuzzo
Matrícula 17484-0
Presidente do Comitê de Ética em Pesquisa
Faculdade de Ciências Médicas - UNICAMP

ANEXO 2 - TERMO DE CONSENTIMENTO DOS ALUNOS EM PARTICIPAR NA PESQUISA

Universidade Estadual de Campinas
Instituto de Biologia
Departamento de Anatomia

Termo de responsabilidade

Este questionário faz parte de um projeto de pós-graduação em nível de Mestrado em Ensino de Anatomia, cujo objetivo é verificar alguns aspectos do ensino do Sistema Nervoso. As questões foram elaboradas para conhecer os alunos, seus objetivos de aprendizagem, bem como as dificuldades enfrentadas para aprender não só o Sistema Nervoso, mas o bloco de Fisiologia Humana de um modo geral.

De acordo com este Termo de Responsabilidade, declaro que aceito participar da pesquisa.

(Assinatura)

(Nome legível)

ANEXO 3 – QUESTIONÁRIO DE MÚLTIPLA ESCOLHA (UTILIZADO PARA COLETA DOS DADOS) (www.vestibular1.com.br). Em negrito está a resposta correta.

1) O alimento passa do esôfago para o estômago como resultado de uma onda peristáltica. Assinale a alternativa que mostra o tecido responsável pela peristalse do sistema digestório:

- a) Tecido muscular esquelético
- b) Tecido muscular liso**
- c) Tecido conjuntivo
- d) Tecido adiposo
- e) Tecido epitelial

2) (EPFESP-PE) Em indivíduos humanos normais, o canal colédoco estabelece uma comunicação anatômica entre:

- a) o fígado e a vesícula biliar
- b) a vesícula biliar e o jejuno
- c) a vesícula biliar e o íleo
- d) a vesícula biliar e o duodeno**
- e) a vesícula biliar e o ceco

3) (UFRGS-RS) A bile produzida pelo fígado tem como função:

- a) lubrificar a mucosa intestinal
- b) emulsionar as gorduras**
- c) estimular a secreção gástrica
- d) provocar a contração da vesícula
- e) digerir as proteínas

4) (UCPR-PR) Um corte transversal da raiz dentária humana apresenta sucessivamente:

- a) esmalte, dentina e polpa.
- b) esmalte, polpa e dentina.
- c) esmalte, cimento, polpa e dentina.**
- d) cimento, esmalte, polpa e dentina.
- e) cimento, dentina e polpa.

5) (CESGRANRIO-RJ) O principal local de absorção de nutrientes no tubo digestivo humano é:

- a) estômago
- b) jejuno-íleo**
- c) colo transversal
- d) colo descendente
- e) sigmóide

6) (UFRN-RN) O diafragma e os músculos intercostais têm participação ativa:

- a) nos movimentos peristálticos
- b) na deglutição
- c) na diurese
- d) na mastigação
- e) na respiração**

7) (UFES-ES) No homem, o controle dos movimentos respiratórios é exercido:

- a) pelo cérebro
- b) pelo cerebelo
- c) pelo bulbo**
- d) pela medula

e) pela hipófise

8) (UnB/ICSA-DF). A sequência das estruturas do sistema respiratório pulmonar é:

- a) fossas nasais - laringe - esôfago - brônquios - traquéia
- b) fossas nasais - faringe - laringe - traquéia - brônquios**
- c) fossas nasais - laringe - faringe - traquéia - brônquios
- d) fossas nasais - faringe - esôfago - traquéia - brônquios
- e) fossas nasais - faringe - traquéia - laringe - brônquios

9) (UA-AM). Na expiração não ocorre:

- a) relaxamento do diafragma
- b) diminuição do volume pulmonar
- c) contração da musculatura intercostal**
- d) aumento da pressão intratorácica em relação à pressão atmosférica
- e) eliminação de dióxido de carbono

10) (FUVEST-SP) A obstrução dos bronquíolos impede que o oxigênio atinja:

- a) a faringe.
- b) o esôfago.
- c) a laringe.
- d) a traquéia.
- e) os alvéolos.**

11) (CESGRANRIO-RJ) Assinale a opção que encerra o dado correto em relação ao coração dos mamíferos.

- a) O átrio esquerdo recebe sangue oxigenado vindo do organismo através das veias cavas.
- b) O átrio direito recebe sangue não oxigenado pelas veias pulmonares.
- c) O ventrículo esquerdo envia sangue oxigenado para os vários setores do organismo.**
- d) A artéria pulmonar leva sangue oxigenado para os pulmões.
- e) O ventrículo direito envia sangue oxigenado para o átrio esquerdo.

12) (UECE-CE). Relacione as colunas:

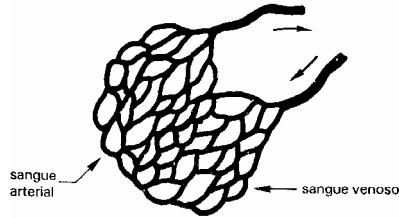
- (1) irrigação do miocárdio (3) artéria pulmonar
- (2) conduz sangue arterial (4) grande circulação
- (3) conduz sangue venoso (5) pequena circulação
- (4) leva O₂ para os tecidos (1) coronárias
- (5) retira CO₂ da circulação (2) veia pulmonar

13) (UFBA-BA). Válvulas que impedem o refluxo da circulação podem existir:

- a) apenas em artérias
- b) apenas em veias**
- c) em artérias e vasos linfáticos

- d) em veias e artérias
- e) em veias e vasos linfáticos

14) (UCSal-BA). O esquema abaixo mostra a ligação entre capilares venosos e arteriais.



Esses capilares localizam-se:

- a) no cérebro
- b) nos pulmões**
- c) no coração
- d) no fígado
- e) no intestino

15) (UA-AM). A aurícula esquerda recebe o sangue proveniente diretamente do (a):

- a) Ventrículo direito
- b) pulmão**
- c) fígado
- d) Aurícula direita
- e) Ventrículo esquerdo

16) (UC-MG) O filtrado glomerular percorrerá, seqüencialmente, no néfron, os seguintes componentes:

- a) cápsula de Bowman - túbulo contorcido proximal - alça de Henle - túbulo contorcido distal**
- b) cápsula de Bowman - túbulo contorcido proximal - alça de Henle - túbulo coletor.
- c) glomérulo - alça de Henle - túbulo contorcido proximal - túbulo coletor.
- d) glomérulo - túbulo coletor - alça de Henle - túbulo contorcido proximal.
- e) túbulo contorcido proximal - cápsula de Bowman - alça de Henle - túbulo contorcido distal.

17) (UFSC) Cada ureter conduz a urina:

- a) do rim à bexiga.**
- b) da bexiga ao meio externo.
- c) da bexiga ao rim.
- d) do bacinete aos cálices.
- e) dos cálices aos bacinetes.

18) Dá origem ao ureter:

- a) néfron.
- b) glomérulo.
- c) tubo coletor.**
- d) bacinete.
- e) cápsula de Bowman.

19) A unidade funcional do rim é chamada de:

- a) néfron.**
- b) glomérulo.
- c) tubo coletor.

- d) bacinete.
- e) cápsula de Bowman.

20) (FMCS-SP) Os animais têm adaptações para:

- I. remover produtos finais do metabolismo.
- II. manter diferentes íons em concentrações adequadas.
- III. manter a água do organismo em quantidade adequada.

O sistema excretor está relacionado:

- a) apenas com I.
- b) apenas com I e II.
- c) apenas com I e III.
- d) apenas com II e III.
- e) com I, II e III.**

21) (UNICAP-PE) O sistema nervoso periférico é constituído:

- a) da fração simpática, gânglios e nervos
- b) da fração parassimpática, gânglios e nervos
- c) do sistema autônomo, gânglios e nervos.**
- d) dos nervos e gânglios espinais e simpáticos.
- e) dos nervos cranianos e dos nervos raquianos.

22) Os nervos raquianos possuem duas raízes - uma anterior e outra posterior. É correto afirmar que:

- a) as duas raízes são exclusivamente motoras.
- b) ambas são exclusivamente sensitivas.
- c) as anteriores são sensitivas e as posteriores são motoras.
- d) as posteriores são sensitivas e as anteriores são motoras.**
- e) ambas são mistas, pois é variável o sentido em que ocorre o estímulo nervoso em cada uma delas.

23) (VUNESP) Quando uma pessoa encosta a mão em um ferro quente, ela reage imediatamente por meio de um reflexo. Neste reflexo o neurônio efetuidor leva o impulso nervoso para:

- a) a medula espinhal.
- b) o encéfalo.
- c) os músculos flexores do braço**
- d) as terminações sensoriais de calor na ponta dos dedos.
- e) as terminações sensoriais de dor na ponta dos dedos.

24) (FUVEST) Assinale a alternativa que apresenta de forma correta a condução do impulso nervoso nos neurônios sensorial e motor.

- a) O estímulo nervoso se propaga do dendrito para o corpo celular e deste para o axônio no neurônio sensorial, e o inverso no neurônio motor.
- b) O estímulo nervoso se propaga do axônio para o corpo celular e deste para o dendrito no neurônio sensorial, e o inverso no neurônio motor.
- c) O estímulo nervoso se propaga do dendrito para o corpo celular e deste para o axônio no neurônio sensorial e no neurônio motor.**
- d) O estímulo nervoso se propaga do axônio para o corpo celular e deste para o dendrito, tanto no neurônio sensorial como no motor.

e) O estímulo nervoso se propaga do dendrito para o corpo celular ou do corpo celular para o dendrito no neurônio sensorial e do corpo celular para o axônio no neurônio motor.

25) Para se observar corpos de neurônios, o melhor seria fazer lâminas para o microscópio a partir de cortes histológicos de:

- a) nervos raquianos.
- b) nervos cranianos.

c) cerebello.

d) "H" medular

e) córtex medular

OBS.: esta questão admite duas respostas no gabarito oficial.

26) O processo de união dos núcleos do óvulo e do espermatozóide é chamado de:

- a) segmentação
- b) estrobilização

c) fecundação

d) nidação

e) permutação

27) (FGV-SP) Associe as estruturas abaixo relacionadas com a função realizada por cada uma:

- 1- túbulos seminíferos
- 2- epidídimo
- 3- células intersticiais do testículo
- 4- próstata

- () local de produção de espermatozoides
- () local de armazenagem de espermatozoides
- () produção do hormônio sexual masculino
- () local de produção do esperma

a) 1, 2, 3, 4

b) 2, 3, 4, 1

c) 3, 4, 1, 2

d) 4, 3, 2, 1

e) 2, 1, 4, 3

28) (F. OBJETIVO) Os gêmeos monozigóticos ou idênticos originam-se:

a) da divisão de um óvulo não fecundado.

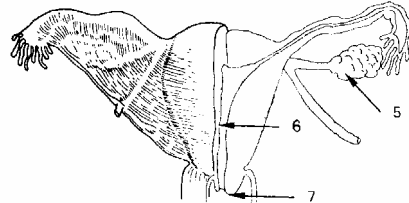
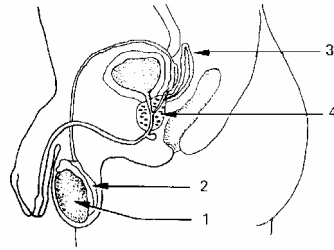
b) da divisão de um zigoto originado da união de um óvulo com um espermatozóide.

c) da fertilização de dois óvulos distintos por um só espermatozóide.

d) da fertilização de dois óvulos por dois espermatozoides distintos.

e) da fertilização de dois óvulos exatamente iguais por dois espermatozoides iguais ou diferentes.

29) (UFMG-MG). Desenhos representativos dos sistemas genitais masculino e feminino.



A opção que contém erro é:

a) Em 2 há armazenamento de espermatozoides.

b) 3 e 4 produzem secreções para o sêmen.

c) 1 e 5 constituem as gônadas.

d) Em 6 ocorre fecundação.

e) 7 é constituinte do canal do parto.

30) (FUVEST-SP) Desde a sua origem até a fecundação do óvulo, o espermatozóide humano segue o seguinte trajeto:

a) testículo, epidídimo, canal deferente, uretra, vagina, útero, trompa de Falópio.

b) testículo, uretra, canal deferente, epidídimo, vagina, útero, trompa de Falópio.

c) epidídimo, testículo, canal deferente, uretra, útero, vagina, trompa de Falópio.

d) testículo, próstata, epidídimo, canal deferente, uretra, vagina, útero, trompa de Falópio, ovário.

e) canal deferente, testículo, epidídimo, uretra, vagina, útero, ovário.

ANEXO 4 – ARTIGO ORIUNDO DESTA DISSERTAÇÃO, AOS MOLDES DO PERIÓDICO *ANATOMICAL SCIENCE EDUCATION*.

Students know less about Nervous Systems before beginning pre clinical courses: a Brazilian observation.

Danielle Fernandes da Silva, Maria Julia Marques and Humberto Santo Neto.

Departamento de Anatomia, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Brazil.

Address:

Universidade Estadual de Campinas

Depto. de Anatomia - Instituto de Biologia

Av. Bertrand Russel, s/no

Cx. Postal 6109

BR-13083-865

Campinas, SP, Brazil

Correspondence should be addressed to:

Humberto Santo Neto,

Departamento de Anatomia, Instituto de Biologia,

Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP),

CP 6109, Campinas, 13084-971.

SP, Brazil.

Phone: (55)-(19)-3788-6395

Fax: (55)-(19)-3289-3124

email: marques@unicamp.br

Abstract: Knowledge in Neuroanatomy is crucial to understand others “*neuro*” subjects such as Physiology, Pathology, Surgery and Imaging for students in health sciences. However, teaching Neuroanatomy, is not an easy task and although students often find the brain to be a marvel of complexity they always have difficulty in learning and sometimes they even refuse to take classes that cover brain anatomy. In this study, we hypothesized that in Brazil, at the time students enroll to health sciences courses they may know less about Nervous System than others issues in Gross Anatomy. In this study, a 30 multiple-choice tests being 5 tests of each system in Gross Anatomy: Digestive, Respiratory, Circulatory, Urinary, Nervous and Genital based on the secondary schools programs was applied. Tests were extracted from a database representative freely available at a website and they were sequentially ordained as above quoted. Participants were 308 students of health sciences that enrolled for the first time in a human anatomy course in two public Brazilians Universities. Test was applied before the first lesson in Anatomy. Our results demonstrate that the percentage of correct answers in Nervous System was significantly lower than Digestory, Respiratory, Circulatory, Urinary, and Genital. These findings lead us to conclude that in fact students know less about Nervous system before starting Goss Anatomy courses.

Keywords: Nervous System, Neuroanatomy, Teaching Neuroanatomy, Learning Neuroanatomy, Gross Anatomy, Education, Pre clinical courses, Anatomy.

Introduction

Knowledge in Neuroanatomy is crucial to understand others “*neuro*” subjects such as Physiology, Pathology, Surgery and Imaging for students in health sciences. In Clinical Neurology, anatomic organization is of fundamental importance to the presentation of the symptoms of the disease, i.e., the site of the injury is more important to the development of symptoms than the cause of the injury (Nolte, 1993). A firm neuroanatomical foundation is also required to better understanding Ophtalmology, Orthopedics and Psychiatry among others issues in medical and paramedical curriculum (Farmer & Krigman, 1967). However, teaching Neuroanatomy, is not an easy task and although students often find the brain to be a marvel of complexity they always have difficulty in learning and sometimes they even refuse to take classes that cover brain anatomy (Nolte, 1993).

Three-dimensional feature of nuclei and tracts and their reciprocal relationships play a pivotal role in difficulty learning Neuroanatomy (Nolte, 1993) but identifying other factors that may contribute to that is of interest to design educational strategies to improve teaching and learning in this issue. In this study, we hypothesized that in Brazil, at the time students enroll to health sciences courses (Medicine, Odontology, Physical Therapy and so on) they may know less about Nervous System than others issues in Gross Anatomy, such as Digestive and Respiratory systems, contributing for Neuroanatomy to became a difficult subject in pre-clinical courses. To test this hypothesis, we evaluated the knowledge in Nervous System in comparison to others issues in Gross Anatomy in students enrolled in Anatomy courses for the first time.

MATERIALS AND METHODS

Ethical clearance to undertake this study was provided by the Human Ethics Committee of the Campinas-UNICAMP (HEC n° 188/2007). Student’s participation was voluntary and anonymity was guaranteed.

Instrument and Procedure

At the end of secondary school, students go to first year of universitarias courses and the selection of students into universities is made by each University in Brazil. As a rule, the

admission exam consists of multiple choice tests which are based on the program of secondary schools which in turn is basically the same along the country.

In this study, a 30 multiple-choice tests being 5 tests of each system in Gross Anatomy: Digestive, Respiratory, Circulatory, Urinary, Nervous and Genital based on the secondary schools programs was applied. Tests were extracted from a database representative that is freely available at a website and they were sequentially ordained as above quoted. The tests we applied can be assessed at the webpage (www.vestibular.com.br).

Participants

Participants were 308 students of health sciences (Medicine, Biomedical Sciences, Nursing, Pharmacy and Physiotherapy) that enrolled for the first time in a Human Anatomy course in two public Brazilians Universities. Test was applied before the first lesson in Anatomy. Students were asked if they could submit to test only; they were not informed about the issue we were researching. Participants, courses and University they belong were not identified.

Analysis

A total of 1540 tests of each system were examined and the percentage of correct response rate was obtained for each system. Differences between the percentage of correct answers were tested by analysis of variance (ANOVA) and were considered significant at a *P*-value of $P < 0.05$.

RESULTS AND DISCUSSION

Our results (Table 1) demonstrate that the percentage of correct answers in Nervous System was significantly lower than all the other Systems. These findings lead us to conclude that in fact students know less about Nervous system before starting Gross Anatomy courses.

Identify reasons for which students known less about Nervous System is beyond of the scope of this study but some possibilities need to be examined. First, it may be related to the exam selecting secondary students to Brazilians University. If, in this exam, Nervous System is lowered disproportionate representative, then teachers and secondary students could focus others systems rather than Nervous System. To check this possibility we analyzed retrospectively the percentage of tests of each system that was asked in selection exams by several Brazilian

Universities during 2001-2008 academic years which are showed in the Table 2. Whereas the percentage of multiple choice tests was in Nervous System significantly lower than Genital and Circulatory, it was higher than Urinary and no different of the Digestory and Respiratory, which do not support this possibility. Second, as integrating of general population, Brazilians secondary students should be more interest in learning others systems, such as Circulatory, since the cardiovascular diseases are higher incident in the population. Because students are teen, it may also be the case of Genital System since it is related to sexual education. Against this possibility there is an interesting study showing that brain-related research topics with implications for everyday life, such as memory and emotion, have been showed to elicit much more public interest than others topics in Brazil (Herculano-Houzel, 2004). Further, Neurology and the Mind have been showed to be a constant focus of interest among young people in some countries (Baram-Tsabariand, 2007). It is well known that disorders of the Nervous System are responsible for more than 10% of all deaths, and are the cause of more than 25% of all years lived with disability globally (Murray and Lopez, 1996). Therefore it is unlike that lower knowledge in Nervous System by Brazilians students before they starting pre clinical courses, is because it is disinteresting issue.

Table 1: Percentage of correct answers in Nervous System related to the other systems.

System	Percentage of correct answers and Standard Error	Number of correct answers	Total of questions
Digestory	61.4%±12.6	1065	1540
Respiratory	67.7%±10.8	1084	1540
Circulatory	73.3%%±10.8	1127	1540
Urinary	63.7%%±13.8	1127	1540
Nervous	25.3%±5.6	361	1540
Genital	87.4%%±16.8	1311	1540

Table 2: Frequency of Anatomy and Physiology questions in the exams to admittance at Universities in Brazil, between 2001 and 2008. Total of met questions: 136 (12,3% do total); total of analyzed questions: 1108.

System	Number of questions	Percentage
Digestory	17	12,50%
Respiratory	10	7,40%
Hormonal	12	8,80%
Genital	46	33,80%
Nervous	12	8,80%
Urinary	4	2,90%
Circulatory	33	24,30%
Locomotor	2	1,50%
Total	136	100%

The higher contents and extension of Nervous System in secondary schools merge as a third possibility. It is based on the fact that at least in pre clinical courses the contents of Nervous System is usually more extensive than a few others systems in Gross Anatomy and students sometimes refer it as complicating factor in learning. To examine this possibility we analyzed comparatively the extension of Nervous system with all others organic systems in the official Brazilian secondary schools programs and we found that extension in Neuroanatomy contents do not differ from others systems such as Cardiovascular and Urogenital. In fact, it showed to be even shorter than Digestive and Cardiovascular systems which argue against this possibility. Assuming that those possibilities were ruled out we speculate that secondary teachers are not are not well trained in Nervous System, since they are usually formed in biomedical courses of public universities. If true, secondary teachers may feel uncomfortable to teach Nervous System leaving it untaught in Brazil.

Educational institutions have made efforts to diffuse the knowledge about Nervous System among pre university students in a few countries. For instances, in the United States of America the Society for Neuroscience and the International Brain Research Organization (IBRO)

in Europe have long been made strong efforts committed to partnering with educators to engage pre college teachers and students in learning about the brain and nervous system (Miller et al., 1994; Smarr et al., 2007; Society for Neuroscience, Abstracts/Annual Meeting Publications). It should be also of interest to examine whether students submitted for the first time in those programs know about nervous system.

NOTES ON CONTRIBUTORS

DANIELLE FERNANDES DA SILVA. B.S., is an graduate student at Department of Anatomy, at the University of Campinas (UNICAMP), Campinas, Brazil

HUMBERTO SANTO NETO, PhD., is professor of Gross Anatomy at Department of Anatomy, University of Campinas (UNICAMP), **Campinas, Brazil.**

LITERATURE CITED

Cook DA, Gelula MH, Dupras DM, Schwartz A. 2007. Instructional methods and cognitive learning style in web-based learning: Report of two randomized trials. *MedEduc* 41:897-905.

Farmer TW, Krigman MR. 1967. Relations with neuroanatomy and neurophysiology in teaching. *Neurology* 17: 47- 48.

Smarr B., Georgi S., Harris R., Watari H., White B., Ting J., Meitzen J., Wark A., Azevedo T., Barot S., de la Iglesia HO., Chudler E. 2007. Lesson plans for teaching neuroscience to pre-college students. 29.10/PPP31, 2007.

Schroeder JA. 2006. Connecticut College 2006 kids judge! Neuroscience fair 26/10/2006.

Heylings DJ. 2002. Anatomy 1999–2000: the curriculum, who teaches it and how? *Medical Education* 36:**702**–710

Murray CJL, Lopez, AD. 1996. The global burden of disease. Harvard School of Public Health, Cambridge, p. 284. Monkhouse.

Baram-Tsabari A, Yarden A. 2007. Interest in biology: A developmental shift characterized using self-generated questions. *Am Biol Teach* 69:532-540.

Bulthoff HH, Edelman SY, Tarr MJ. 1995. How are three-dimensional objects represented in the brain? *Cereb Cortex* 5 (3):247–60

Nolte, J. 1993. *The human brain: An introduction to its functional anatomy*. 3rd ed. St. Louis, MO: Mosby-Year.

Herculano-Houzel S. 2004. What does the public want to know about the brain? *Nature Neuroscience* 6: 325.