

FACULDADE DE MEDICINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA E CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DOUTORADO

MARIA DAS GRAÇAS VILLELA RODRIGUES

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE IMAGENS DIGITAIS E ANALÓGICAS  
DO *RATTUS NORVEGICUS***

Porto Alegre  
2016

PÓS-GRADUAÇÃO - *STRICTO SENSU*



Pontifícia Universidade Católica  
do Rio Grande do Sul

MARIA DAS GRAÇAS VILLELA RODRIGUES

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE IMAGENS DIGITAIS E ANALÓGICAS DO  
*RATTUS NORVEGICUS*.**

Tese apresentada como requisito para obtenção do grau de doutor pelo Programa de Pós-graduação em Medicina e Ciências da Saúde da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Área de concentração: Clínica Cirúrgica

Orientador: Prof. Dr. Jefferson Luis Braga da Silva

Porto Alegre

2016

## Ficha Catalográfica

R696e Rodrigues, Maria das Graças Villela Rodrigues

Estudo comparativo entre imagens digitais e analógicas do *Rattus norvegicus* / Maria das Graças Villela Rodrigues Rodrigues . – 2016.

78 f.

Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Medicina e Ciências da Saúde, PUCRS.

Orientador: Prof. Dr. Jefferson Luis Braga da Silva.

1. Atividades científicas e tecnológicas. 2. Metodologia. 3. Materiais de ensino. 4. Docentes de Medicina. I. Silva, Jefferson Luis Braga da. II. Título.

MARIA DAS GRAÇAS VILLELA RODRIGUES

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE IMAGENS DIGITAIS E ANALÓGICAS DO  
*RATTUS NORVEGICUS*.**

Orientador: Prof. Dr. Jefferson Luis de Carvalho

Tese apresentada como requisito para obtenção de grau de doutor pelo programa de Pós-graduação em Medicina e Ciências da Saúde da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Área de concentração: Clínica Cirúrgica.

Aprovada em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2016.

---

Prof. Dr. Gustavo Franco Carvalhal do PPGMCS/PUCRS

---

Prof. Dr. José Eduardo Ferreira Manso do PPGCC/ UFRJ

---

Prof. Dr. Jorge Antônio Pastro Noronha - PUCRS

---

Prof. Dr. Lucio Sarubbi Fillmann - PUCRS

---

Prof. Dr. Carlos Kupski - PUCRS

Porto Alegre

2016

A minha família e aos amigos do Laboratório de Anestesia Dor Experimental - LADEExp e do Laboratório do Centro de Cirurgia Experimental da UFRJ, uma sincera homenagem pelo apoio demonstrado durante a realização do trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Jefferson Luis Braga da Silva, meus sinceros agradecimentos pela orientação, estimulando e apoiando a conclusão desta tese.

Ao Prof. Dr. Alexandre Vontobel Padoim coordenador do Programa de Pós-Graduação em Medicina e Ciências da Saúde e aos professores do Programa principalmente àqueles com os quais tive a oportunidade de conviver ao longo desses anos e que tanto contribuíram com orientações úteis em suas disciplinas.

Ao Prof. Dr. Mário B. Wagner que revisou a parte estatística do projeto na fase inicial, continuando a me orientar até a finalização dos resultados. Um exemplo de perseverança e responsabilidade que me impulsionou a produzir este trabalho.

Aos Professores da Faculdade de Medicina da PUCRS pela colaboração e disponibilização dos horários em classe para que eu pudesse realizar os testes com os alunos, especialmente ao Prof. Dr. Marcos Ricardo de O. Jaeger, pelo acesso inúmeras vezes em sua sala de aula e ao Prof. Dr. André Luiz da Silva um amigo presente que me permitiu acesso imediato para que eu concluísse a coleta de dados.

Aos colegas da Pós-Graduação de todas as áreas de concentração, tanto do doutorado quanto do mestrado agradeço pelo convívio harmonioso e por partilhar das alegrias e dos momentos de aflição.

À Secretaria da Pós-Graduação, na figura do Ernesto Carlos A. Silva, pela presteza a cada solicitação apresentada, por cada apoio no cumprimento de prazos e pelo estímulo pelo término do trabalho.

Ao Prof. Dr. Gustavo Franco Carvalhal do Programa de Pós-Graduação em Medicina e Ciências da Saúde da PUCRS e aos Prof. Dr. Carlos Kupski, Dr. Lucio Sarubbi Fillmann e Dr. Jorge Antônio Pastro Noronha da PUCRS pela minuciosa correção sugerida por ocasião da banca prévia, indispensável para a conclusão da investigação.

Aos professores que gentilmente aceitaram o convite para participar da banca de defesa de tese de doutorado meus agradecimentos antecipados pelas sugestões para a finalização da Tese, especialmente ao Prof. Dr. José Eduardo Ferreira Manso do Programa de Pós-Graduação em Ciências Cirúrgicas da UFRJ.

## RESUMO

RODRIGUES, Maria das Graças Villela. Estudo comparativo entre imagens digital e analógica do *Rattus norvegicus*. Rio Grande do Sul, 2016. Tese (Doutorado em Medicina e Ciências da Saúde) - Faculdade de Medicina da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2016.

A investigação surge da constatação da importância que a área de Ciências da Computação exerce num processo de integração com as Ciências da Saúde na medida em que oferece possibilidades de mimetização de funções orgânicas posto que propicia recursos tecnológicos para o apoio das pesquisas científicas. Como estas pesquisas nas áreas das Ciências da Saúde nem sempre podem ser realizadas com seres humanos por razões éticas e mesmo a utilização de animais tem sido restringida, as inovações tecnológicas fazem-se sempre mais necessárias para o avanço de tais pesquisas. Assim, esta tese tem por objetivo determinar se a visualização de imagem vetorizada como metodologia digital resulta em mais eficiência e mais ampla utilização em comparação com a imagem analógica. A metodologia utilizada, contou com a participação de 210 alunos voluntários do curso de medicina da PUCRS, integrantes de três turmas. Em cada turma, os alunos foram randomizados em dois grupos de 35 alunos, o grupo controle foi exposto a uma imagem analógica da divisão do nervo ciático do rato, enquanto o grupo teste foi exposto a mesma imagem do nervo, vetorizada no programa *Inkscape*, em comparação com uma fotografia da divisão do nervo ciático, capturada por um microscópio eletrônico. Cada grupo visualizou a imagem recebida, comparando-a com a imagem capturada do microscópio eletrônico, identificando nesta imagem os nomes dos ramos do nervo ciático. Posteriormente o grupo controle visualizou imagens digitais para um pós-teste e juntamente com o grupo teste responderam um questionário de receptividade da metodologia. Utilizou-se o método comparativo e estatístico para efetuar as análises que comprovou a maior eficiência das imagens digitais em relação às imagens analógicas, validando-se a utilização de imagens digitais e a metodologia digital.

**Palavras Chave:** Atividades científicas e tecnológicas. Metodologia. Materiais de ensino. Docentes de Medicina.

## **ABSTRACT**

RODRIGUES, Maria das Graças Villela. Estudo comparativo entre imagens digital e analógica do *Rattus norvegicus*. Rio Grande do Sul, 2016. Tese (Doutorado em Medicina e Ciências da Saúde) - Faculdade de Medicina da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2016.

The investigation stems from the realization of the importance that the computer science area exerts a process of integration with the Health Sciences in that it offers mimicry possibilities station bodily functions which provides technology to support scientific research. As these research in the areas of Health Sciences can not always be carried out with humans for ethical reasons and even the use of animals has been restricted, technological innovations make it ever more necessary to advance such research. Thus, this thesis aims to determine whether the image display as vector digital methodology results in more efficiency and wider use compared to the analog image. The methodology used, with the participation of 210 travel volunteer medical students of PUCRS three class members. In each class, students were randomized into two groups of 35 students, the control group was exposed to an analog image sciatic nerve in the rat division, while the test group was exposed to the same nerve imaging, but vectored in Inkscape program, compared to a division of the sciatic nerve photograph captured by a scanning electron microscope. Each group viewed the received image, comparing it with the electron microscope image, identifying this picture the names of the nerves that are part of the division of the sciatic nerve. Later the control group viewed digital images to a post-test and with the test group answered a questionnaire of receptivity of the methodology. We used the comparison and statistical method to perform the analyzes which confirmed the greater efficiency of digital images with respect to the analog images, validating the use of digital images and digital methods.

Key words: Scientific and Technical Activities. Methods. Teaching materials. Faculty

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2 O CONHECIMENTO ALIADO A TECNOLOGIA</b> .....	14
2.1 A Utilização de tecnologias digitais na educação .....	17
2.2 A Imagem digital, a percepção e a cultura visual.....	20
<b>3 JUSTIFICATIVA</b> .....	27
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	28
4.1 Delineamento, participantes e métodos.....	28
4.2 Variáveis do estudo .....	36
4.3 Análise dos dados .....	36
4.4 Tamanho amostral do estudo .....	36
4.5 Limitações do estudo .....	37
4.6 Aspectos éticos.....	37
<b>5 RESULTADOS</b> .....	38
5.1 Eficiência da imagem vetorizada e da imagem analógica .....	38
5.2 Utilização de imagem digital e imagem analógica.....	39
<b>6 DISCUSSÃO</b> .....	41
<b>7 CONCLUSÃO</b> .....	47
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	48
APÊNDICE A - Termo de Consentimento Informado Livre e Esclarecido.....	55
APÊNDICE B – Teste da imagem vetorizada de anatomia do rato .....	56
APÊNDICE C – Teste da imagem analógica de anatomia do rato .....	57
APÊNDICE D – Teste da imagem analógica e digital de anatomia do rato .....	58
APÊNDICE D - Imagem digital produzida de anatomia do rato (continuação) .....	60
APÊNDICE E - Teste da utilidade e receptividade da metodologia digital.....	61
APÊNDICE F – Avaliação da receptividade da imagem digital .....	64
APÊNDICE G – Aprovação do Comitê de Ética da PUCRS .....	65
APÊNDICE H – Termo de compromisso para utilização de dados. ....	67
APÊNDICE I – Patente cultivada sobre visualização angular .....	68
APÊNDICE J – Submissão de artigo científico.....	69
APÊNDICE K – Artigo científico.....	70

# 1 INTRODUÇÃO

Os conhecimentos na área da medicina, adquiridos por meio da experiência clínica e de pesquisas científicas marcaram a história do desenvolvimento da clínica, que realizava pesquisas, em sua grande maioria, com seres humanos (PALÁCIOS e REGO, 2001). Com a deflagração da Segunda Guerra Mundial muitos abusos cometidos em pesquisas experimentais foram denunciados e a partir da denúncia dessas atrocidades, o tribunal de Nuremberg, em 1947, estabeleceu alguns princípios que deveriam ser respeitados para que se pudesse realizar pesquisas experimentais em seres humanos.

Em 1964, a Associação Médica Mundial estabeleceu normas para garantir a eticidade das pesquisas biomédicas realizadas em todo o mundo, tendo aprovado diretrizes que ficaram conhecidas como Declaração de Helsinque. A revisão destes documentos em 1975 estabeleceu a obrigatoriedade de aprovação do protocolo de pesquisa por um Comitê de Ética constituído especialmente para este fim (PALÁCIOS e REGO, 2001).

No Brasil, a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde estabeleceu as diretrizes e normas éticas da pesquisa experimental que envolve seres humanos. Ela se insere na tradição – que vem desde Nuremberg – de proteção aos sujeitos da pesquisa, de respeito à dignidade dos seres humanos.

No entanto, nem sempre é possível a realização de estudos em humanos devido a limitações éticas. É nessa situação que se utilizam animais em pesquisas. Esse uso tem registro de aproximadamente 300 a.C., com Erasistrato de Alexandria que estudava funções corporais, passando por Galeno, Harvey e muitos outros (OLIVEIRA e PITREZ, 2010).

A pesquisa experimental com o uso de animais ganhou impulso após os estudos de Le Gallois (1812) que procurou desenvolver a perfusão artificial de órgãos isolados. A partir desta data seguiram-se importantes pesquisas de fisiologia em rins e fígado, como os trabalhos de Bidder (1865) e Schroder (1882), dentre outros. Foi a experimentação animal que possibilitou o pleno desenvolvimento da cirurgia, baseada nos progressos adquiridos na interpretação da anatomia patológica e da

exteriorização clínica das doenças de evolução crônica (GOMES,1978). A história retrata que a cirurgia se restringia, principalmente, ao tratamento de condições mórbidas de alto risco, onde o perigo da cirurgia obscura figurava como esperança de vida. Ambroise Paré, no século XIV, definiu esse tipo de conduta quando afirmou que a guerra era a maior escola de cirurgia. Pensamento diferente foi adotado em 1837, quando Egelbert propôs a realização da gastrostomia para tratamento da obstrução esofágica onde o método, antes de ser testado em humanos, foi estudado por Bassow (1842) e Blondot (1834) experimentalmente (GOMES,1978). Provavelmente os cirurgiões de nossos dias tenham treinado sem participarem de cirurgias experimentais, pois o aprendizado das noções elementares pode ser feito com outros recursos e por esquemas de orientação e participação progressiva no ato operatório em seres humanos. O mesmo talvez não se possa dizer do tratamento doenças cirúrgicas complexas e raras, onde a experimentação animal surge como possibilidade de preparo da equipe para a realização de uma operação coordenada e segura. Contribuição incalculável da cirurgia experimental, atesta o campo da pesquisa em biociências, em seus diferentes ângulos, o que também se depreende da extraordinária evolução da medicina de nosso tempo.

Os experimentos com animais são fundamentais segundo Oliveira e Pitrez (2010) e é indiscutível a importância que exerceram e exercem na maioria dos avanços relacionados com a melhoria da saúde humana e da ciência. Os animais de experimentação ajudaram a produzir vacinas para o tratamento de doenças infecciosas, levaram ao desenvolvimento de antimicrobianos e outros fármacos. Muito dos conhecimentos nas áreas das ciências da saúde foram adquiridos por meio de experimentação animal.

No Brasil, os animais só podem ser submetidos às intervenções quando recomendado nos protocolos dos experimentos que constituem a pesquisa ou programas de aprendizado, controlados por um Conselho Nacional de Experimentação Animal e por Comissões de Ética no Uso de Animais constituídas em instituições de ensino que realizam pesquisas com animais (Lei nº. 11.794/2008). A ética deve estar na vida e conduta do cirurgião, de forma que todos os atos profissionais e de vida devam ser eticamente válidos (ANTONIO, 2011).

Importantes avanços da ética para o uso de animais em pesquisa têm reduzido o emprego de animais, evitando dor e sofrimento (OLIVEIRA; PITREZ, 2010). A

ciência valoriza o uso ético de animais e observa os preceitos do livro *The Principles of Humane Experimental Technique*, de Russel e Burch lançado em 1959, em que classificavam as técnicas humanas sob os títulos de *Reduction*, *Replacement* e *Refinement* (Redução, Reposição e Refinamento); para guiar uma utilização mais parcimoniosa de animais na experimentação. Hoje se pode dizer que os 3Rs são amplamente utilizados por cientistas responsáveis.

A pesquisa experimental afigura-se como fator de integração entre a medicina e outras áreas do conhecimento. A experimentação animal é multidisciplinar, envolve questões que permeiam vários campos do conhecimento e especificamente na área das Ciências da Saúde. Minayo (2007) nos diz que alguns desafios podem ser pontuados como a necessidade de adoção de estratégias inter e transdisciplinares que devem ser entendidas como a construção de possibilidades de trânsito por distintos campos do conhecimento. Uma instituição renomada como “*The National Academies*” (2005) concorda quando reflete que a pesquisa interdisciplinar integra informações, dados, técnicas, instrumentos, perspectivas, conceitos ou teorias de duas ou mais disciplinas ou especialidades para avançar a compreensão ou resolver problemas cujas soluções estão além do escopo de uma única disciplina ou área de pesquisa.

A área de Ciências da Computação, por exemplo, vem demonstrando integração com as ciências da saúde, de acordo com Martins, Porawski e Marroni (2010), quando oferece possibilidades de mimetização de funções orgânicas. Ao mesmo tempo em que progridem os conhecimentos médicos das doenças, as ciências da computação evoluem propiciando recursos tecnológicos para o apoio das pesquisas na área.

As descobertas científicas e tecnológicas, o aparecimento de novas tecnologias (a vídeo cirurgia, a robótica, a telemedicina) que se destacam a partir do século XX, por meio da evolução das telecomunicações; da utilização dos computadores e da internet podem contribuir para o entendimento de que estamos em uma era em que a tecnologia é indispensável para promover as novas descobertas em medicina e ciências da saúde (SOARES, 2010).

A utilização de recursos tecnológicos digitais possibilita que as imagens de experimentos científicos sejam armazenadas e disponibilizadas em eventos futuros; permite que conteúdos dispersos sejam reunidos em uma metodologia, em uma hipermídia que pode trabalhar com grande quantidade de informações, codificadas de

modo a viabilizar o processamento por computador e o armazenamento em arquivos a serem disponibilizados em tempo real promovendo a continuidade das informações.

O interesse em imagens digitais surgiu devido ao crescente debate na Academia e na mídia a respeito da apropriação das novas tecnologias digitais pela sociedade e um constante questionamento sobre as possibilidades educacionais.

Estudo utilizando a metodologia digital com cirurgiões foi bem avaliado (RODRIGUES,2014), estudo randomizado controlado com tecnologias de computação móvel na área médica concluiu que elas podem melhorar a aprendizagem (TANAKA *et al.*, 2012), mas ainda são poucos os estudos na área de ensino médico que levam em consideração a imagem como elemento pedagógico e a eficiência e a utilidade da tecnologia digital na formação médica.

A partir das exposições acima, esta tese investigou se a imagem vetorizada resulta em eficiência e utilização em relação à mesma imagem analógica.

É uma investigação que se utiliza de recursos tecnológicos digitais (3D), de vetorização de imagem, de fotografias digitais visando contribuir cientificamente, para quem sabe, reduzir a lacuna existente no que tange a utilização de imagens digitais em benefício da aquisição de conhecimentos prévios à experimentação animal e promover uma formação médica em experimentação animal pautada na ética.

Como hipótese principal, pressupõe-se que a visualização de imagens vetorizadas seja mais eficiente do que a visualização de imagens analógicas, pois a imagem vetorizada é digital, colorida e será amplamente utilizada pelos alunos, uma vez que estão acostumados com a tecnologia digital no cotidiano.

O objetivo é determinar se as imagens digitais de anatomia do *Rattus norvegicus* resultam em mais eficiência e ampla utilização em comparação com a imagem analógica. Destaca-se a seguir o desenvolvimento do referencial teórico do estudo.

## 2 O CONHECIMENTO ALIADO A TECNOLOGIA

Pressupõe-se pela revisão da literatura e reflexões realizadas, que a metodologia de ensino para a educação no século XXI precisa estar aliada à tecnologia. A validade dos saberes já não é suficiente para comportar os rumos e as influências que as tecnologias trazem à educação. Morin (2005) relata que se a noção de conhecimento diversifica-se e multiplica-se quando a consideramos, podemos supor que comporta diversidade e multiplicidade;

Desde então, o conhecimento não seria mais passível de redução a uma única noção, como informação, ou percepção, ou descrição, ou ideia, ou teoria; deve-se antes concebê-lo com vários modos e níveis, aos quais corresponde cada um destes termos (MORIN,2005).

Existem, portanto, de acordo com Duffy e Jonassen (1992 apud PORTUGAL, 2013), diversos significados e perspectivas para um mesmo evento ou conceito, rompendo com o pressuposto de que há um único significado “correto”. Partilhando desse pensamento estão os estudos sobre a Teoria Construtivista que começaram com Piaget (1970); um biólogo com preocupações eminentemente epistemológicas (Teoria do Conhecimento), numa perspectiva interdisciplinar, que se baseia nas experiências do indivíduo, que as transforma e interpreta por meio de suas estruturas mentais (FOSNOT,1992 apud PORTUGAL, 2013), construindo o conhecimento, que não é uma representação exata, mas uma interpretação interna de cada um. Consequentemente, Bednar et al (1992 apud PORTUGAL, 2013) relatam que não é possível pensar em uma única representação correta do conhecimento pois a realidade é vista a partir de múltiplas perspectivas.

Segundo a Teoria Construtivista, o sujeito é ativo e em todas as etapas de sua vida procura conhecer e compreender o que se passa à sua volta, mas não o faz de forma imediata, pelo simples contato com os objetos. Suas possibilidades decorrem a cada momento do que Piaget denominou “esquemas de assimilação”, ou seja, “esquemas de ação” (agitar, sugar, balançar) ou “operações mentais” (reunir, separar, classificar, estabelecer relações), que não deixam de serem ações, mas se realizam no plano mental. De acordo com a Teoria Educacional Construtivista, Piagetiana

(1970), o pensamento vai se tornando cada vez mais complexo e abrangente, porque traz uma visão integrada de conhecimentos.

A complexidade da cognição destitui a ideia tradicional de um conceito único ou mais específico quanto ao que vem a ser, de fato, esse fenômeno. Para Morin (2005), o conhecimento pode vir investido de percepção e representação, de memória, de equilíbrio, de movimento, de pensamento, e, em vista dessas possibilidades, não haveria incorporação que não se adequaria a ele.

Piaget e Inhelder (1993, apud BECKER, 1998) relatam que a representação concreta (imagem) prolonga a percepção e introduz a ideia de sistema de significação no qual se tem um significante e um significado. Os significantes são representados por símbolos e signos (imagem), enquanto os significados são as transformações do próprio espaço, o que dará origem ao pensamento.

Nesse sentido, Ausubel (1968, apud MOREIRA, 1999), criador da Teoria da Aprendizagem Significativa, afirma que aprender significativamente é um processo por meio do qual uma nova informação/um novo conhecimento relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. Isto é, este processo envolve interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica a qual Ausubel define como subsunçor.

Moreira (1999) argumenta que a aprendizagem significativa acontece quando a nova informação se ancora, insere-se em conceitos ou proposições relevantes que já existiam na estrutura cognitiva do aprendiz.

Hoje, o conhecimento possui novos ambientes de produção e disseminação: as redes digitais. Para Di Felice (2012), essas redes se tornaram instrumento para a divulgação do pensamento, já que são mais democráticas e acessíveis. Através da rede, a informação pode ser disseminada e alcançar qualquer pessoa.

As novas tecnologias possibilitam transformar o conhecimento vertical em rizomático, como propõem Gilles Deleuze e Felix Guattari (2000), pois o conhecimento pode ser adquirido de maneira colaborativa. Os alunos navegam na multidimensionalidade das representações flexíveis e distribuídas, estabelecem redes de relações entre os conteúdos e entre os membros da comunidade, das quais participam num processo de aprendizagem colaborativo. Este processo promove a reflexão sobre o novo conhecimento sob a forma da negociação continuada das

representações individuais, transportada agora para o plano coletivo da partilha dos padrões de pensamento (DIAS, 2000 apud PORTUGAL, 2013).

Existem ferramentas da *web* que surgem a todo o momento e que podem potencializar os indicadores pedagógicos por meio da linguagem digital interativa, cuja finalidade é envolver ativamente os estudantes na busca e apropriação do conhecimento. Entretanto, essas ferramentas necessitam ser alimentadas com conteúdo organizado de forma adequada, dada a especificidade de cada público, para que se tornem objetos digitais com informações significativas que, além de úteis, sejam agradáveis, acessíveis, contenham informações relevantes, sejam facilmente encontrados, além de possuírem credibilidade (PORTUGAL, 2013).

O cenário de possibilidades que a tecnologia nos oferece propicia o aprofundamento e a experimentação em ambientes de hipermídia educacional, possibilitando a organização e a disponibilização de informações de maneira adequada a fim de suprir as necessidades.

Os ambientes de aprendizagem são utilizados para direcionar a aprendizagem e unir conteúdos dispersos (PIVA JR, 2013).

De acordo com o grupo de pesquisa do Laboratório Interdisciplinar Design Educação – LIDE/LPD-PUC Rio, o material educativo oferece possibilidades de interpretação que demandam o desenvolvimento de juízos e a participação ativa dos alunos e não apenas uma simples relação de uso unilateral.

Portugal (2013), atuante neste laboratório, afirma que o resultado de um projeto de Design colocado no entorno público, exerce impacto cultural e influencia nossas experiências. Isto afeta a maneira pela qual as pessoas se relacionam com os artefatos, com outras pessoas e com o ambiente e contribui para a criação de um novo consenso cultural. Como a experiência humana está a cada dia mais exposta à comunicação visual, o Design em função de sua natureza, pode influenciar a formação de uma cultura visual crítica, cultura esta que pode ser intensificada com a utilização da metodologia digital. O Design em situações de aprendizagem deve ater-se a estes aspectos a fim de proporcionar ao indivíduo motivação no ato de pensar, julgar e desenvolver-se independentemente.

Para Freedman (2003, apud PORTUGAL, 2013), a tecnologia tem feito com que a cultura visual seja muito mais acessível que as formas literárias da cultura. O poder das tecnologias visuais sob uma perspectiva educativa é profundo, pois pode

facilitar o rompimento de limites e ensinar conceitos uma vez que as representações estão compostas por uma combinação de significados possíveis e fazem referências a estes, em vez de depender de apenas um significado, uma intenção. Toda uma esfera de significados se interpreta e se une aos signos que construímos e ensinamos informalmente a fim de facilitar a comunicação o que é altamente importante para implantar e consolidar as ideias a respeito da ética em pesquisa com animais.

Mas Masetto (2003), por sua vez, considera que a inovação acontece à medida que as concepções antigas não sustentam as demandas da sociedade atual, pois inovação e mudança andam juntas, mas só acontecem de fato quando as pessoas nelas envolvidas se abrem para aprender, para mudar, para adquirir novos conhecimentos, para alterar conceitos e ideias trabalhadas.

## **2.1 A Utilização de tecnologias digitais na educação**

Ao se falar acerca da utilização de tecnologias digitais na educação superior ressalta-se a perspectiva de Masetto (2012) que as conceitua como sendo aquelas que estão subordinadas à utilização do computador, da informática, da telemática e da educação à distância.

Um aspecto a ser destacado é que o educador universitário deve contribuir para o “educando aprender” e estas tecnologias só cumprirão efetivamente este objetivo se estiverem alicerçadas em uma concepção de educação que considere tanto o professor como o aluno, sujeitos ativos, no processo ensino-aprendizagem. Nessa perspectiva está o professor como mediador pedagógico que promoverá o encontro do educando com o conhecimento intermediado pela tecnologia.

Alguns recursos visuais e audiovisuais podem ser explorados e quando utilizados adequadamente poderão contribuir com o professor universitário no que tange a um ensinar e aprender rico em significados. Dentre os recursos mais utilizados no Ensino Superior destaca-se o projetor multimídia - *data show*. O termo “multimídia” refere-se à capacidade desta ferramenta permitir explorar a linguagem audiovisual, com recursos como textos, imagens, sons, filmes, etc. O *data show* possibilita usar praticamente todos os aparelhos num só, pois o mesmo projeta dados do computador, vídeo e DVD, isoladamente ou sincronizados (POLITO, 2003).

Segundo Carvalho e Ivanoff, (2010), o uso de vídeos, do mesmo modo que textos e imagens contribuem no processo de ensinar e aprender com sentido, pois

podem contextualizar situações de modo prático e dinâmico. Eles são capazes de exprimir aspectos culturais, como linguagem, valores e espaços de forma variada, aproximando o conteúdo do universo dos educandos e acelerando o processo de aprendizagem.

A utilização da internet como ferramenta de pesquisa configura-se, de acordo com Masetto (2012), como recurso dinâmico, atraente, de fácil acesso e que possibilita o ingresso a um número ilimitado de informações; o acesso a centros de pesquisa, bibliotecas, periódicos importantes nas diversas áreas do conhecimento; bem como o contato com os próprios pesquisadores e especialistas nacionais e internacionais. Soma-se a isso a vantagem da comodidade de acesso que pode ser realizado em diferentes lugares. Com ela tem-se a oportunidade de ler, comparar informações, produzir, reproduzir textos e imagens, analisá-los e criticá-los (MASETTO, 2012).

Com base nas tecnologias atuais e tendências sociais, econômicas e tecnológicas, Piva Jr. (2013) adverte que se podem fomentar perspectivas e esperanças de mudança no que tange ao ensino, principalmente na produção de materiais educacionais, possibilitando a criação de produtos *taylor made* (feitos sob medida), respeitando as diferenças e tempos de aprendizagem dos alunos. O uso de tecnologias digitais na educação inclui experiências de aprendizagem mais personalizadas e oportunas para os alunos, com base em seus hábitos e interesses de estudo.

Os recursos disponibilizados pelas novas tecnologias contribuem para a reflexão e o desenvolvimento do espírito crítico, quebrando barreiras entre o espaço escolar e o mundo exterior, integrando-os de forma consciente e enriquecedora. Até mesmo uma simples transmissão de informações pode ser feita ativamente, com recursos de animação e de som, desenvolvendo novas formas de lidar com o conhecimento disponível (AMARAL, 2003 apud PORTUGAL, 2013). A experiência humana está a cada dia mais exposta à comunicação visual e entendê-la tornará as pessoas mais criteriosas e informadas nos processos de tomada de decisão uma vez que poderá influenciar a formação de uma cultura visual crítica.

A linguagem digital interativa, segundo Portugal (2013), está presente em nosso cotidiano devido às possibilidades oferecidas pela Internet. A interatividade refere-se ao uso de ferramentas digitais que possam atrair e envolver os alunos em

buscar conhecimentos dos temas ativamente em vez de serem ouvintes passivos. A convergência de linguagens contendo estímulos visuais e sonoros, imagens fixas e em movimento, textos, sons, música, gráficos, simulações, entre outros aponta para a possibilidade de elaborar novas práticas no campo da educação em Medicina e Ciências da Saúde.

Portugal (2013) continua relatando que a possibilidade de digitalização de imagens, textos, sons e símbolos, com a finalidade de comunicação trouxe consigo a necessidade de refletir sobre a relevância da linguagem digital nos processos educacionais. A maleabilidade da linguagem digital traz consigo o conceito de interface, que trata o domínio da comunicação como um todo. Os pensamentos e sentidos podem se transformar em composições digitais. Essas características nos levam a uma inevitável posição dominante dessa linguagem em detrimento das linguagens oral e escrita, não de forma excludente, mas sim de forma aglutinada, imbricada (PINHEIRO 2002 apud PORTUGAL, 2013).

O uso expressivo da imagem envolve, seduz, prolonga uma tradição argumentativa que vê na imaginação o veículo que transporta significados de um objeto a outro em um movimento de mútua transformação (OLIVEIRA, 1998 apud BECKER, 1998).

O poder das tecnologias visuais sob uma perspectiva educativa, como nos explica Freedman (2003, apud PORTUGAL, 2012), é profundo e importante, pois pode facilitar o rompimento de limites e ensinar conceitos uma vez que as representações estão compostas por uma combinação de significados possíveis e fazem referências a estes, em vez de depender de apenas um significado, uma intenção. São capazes de exprimir aspectos culturais, como linguagem, valores e espaços de forma variada, aproximando o conteúdo do universo dos educandos e acelerando o processo de aprendizagem (CARVALHO, IVANOFF, 2010).

De acordo com Zabalza (2004, apud MASETTO, 2011), este processo de aprendizagem, aponta para um novo paradigma de Educação Superior, pautado pelo pensamento crítico e criatividade e vincula a inovação do ensino aos processos de reforma curricular, aos novos métodos pedagógicos, aos diferentes estilos de aprendizagem, à articulação disciplinar, às tomadas de iniciativa e à vinculação entre ensino e pesquisa. Ou seja, passa-se do paradigma do ensino para o paradigma da aprendizagem.

## 2.2 A Imagem digital, a percepção e a cultura visual

Vivemos imersos em uma cultura visual em que as imagens se fazem frequentes, dispondo de meios eficientes para difundir signos, símbolos e informações, que fazem parte de inúmeros eventos do cotidiano das pessoas, tornando-se “experiências culturais centrais na modernidade urbana” (FISCHMAN, 2008 apud ALMEIDA, 2015). Simultaneamente à expansão da cultura visual na vida das pessoas, vem aumentando consideravelmente o interesse de estudiosos em investigar as experiências envolvidas com os meios visuais, como imagens, fotografias, etc.

A imagem digital, por exemplo, é muito utilizada no cotidiano das pessoas, faz parte da comunicação digital, é um elo de ligação entre as pessoas, tornando-se um elemento indispensável. Portugal (2013) a conceitua como a representação numérica de uma imagem bidimensional, que emprega um código binário, de modo a permitir o seu processamento, a sua transferência, a sua impressão ou reprodução. Explica, tecnicamente, que há duas categorias principais de imagens digitais denominadas *raster* e *vetoriais*. As imagens *raster*, também denominadas *bitmap*, são imagens formadas por um conjunto de pontos definidos por valores numéricos, no qual cada ponto representa um *pixel*. As imagens *vetoriais* por sua vez, são originadas a partir de desenhos (pontos, linhas, curvas etc.).

A diferença entre os tipos de imagem é que as *vetoriais* podem ser ampliadas sem perda de qualidade, ao contrário da imagem *raster* que, ao ser ampliada, torna-se mais indefinida. Em projetos de hipermídia, o tamanho do arquivo é uma questão a ser considerada. Geralmente o arquivo gerado pela imagem *vetorial* tende a ser menor que o gerado pela imagem *raster*.

Quanto à resolução, o formato de extensão de arquivos de imagem é o que define a taxa de compreensão e a qualidade da imagem. A escolha do formato adequado está relacionada com o tipo de imagem: se é fotografia, ilustração, textura, ou animação, cada uma delas tem um formato de arquivo, no qual se obtém melhor resolução.

A resolução de imagens na internet é baixa, em comparação a uma imagem com impressão de alta qualidade e por isto é necessário, segundo Portugal (2013), utilizar outros recursos para a visualização. O formato de extensão *BMP- Windows*

*Bitmap* não utiliza algoritmo de compressão, logo o resultado do tamanho do arquivo das imagens é grande. O formato *JPEG*, cuja extensão no *DOS* é denominada *JPG*, é o mais utilizado, pois possibilita uma compactação alta das imagens, suporta cores distintas e propicia arquivos pequenos adequados para serem usados em sistema multimídia em rede. Existem outros formatos, tais como *PNG* (não patenteado) que permite comprimir as imagens sem perda de qualidade e foi criado como substituto do *GIF*, desenvolvido para suportar imagens animadas e várias cores, etc.

A imagem 3D é uma representação em duas dimensões (largura e comprimento), desenvolvida com o intuito de criar a ilusão de possuir três dimensões (largura, comprimento e profundidade). A computação gráfica oferece recursos que proporcionam a impressão de que a imagem possui profundidade. Baseia-se em *pixels*, que são pontos que fazem com que a imagem seja sintetizada visualmente em um monitor. Existem diversos recursos para a criação e a edição de imagens que passam por um computador com o intuito de gerar imagens com resultados mais atrativos e adequados ao objetivo de cada projeto de hipermídia (PORTUGAL, 2013).

Os produtos virtuais possuem algumas características, como a indestrutibilidade, a transmutabilidade e a reprodutibilidade (CHOI, STAHL e WHINSTON, 1997). Estas características são fundamentais para caracterizar um produto digital e são explicadas a seguir: a indestrutibilidade quer dizer que uma vez criado, um produto virtual mantém sua forma e qualidade infinitamente, pois a qualidade deste não se degrada conforme o tempo ou frequência de uso; a transmutabilidade de produtos virtuais indica que são fáceis de modificar e são extremamente customizáveis; a reprodutibilidade dos produtos virtuais se refere ao poder de serem reproduzidos, armazenados e transferidos facilmente. Estas características lhes conferem uma grande vantagem em relação aos produtos analógicos.

A computação gráfica é um campo que possibilita uma infinidade de aplicações para diversas áreas, como a informática no desenvolvimento de sistemas operacionais e o design na criação de interfaces gráficas.

Anita Leandro (2001) nos reporta a importância da imagem quando sugere que uma imagem ensina na medida em que ela, tanto do ponto de vista formal quanto de conteúdo, veicula um pensamento, encorajando assim o pensamento no espectador. A imagem é então portadora de uma materialidade que lhe outorga um discurso

extremamente concreto, imanente, cuja complexidade raramente tem-se a oportunidade de examinar. E, por veicular um pensamento e uma mensagem subliminar, a imagem detém o poder de transmutar um pensamento a favor ou contra determinadas ideias que povoam o pensamento dos espectadores.

A fotografia digital mantém o interesse das pessoas, pois mais do que as palavras, as imagens fotográficas inundam as várias dimensões da vida humana e não há como ignorá-las (CIAVATTA; ALVES, 2008). Seja como meio de informação e divulgação dos fatos, seja como forma de expressão artística, ou mesmo enquanto instrumento de pesquisa científica, ela tem feito parte indissociável da experiência humana. (KOSSOY, 1989)

Existe um consenso de que o documento fotográfico “presta contas do mundo com fidelidade”, este pensamento de Dubois (2010) atribui à imagem fotográfica uma credibilidade e um valor real. Considerando este aspecto, Dubois (2010) diz que a fotografia não mente e nela a necessidade de ver para crer está satisfeita. Nessa perspectiva, a fotografia é percebida como uma espécie de prova, ao mesmo tempo necessária e suficiente, que atesta indubitavelmente a existência daquilo que mostra.

O uso de fotografias tem se generalizado nas atividades profissionais e, em especial, na área da educação e da pesquisa. Essa difusão levou os profissionais de odontologia, principalmente no segmento da ortodontia, ao estudo e busca da padronização de processos de obtenção de fotografias com qualidade de imagem.

Com os estudos em ortodontia, as câmeras fotográficas foram especificadas, bem como a adequação das lentes e os tipos de *flashes* que podem ser mais eficientes para captar os detalhes das imagens.

Com a preocupação de se documentar os casos ortodônticos, Heimlich (1954 apud PINZAN, 1997) propôs uma sistemática e padronização da tomada fotográfica, utilizando uma câmara de 35 mm, uma lente de 50 mm e um suporte que sustentava este conjunto associado a duas lâmpadas “*photoflood*”.

Os estudos em Ortodontia, realizados por Pinzan *et al* (1997), determinam os equipamentos que podem ser utilizados para a fotografia de pequenos detalhes, constituindo-se de câmeras de trinta e cinco milímetros com lentes macro de 50 a 100 milímetros e com o uso de “flashes” circulares visando evitar áreas de sombras ou brilhos excessivos nas imagens obtidas.

Trevisan *et al* (2003) confirma o mesmo equipamento e relata em seu estudo que com os recentes avanços tecnológicos, utiliza as câmeras digitais do tipo *reflex* e que elas estão acessíveis ao profissional que deseja qualidade excepcional em suas fotografias, e adverte a respeito da iluminação do campo a ser fotografado, pois, apesar de existir uma unidade de *flash* acoplada à câmera, este *flash* não é capaz de proporcionar uma iluminação adequada, formando sombras indesejáveis, além de alterar completamente a tonalidade e intensidade das cores das estruturas, sendo este aspecto importante nas fotografias relacionadas com a Medicina e Ciências da Saúde.

A obtenção de fotografias para uso na pesquisa médica, principalmente para a documentação e divulgação de procedimentos cirúrgicos ou de anatomia com pequenos animais, se assemelha de acordo com os autores já citados, à técnica fotográfica utilizada em odontologia ortodôntica, pelos ângulos utilizados, pelo tamanho menor do objeto fotografado, pelo foco à pequena distância e pela correta iluminação necessária.

De acordo com Trevisan *et al* (2003) as vantagens da fotografia digital são: a possibilidade de visualização imediata da fotografia; a repetição da fotografia, no mesmo instante, pois a câmera digital possui monitor de cristal líquido que permite a sua visualização; as imagens não são afetadas pelo envelhecimento ou riscos (desde que armazenadas em computador com o mínimo de cuidados); possui custo reduzido para a revelação digital (que tende a diminuir com a maior oferta deste tipo de serviço) e baixo custo para o armazenamento dos arquivos digitais.

Com isto, as imagens ilustrativas dos experimentos, os detalhes anatômicos dos animais utilizados, etc. podem ser armazenadas facilmente em bancos de imagens e disponibilizadas pelas bibliotecas ou pelos laboratórios para estudo prévio ou nas fases iniciais das pesquisas. As visualizações podem ser repetidas inúmeras vezes, por estarem as fotografias, armazenadas digitalmente e disponíveis em tempo real, minimizando as possíveis dúvidas e evitando-se por exemplo, a excessiva utilização de animais de laboratório.

O armazenamento e a interação entre dados, textos, imagens (fotografias, animações, vídeo) e sons (voz humana, ruído, música) possibilitam a convergência das linguagens em ambientes digitais. Um traço definidor da mídia digital ou hipermídia se refere à sua qualidade enquanto linguagem híbrida, sendo descrito por

Santaella (2005 apud PORTUGAL, 2013) como a hibridização de linguagens que a hipermídia aciona e, conseqüentemente, a mistura de sentidos receptores, na sensorialidade global, a sinestesia que ela é capaz de produzir, na mesma medida em que o receptor interage com ela, e coopera na sua realização.

A teoria da imagem pressupõe uma teoria do significado. Portugal (2013) explica que as imagens não se representam de forma direta por meio de objetos, e sim, por meio de operações perceptivas materiais que podem ser proporcionadas por regras gráficas e tecnológicas determinadas pela cultura em que se inserem e se produzem.

A percepção para Piaget (1995 apud BECKER, 1998) é um sistema de relações organizadas cujo equilíbrio depende de fatores como as sensações (do ponto de vista fisiológico- evidenciando que a sensação não é em si, a percepção), assim como de percepções anteriores (guardadas na memória) e obviamente das percepções reais (atuais).

O processo perceptivo e representativo envolve a abstração. A abstração proporciona no ser humano possibilidades de novas adaptações e decisões. De acordo com Becker (1998), na abstração empírica, o processo depende de instrumentos de assimilação (significação), oriundos de seus esquemas sensório-motores ou conceituais, para captar a informação do objeto pelo enquadramento de suas formas já conhecidas.

A imaginação permite elaborar ou evocar, no presente, as imagens mentais. Tem a capacidade de elaborar ideias novas, de encontrar soluções originais para problemas. A imagem como uma representação mental, é uma figura metafórica como define o Dicionário LARROUSSE.

Paul Ricoeur (1975) afirma que a metáfora constrói pontes cognitivas, dando forma a correspondências entre conteúdos; a metáfora ensina.

Piaget (1995) explica que as atividades perceptivas vão se desenvolvendo progressivamente até que os processos operatórios se constituam com suas funções orientadoras. Este é o caso da exploração das configurações por deslocamento mais ou menos sistemático do olhar e de seus pontos de fixação.

A informação visual é conduzida ao cérebro pelos nervos ópticos, sob forma de uma variação de potencial elétrico. Segundo Meyer (2002), conjuntos neuronais encarregados de uma função precisa são definíveis por uma morfologia particular e

um grupo de neurotransmissores. A realidade de áreas sensoriais e motoras especializadas foi demonstrada por medições da eletrogênese cerebral e do fluxo sanguíneo cerebral. Assim, uma iluminação intensa e repentina do olho ativa o cérebro visual occipital. Essas localizações cerebrais (dos módulos) devem ser entendidas como regiões do córtex que tem uma capacidade funcional particular, geneticamente transmitida, evidenciada por uma estimulação do meio ou pela aprendizagem.

De acordo com Passarelli (1997), trabalhos recentes na área da neurobiologia revelaram a presença de áreas no cérebro que correspondem, a certas formas de cognição. Estes mesmos estudos demonstram a existência de uma organização neural hospitaleira para a noção de diferentes modalidades de processamento da informação.

Meyer (2002) relata que um dado visual se enriquece mediante evocações, comparações e amálgamas permitidos pelos contatos dos neurônios visuais ou das terminações nervosas vindas de outras regiões cerebrais, sensoriais, sensitivas ou mnêmicas. Comparação, classificação e interpretação das sensações visuais culminam numa percepção que, no essencial, é a mesma para todos, pois os troncos principais do circuito neuronal são uma propriedade de espécie. Percepção cuja universalidade absoluta não podemos afirmar, em razão da multiplicidade e da complexidade das interferências adquiridas e das variações discretas do genoma individual.

Um estudo inovador na área da psicologia cognitiva surgiu em 1983, proposto por Howard Gardner que resultou na “Teoria das Inteligências Múltiplas”, projetado para fornecer um modelo das diferentes forças intelectuais exibidas pelos seres humanos. Foram classificadas sete inteligências, dentre elas, destacamos a inteligência visual/espacial que foi conceituada como a capacidade de visualização espacial de um objeto, incluindo a habilidade de criar imagens mentais. A chave desta inteligência é o sentido da visão, mas também a habilidade de formar imagens mentais (PASSARELLI, 1997). A visão é o único sentido que participa do mundo das ideias, por atrelar-se ao saber racional, ela é mediadora entre a interioridade e exterioridade do corpo e o real. Associada a ela está a linguagem, que nomeia, dá sentido e intenções quando comunica o que é visto. Ambas as formas de comunicação se iniciam em estímulos visuais que primeiro impressionam o cérebro, seguida da

percepção, conhecimento, discernimento e compreensão das diferenças, fazendo com que tomemos consciência do estímulo (ZUCOLOTTI, 2001). A experiência visual possibilita obter o máximo de informação do mundo, gerando um arquivo rico e dinâmico de dados a serem armazenados no cérebro, associando-se aos demais sentidos para serem utilizados nos diferentes momentos da vida (CAMERON, 2011).

O processo de visão, de acordo com Kronbauer (2008 apud CAMERON, 2011), é composto pelo estímulo físico; pelo olho, como a estrutura de captação; pelas vias de condução e finaliza pelo sistema de interpretação, isto é, no ato de conscientização da presença de determinado estímulo.

A cor dos objetos é um estímulo para o cérebro captar e realizar as funções de interpretação e conscientização. Os estudos de Philippe Meyer (2002) demonstram com muita propriedade a importância que o cérebro dá às cores. Cita inúmeros pesquisadores que se dedicaram especificamente a este estudo, dentre eles, Francis Crick, prêmio Nobel de 1962, que propõe considerar que a cor de um objeto seja definida em relação aquelas que estão ao seu redor, e que um ajuste permanente mantém essa comparação constante pois "O cérebro não se interessa tanto pela combinação da reflexão e da iluminação quanto pelas propriedades coloridas da superfície dos objetos. Ele tenta extrair essa informação comparando a resposta dos olhos em diferentes regiões do campo visual.

O cérebro dá muita importância às propriedades coloridas. Reforça-se a ideia de que a imagem visual é uma espécie de estímulo que permite que o ser humano estabeleça distinções, interpretações até a conscientização dos eventos a ele relacionados.

### 3 JUSTIFICATIVA

Diversos são os fatores que têm contribuído para o aumento de pesquisas a respeito das novas tecnologias digitais, mas ainda são poucos os estudos na área de ensino que levam em consideração a eficiência e a utilidade de imagens digitais como estratégia para a aquisição de conhecimentos, principalmente na área de pesquisa médica e na área de experimentação animal. A intenção de se testar a utilização de imagens digitais como estratégia de ensino para a graduação, é um motivo e uma preocupação com a formação médica.

Outro argumento é que aliar-se à tecnologia digital nos dias de hoje, é um importante recurso, principalmente para a área de Medicina e Ciências da Saúde que desenvolve pesquisas experimentais, pois as práticas experimentais com animais podem ser fotografadas, filmadas ou gravadas de forma a permitir a sua reprodução futura. Acrescenta-se a isso, as possibilidades da área das Ciências da Computação que oferece por meio de recursos tecnológicos a mimetização de funções orgânicas permitindo reunir e integrar metodologicamente em um mesmo local, imagens de anatomia do animal que são muitas vezes de difícil acesso e disponibilização.

Justificou-se assim, investigar a eficiência e utilização de imagens digitais bem como a sua importância como metodologia digital de ensino.

## 4 METODOLOGIA

A metodologia utilizada destaca os seguintes objetivos específicos: investigar a disponibilidade de imagens digitais e analógicas do *Rattus norvegicus*; selecionar e integrar as imagens em uma metodologia; avaliar a eficiência de imagens digitais em comparação com as imagens analógicas e determinar a frequência e importância de sua utilização. As imagens utilizadas neste estudo são as do rato porque é o animal mais utilizado em pesquisas biomédicas e é utilizado como modelo para o estudo das lesões neurais periféricas (KEMP,2006). Abaixo destacam-se, os elementos constitutivos de elaboração da tese conforme as normas da ABNT (2011) adotadas no Programa de Pós-graduação em Medicina e Ciências da Saúde.

### 4.1 Delineamento, participantes e métodos

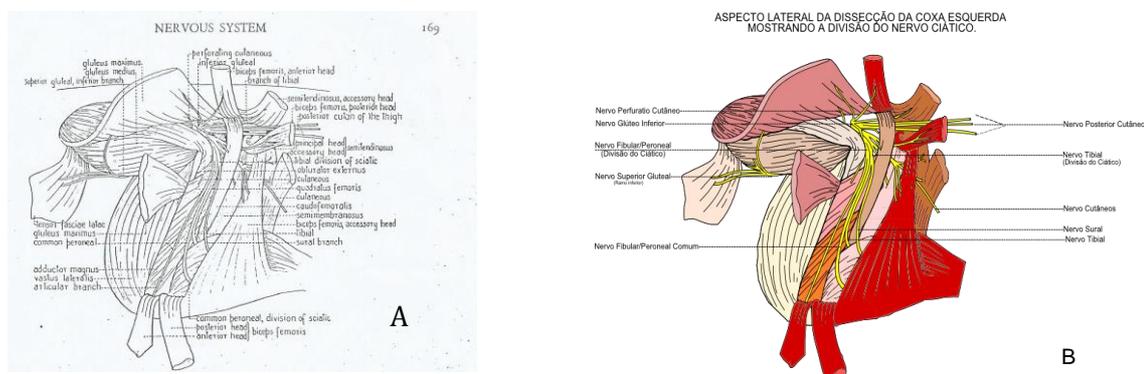
Foi realizado um estudo prospectivo, randomizado e controlado, com atribuição de modo aleatório simples de participantes no grupo teste e no grupo controle para a determinação do resultado da eficiência de imagens digitais em comparação com as imagens analógicas.

Os participantes são oriundos do universo de alunos da graduação em Medicina da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS. Estudantes voluntários do 1º, 2º e 3º anos do Curso de Medicina incluídos por apresentar interesse na anatomia do rato, nos meses de março a junho do ano de 2016, perfazendo um “n” amostral de 210 alunos, sendo 70 alunos em cada uma das turmas. Os alunos, em cada turma, foram distribuídos, pelo critério aleatório, em um grupo teste e um grupo controle com 35 participantes em cada grupo.

O material aplicado no grupo teste foi composto de uma imagem vetorizada (vetor) da divisão do nervo ciático do rato produzida no programa *Inkscape* a partir de um desenho analógico (*raster*) retirado do atlas *Anatomy of the rat* (GREENE, 1955), encontrado no Laboratório de Habilidades Médicas e Pesquisa Cirúrgica da Faculdade de Medicina – PUCRS.

O material aplicado no grupo controle, composto da imagem analógica (*ou raster*) do nervo ciático, foi retirado do atlas *Anatomy of the rat* (GREENE, 1955) em preto e branco, não sofreu nenhum processamento digital.

Apresenta-se a seguir a imagem analógica e vetorizada da anatomia do nervo ciático do rato.



**Ilustração 1** – Sequência de imagem analógica (A) e imagem digital (B) da divisão do nervo ciático.

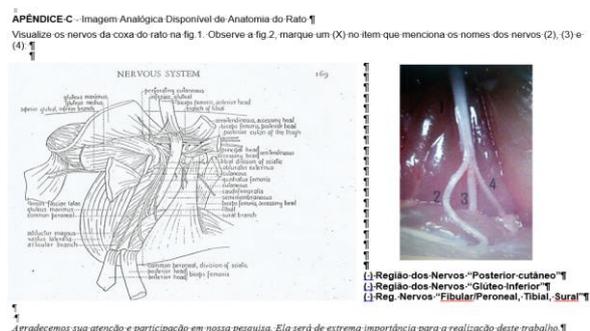
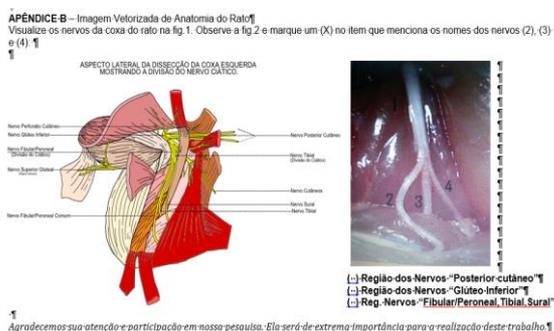
Os testes foram pautados na identificação da divisão do nervo ciático, proporcionado pela visualização da imagem digital ou analógica e posterior comparação com uma fotografia, cedida por Nunes (2011), capturada por um microscópio eletrônico com foco na divisão do nervo ciático do rato.

O estudo ocorreu da seguinte maneira: foi impresso antecipadamente o material referente a participação de 70 alunos por turma. Os alunos que manifestaram interesse em participar da pesquisa preencheram um Termo de Consentimento Informado, Livre e Esclarecido (Apêndice A) e foram organizados aleatoriamente em dois grupos de estudos, um grupo teste e um grupo controle.

Os dois grupos de alunos receberam cada qual o respectivo material impresso, sem troca do material que lhe era destinado. O grupo teste recebeu a composição que possuía uma imagem vetorizada da divisão do nervo ciático do *Rattus norvegicus* (Apêndice B) e o grupo controle recebeu a mesma composição só que com a imagem analógica da divisão do nervo ciático (Apêndice C); ambos em comparação com uma fotografia impressa do mesmo nervo, capturada por um microscópio eletrônico.

Em sala de aula, os grupos (35 alunos) foram orientados, por esta pesquisadora, a visualizar a imagem impressa recebida, comparando-a com a fotografia (impressa) do microscópio eletrônico e identificando nesta imagem os nomes dos nervos solicitados. Resolveram uma única questão, no tempo máximo de cinco minutos (Apêndice B e C).

Apresenta-se na ilustração de nº 2 o exemplo do teste de eficiência entre as imagens do nervo ciático.



**Ilustração 2** – Sequência do Grupo Teste (Apêndice B) e do Grupo Controle (Apêndice C).

A seguir, o grupo controle que realizou o teste da imagem analógica (Apêndice C), visualizou a imagem vetorizada (Apêndice B) não excedendo o tempo já estipulado para realizar o pós-teste e o grupo teste também recebeu a imagem analógica para fins de comparação entre imagens digitais e analógicas sem ser reavaliado.

Em continuidade da investigação e para a determinação do resultado sobre a “utilização” de imagens digitais ou imagens analógicas foi realizado um estudo do tipo descritivo comparativo e foram elaborados dois testes para a confirmação dos resultados. O material do teste foi composto com as imagens que fizeram parte do teste randomizado e outras imagens produzidas e selecionadas, incluindo-se um catálogo de fotografias.

Buscou-se em referências e em sites da rede mundial de computadores a disponibilidade de imagens (fotografias, desenhos, animações, vídeos etc.) de anatomia do *Rattus norvegicus*. Após esta análise, empreendeu-se a seleção das imagens analógicas e digitais e dos catálogos de fotografias.

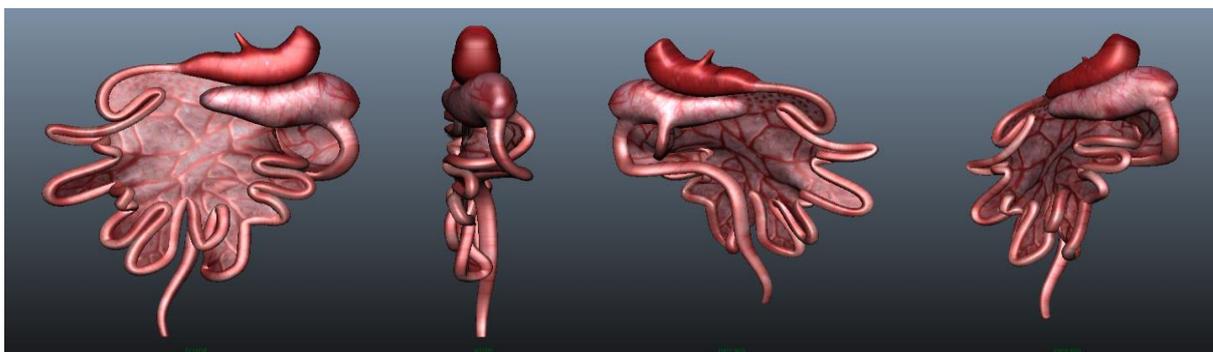
O conjunto de imagens digitais foi selecionado da produção desta pesquisadora que se encontra na plataforma digital [www.metodologiadigital.com.br](http://www.metodologiadigital.com.br) e foram elaboradas em concordância com a legislação vigente. Todas as fotografias publicadas nos sites, foram realizadas em laboratório, com a aprovação do Comitê de Ética em Experimentação Animal (CEEA) da Universidade Federal de Pelotas sob o número 23110.010367/2011-51 (CEEA 10367).

Para a obtenção das fotografias, foram utilizados dois ratos (um macho e uma fêmea). Os procedimentos de manipulação dos animais ocorreram de acordo com as normas estabelecidas pelo “Canadian Council on Animal Care-Guide to the Care and

Use of Experimental Animals” (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2003). Foram realizados por um professor de anatomia em conjunto com outros profissionais habilitados, respeitando-se os procedimentos anestésicos e cirúrgicos bem como as orientações de preparo de órgãos para serem fotografados profissionalmente. Desta forma, não foi necessário, para esta tese, a realização de novos procedimentos com ratos.

As imagens selecionadas da plataforma digital da pesquisadora foram identificadas e realizou-se um estudo sobre as tecnologias digitais e as ferramentas de representação visual (imagens digitais, imagens estáticas, imagens em 3D, imagem de realidade virtual, animação e vídeo) de forma a identificar quais as imagens que poderiam ser úteis e apropriadas ao teste em sala de aula.

Definiu-se a imagem 3D apresentada na ilustração nº3 como uma das imagens que melhor atendiam aos requisitos de composição do desenho do teste por ser uma imagem mais clara, favorecendo a sua visualização, não permitindo dúvidas quanto à sua identificação nominal.



**Ilustração 3** – Sequência de imagem em 3D do sistema digestório do rato.

Uma imagem analógica do sistema digestório do rato em igualdade de condições com a imagem digital foi encontrada no site da University of Winnipeg (Canadá) da Rede Mundial de Computadores e integrada na composição de teste (Apêndice D).

A integração de fotografias que fizeram parte do catálogo de nº 2 e nº 4 em igualdade de condição aos catálogos encontrados em *sites* de Universidades internacionais disponibilizados na Rede Mundial de Computadores acompanha a sistemática relacionada às teorias educacionais, principalmente a Teoria Construtivista (MOREIRA, 1999) que segue uma progressão de complexidade que vai do “simples ao complexo”. Os catálogos iniciam com fotografias de órgãos mais

visíveis para os menos visíveis e assim sucessivamente, permanecendo a ideia de que para o entendimento do processo de sequência de imagens os desdobramentos devem acontecer ao adentrar-se no corpo do animal, conforme as crescentes complexidades de cada órgão até chegar a formar um sistema completo, conforme apresentado a seguir nas ilustrações 4 e 5.



**Ilustração 4** – Catálogo nº2 de fotografias da cavidade abdominal do rato.

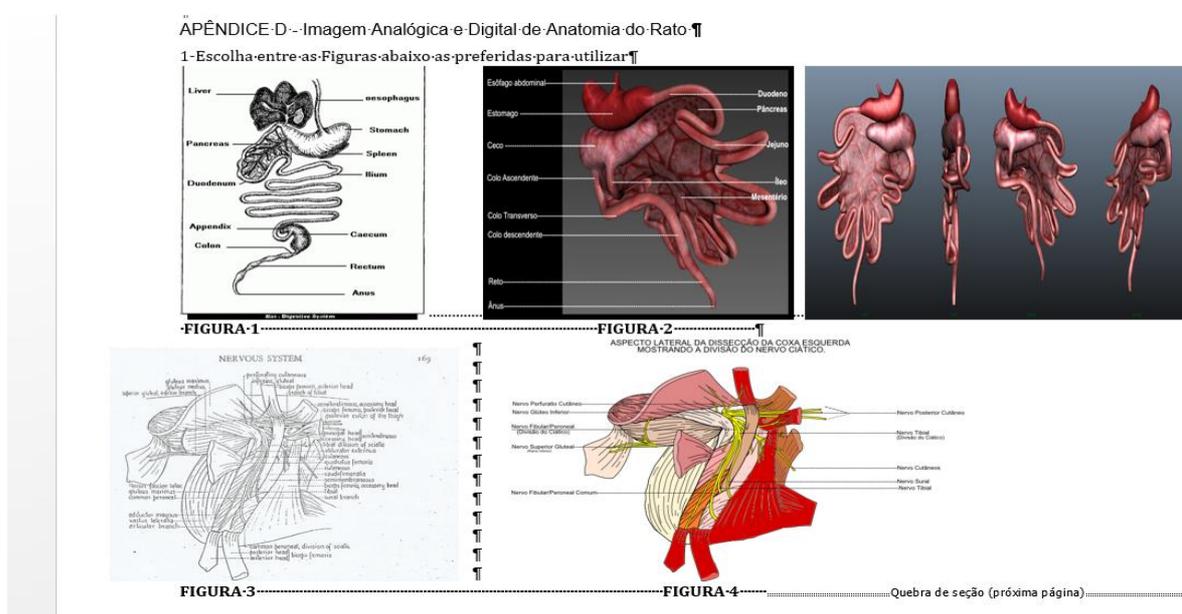
O catálogo nº 4, com fotografias macro, segue o mesmo processo construtivista, de visualização em ordem crescente de complexidade e identificação crescente de nomenclaturas.



**Ilustração 5** – Catálogo nº4 de fotografias macro, da região do estômago do rato.

O teste comparativo sobre a utilização das imagens ocorreu em outro dia com a concordância dos participantes porque não houve tempo hábil para o seu desenvolvimento no mesmo dia da aplicação do teste randomizado. Foi impresso o material referente a participação de 70 alunos por turma e os alunos do 1º, 2º e 3º anos que manifestaram interesse em continuar na pesquisa receberam o material impresso (Apêndice D; E). Alguns alunos faltaram a aula o que ocasionou perda de população, mas não prejudicou o estudo porque o número de alunos que realizaram este teste foi superior ao tamanho estimado da amostra.

A aplicação dos testes em sala de aula não foi randômica por ser uma questão de preferência de utilização de imagens. A pesquisadora orientou os alunos a visualizarem as imagens analógicas e digitais impressas nos testes, comparando-se primeiramente a figura de nº 1 com figura de nº 2 e a figura de nº 3 com a figura de nº 4 identificando com um (X) a imagem que preferiam utilizar conforme destacado abaixo na ilustração de nº 6 (Apêndice D).



**Ilustração 6** – Teste sobre utilização das imagens analógica e digital do rato.

Posteriormente, distribuiu-se, a folha com os catálogos de fotografias em destaque a seguir na ilustração de nº 7. Os alunos foram orientados a visualizar os catálogos impressos no teste recebido, comparando o catálogo de nº 1 com o catálogo

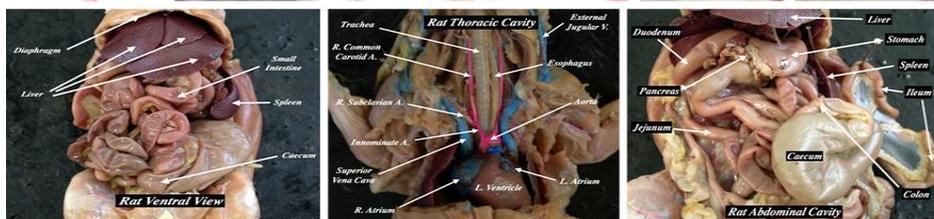
de nº 2 e o catálogo de nº 3 com o catálogo de nº 4 identificando com um (X) o catálogo que preferia utilizar (Apêndice E).



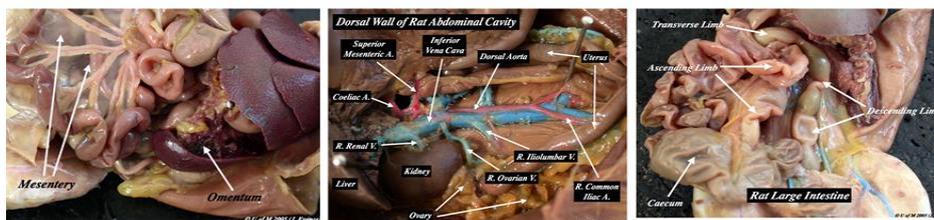
CATÁLOGO 1



CATÁLOGO 2



CATÁLOGO 3



CATÁLOGO 4

Ilustração 7 – Teste sobre utilização dos catálogos de imagens digitais do rato

Os testes de eficiência e utilização das imagens digitais e analógicas proporcionaram a validação da metodologia que se ancorou nas escolhas entre as imagens digitais e analógicas pela totalidade dos alunos. A validação da imagem digital seguiu os critérios descritos na literatura, o que se dará a partir das sucessivas escolhas dos participantes em comparação com imagens que possuam o mesmo estilo, o mesmo foco e se possível no caso, os mesmos órgãos.

A escolha ocorre quando o material é “compreensível”, critério que pode ser interpretado a partir da produção de imagens claras, catálogos em sequência lógica. Outro critério é ser “reconhecível e identificável” esse critério é interpretado a partir de imagem que proporcione a visualização do entorno mais imediato de um órgão, um processo fotográfico de fora para dentro do animal, dispondo as fotografias em ordem conforme o aparecimento das regiões na prática experimental. Outro critério é a “beleza”; uma imagem pode ter a qualidade de ser agradável, de oferecer uma experiência perceptual satisfatória a ponto de ser escolhida como útil. O que é interpretado pela produção de fotografias limpas, claras, “*clean*”, na mesma posição de visualização, evitando o desconforto do desvio do olhar.

A disponibilização de um tempo maior na turma do 2º ano pelo professor da classe, ao final do teste de utilização das imagens, possibilitou proceder a projeção de imagens e metodologia digital do site da pesquisa *on line*, propiciando a resposta de um item do questionário a respeito da frequência e importância da utilização da imagem digital e da metodologia digital que reiterou a validação do estudo (Apêndice F).

Utilizou-se o método comparativo e estatístico para efetuar todas as análises dos testes. Os dados categóricos obtidos na comparação da eficiência entre a imagem vetorizada e a imagem analógica; na comparação entre a utilização de imagens digitais e analógicas, bem como os dados da validação do uso de imagens estão descritos por contagens e percentuais e os quantitativos (escores) por média, mediana e desvio padrão. Em grupos independentes, foi utilizado teste Exato de Fisher e teste Binomial para comparar escores dos testes.

## 4.2 Variáveis do estudo

São destacadas duas variáveis de estudo: a “eficiência da imagem vetorizada (digital) e da Imagem analógica” que se refere à capacidade da imagem de produzir um efeito como metodologia e é medida por meio dos acertos obtidos pelos alunos no teste entre a imagem vetorizada (Apêndice B) e a imagem analógica do rato (Apêndice C). Trata-se de uma variável quantitativa, e ao final da correção do teste, obtêm-se o percentual de acertos nos grupos, demonstrando se houve maior ou menor eficiência da imagem vetorizada ou da imagem analógica.

A utilização da imagem digital e da imagem analógica, outra variável, refere-se à serventia da imagem digital e da analógica e serão avaliados dois aspectos: a importância da imagem e a frequência com que os estudantes as utilizariam (Apêndice D, E e F), trata-se de uma variável quantitativa porque trata de quantidades numéricas, mas não deixa de observar as preferências que poderiam ser descritas qualitativamente.

## 4.3 Análise dos dados

Os dados categóricos obtidos na comparação entre a imagem vetorizada e a imagem analógica estão descritos por contagens e percentuais e os quantitativos (escores), por média e desvio padrão. Em grupos independentes, foi utilizado teste Exato de Fisher e teste Binomial para comparar escores do teste adicional. A avaliação estatística considera como significativa  $P \leq 0,05$ , para um intervalo de confiança de 95%. Para a análise estatística utilizou-se o programa *Statistical Package for Social Sciences* versão 22.0 (SPSS 22.0) para *Windows* (SPSS Inc, Chicago, IL).

## 4.4 Tamanho amostral do estudo

Assumindo um nível de significância estatística de  $\alpha \leq 0,05$  e poder estatístico de 95%, e tamanho de efeito igual a um desvio padrão, foi estimada uma amostra (n) de 50 participantes, pertencentes a uma população (N) de alunos de graduação em Medicina. Assim, foram convidados, nas salas de aula do 1º, 2º e 3º anos graduação de Medicina da PUCRS, um mínimo de 50 estudantes, com interesse em conhecer a anatomia do rato e participar desta investigação que seria realizada

por meio de visualização de imagem digital. Muitos aceitaram o convite, mas o número foi fixado em 70 pelo material já impresso para 50 estudantes, com margem de 20 cópias a mais, o que possibilitou que 70 estudantes participassem do estudo em cada turma. Os estudantes foram informados que poderiam seguir o estudo pelo site [www.metodologiadigital.com.br](http://www.metodologiadigital.com.br) disponibilizado para a pesquisa.

#### **4.5 Limitações do estudo**

Dentre as limitações do estudo está a aplicação dos testes de forma impressa em sala de aula, não ressaltando com isto, a qualidade do material digital o que poderia ampliar o percentual de acertos do grupo teste.

Outro fator importante se refere à ocorrência de limitação pedagógica, devido à impossibilidade de se realizar com os estudantes, reflexões acerca do material, por não possuir um horário específico em sala de aula, para contextualizar tanto o material quanto para os alunos interagirem com o conteúdo proposto. O distanciamento da figura do professor ocorreu na medida em que ele não ocupou de fato um espaço no contexto de reflexão do material. Essas limitações foram pelo desenho do teste que centrou no “material” e não no “aluno” uma vez que o objetivo é testar a eficiência do material digital.

Considera-se outra limitação a questão de os resultados não serem generalizados, por serem afetos a esse segmento da graduação, uma vez que a investigação considerou unicamente o referido grupo de alunos de Medicina e não os dos demais cursos de graduação.

#### **4.6 Aspectos éticos**

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul parecer nº 606.559 de 21/03/2014 (Em Anexo). Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A). O protocolo foi conduzido segundo as normativas da Resolução 196/96 do CNS/MS linguagem simples, acessível e compreensível (Apêndice A).

## 5 RESULTADOS

Os dados sobre eficiência foram obtidos mediante às respostas do teste randomizado realizado em sala de aula por 210 estudantes pertencentes ao 1º, 2º e 3º anos da graduação em Medicina (PUCRS), nos meses de março a junho de 2016, sendo 70 alunos, os participantes de cada ano.

### 5.1 Eficiência da imagem vetorizada e da imagem analógica

A análise da eficiência de imagem digital evidencia que os alunos obtiveram um percentual crescente de acertos (Tabela 1).

**Tabela 1** - Eficiência da imagem vetorizada e da imagem analógica.

Ano	Resultados	Imagem Vetorizada	Imagem Analógica	p*
		n (%)	n (%)	
1º	Acertos	8 (22,9)	7 (20,0)	≤ 0,001
	Erros	21 (60,0)	4 (11,4)	
	Nulos/Branco	6 (17,1)	24 (68,6)	
	Total	35 (100)	35 (100)	
2º	Acertos	11 (32,4)	8 (22,9)	= 0,30
	Erros	14 (40,0)	9 (25,7)	
	Nulos/Branco	10 (28,6)	18 (51,5)	
	Total	35 (100)	35 (100)	
3º	Acertos	13 (37,1)	11 (31,4)	= 0,95
	Erros	10 (28,6)	10 (28,6)	
	Nulos/Branco	12 (34,3)	14 (40,0)	
	Total	35 (100)	35 (100)	

Teste exato de Fisher (p\*); Diferença significativa ao teste de post hoc ( $p \leq 0,05$ )

## 5.2 Utilização de imagem digital e imagem analógica

A avaliação da utilização de imagens digital produzida em relação à utilização de imagens disponíveis (Anexo D, E e F) é destacada na tabela 2 e 3 que exhibe os resultados da participação dos alunos do 1º e 2º ano e do 3º ano.

**Tabela 2** – Utilização das imagens: digital e analógica e catálogos 1, 2, 3 e 4.

Imagens	1º e 2º ano			3º ano		
	n	%	p*	n	%	p*
Figura 1	1	2		6	14	
Figura 2	46	98	≤ 0,001	37	86	≤ 0,001
Total	47	100		43	100	
Figura 3	1	4		1	2	
Figura 4	22	96	≤ 0,001	42	98	≤ 0,001
Total	23	100		43	100	
Catálogo 1	0	0		10	23	
Catálogo 2	5	100	= 0,031	33	77	= 0,001
Total	5	100		43	100	
Catálogo 3	45	67		30	70	
Catálogo 4	22	33	= 0,007	13	30	= 0,014
Total	67	100		43	100	

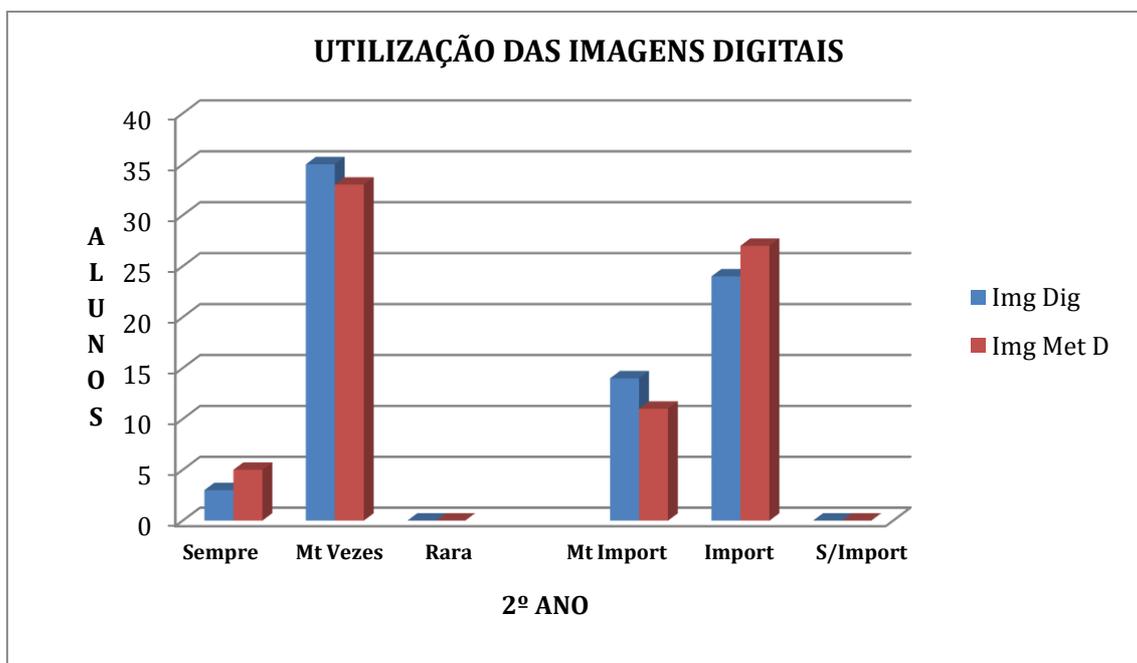
\* Teste binomial com expectativa de 50% para cada grupo.

**Tabela 3** – Utilização das imagens pela totalidade dos estudantes.

Imagens	1º, 2º e 3º anos		
	n	%	p*
Digital	73	56	
Impressa	57	44	= 0,19
Total	130	100	
Colorida	128	96	
Preto e Branco	5	4	≤ 0,001
Total	133	100	

\* Teste binomial com expectativa de 50% para cada grupo.

A avaliação da imagem digital e metodologia digital por meio da projeção *on line* do site [www.metodologiadigital.com.br](http://www.metodologiadigital.com.br) é destacada na ilustração 8, que exhibe os resultados da participação de 38 alunos do 2ºano, na apreciação a respeito da frequência de importância e utilização das imagens e metodologia digital.



**Ilustração 8** – Avaliação sobre a utilização da imagem digital e metodologia digital.

## 6 DISCUSSÃO

Os resultados nos levam a evidenciar como foram estruturadas as comparações entre as imagens digitais e analógicas para a análise e obtenção da eficiência das imagens digitais e a validação da metodologia.

A análise dos resultados da tabela 1, sobre a Eficiência da imagem digital em produzir um efeito foi medida por meio dos acertos obtidos pelos alunos no teste entre a imagem vetorizada e a imagem analógica e demonstraram que ao visualizar uma imagem vetorizada, os alunos do 1º ano (22,9%); do 2º ano (31,4%) e do 3º ano (37,1%) obtiveram um percentual de acertos crescente em relação aos anos de escolaridade e um pouco melhor em relação aos alunos do 1º ano (20%), do 2º ano (22,9%) e do 3º ano (31,4%), que acertaram a questão ao visualizar uma imagem analógica, mas os acertos não foram significativos. O que é explicável, de acordo com a Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel, que afirma que “aprender significativamente é um processo por meio do qual uma nova informação/conhecimento relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo” o que é justificado por Moreira (1999), na argumentação de que a aprendizagem acontece quando a nova informação se ancora, se insere em conceitos ou proposições relevantes que já existiam na estrutura cognitiva do aprendiz. E como não havia conhecimento sobre a anatomia do rato, não possuíam estruturas cognitivas a esse respeito para se apoiarem. Supõe-se que os acertos ocorreram pela percepção visual, uma capacidade já destacada por Gardner (1985 *apud* Passarelli, 1997) e por influência da imagem vetorizada, que por ser trabalhada em cores, auxilia a identificação. Subentende-se nas leituras de Meyer (2002) que o uso expressivo da imagem colorida envolve, seduz, prolonga uma tradição argumentativa que vê na imaginação o veículo que transporta significados de um objeto a outro em um movimento de mútua transformação, que foi o que pode ter ocorrido quando os estudantes transportaram ideias da imagem vetorizada, colorida para a imagem real (do microscópio) identificando-a.

Os percentuais de erros dos alunos nos testes com a imagem digital do 1º ano (60%), do 2º ano (40%) e do 3º ano (28,6%), foram altos no 1º ano, mas decresceram nos outros anos, o que se explica pelo desconhecimento do assunto quando ingressam na faculdade. Os erros dos alunos do 1º ano foram significativos. Os erros

do 2º ano foram altos, mas não foram significativos. Pode-se considerar uma pequena melhora na redução do percentual de erros no decorrer dos anos, demonstrado pela igualdade nos erros do 3º ano (28,6%) em relação a visualização da imagem vetorizada e da imagem analógica (28,6%), que não foram significativos. Talvez, ao lidar com vários tipos de materiais no decorrer do curso, se familiarizam e vão desenvolvendo a capacidade de concentração e foco.

Um dado importante que ocorreu, foi o volume alto de entrega de testes em brancos ou nulos, pelos alunos do 1º ano que deveriam visualizar a imagem analógica (68,5%), em relação aos alunos que deveriam visualizar a imagem vetorizada (17,1%), mas não o realizaram. Um percentual alto, o que tornou esse resultado significativo, suscitando que o material vetorizado instigou o aluno a tentar realizar o teste mesmo sem ter o conhecimento no assunto, enquanto que no teste com a imagem analógica o aluno não se interessou em responder, entregando-o em branco, o que nos faz inferir que o material analógico interfere no interesse de resposta do aluno. A suposição é que a imagem vetorizada facilitou a identificação e a localização da divisão do nervo ciático, porque é uma imagem colorida e permite diferenciar claramente os nervos, os músculos e as artérias o que não ocorreu com o teste de imagem analógica, que é uma imagem em preto e branco; o aluno visualizou, mas perdeu o interesse em prosseguir na observação, mesmo ficando o tempo estabelecido, não respondeu. Os testes nulos e em brancos, dos alunos que deveriam visualizar a imagem analógica no 2º ano (51,5%) foram altos, demonstrando que a intolerância à imagem analógica continua, mas não foram significativos em relação aos testes da imagem vetorizada (28,6%) que obtiveram percentuais mais baixos. Os testes nulos e em branco dos alunos que deveriam visualizar a imagem analógica no 3º ano (40,0%) foram altos e os que deveriam visualizar a imagem vetorizada (34,3%); foram um pouco menores, embora haja uma diminuição em relação às turmas anteriores, os resultados continuam sugerindo uma intolerância maior com as imagens analógicas (em preto e branco) do que com as vetorizadas (coloridas).

Assim, com a totalidade dos dados obtidos nas três turmas de alunos, na variável eficiência, percebe-se que há um aumento de acertos conforme os anos de escolaridade vão se sucedendo, bem como uma diminuição de erros, ambos em relação ao teste com a imagem vetorizada, mas esta variação não chega a ser estatisticamente significativa pelo desconhecimento do conteúdo. A melhora ao longo

do curso, se explica pelo fato de que o aluno adquire vários conhecimentos que o possibilita focar, identificar e resolver os questionamentos com maior assertividade (MACEDO, 1994)

A análise dos resultados tabela 2, sobre a utilização das imagens digitais e analógicas referente às figuras 1 e 2; 3 e 4 pelos alunos do 1º e 2º anos, demonstrou que somente 2% deles preferem visualizar a fig.1, uma imagem analógica do sistema digestório do rato, selecionada e disponível no site da página da University of Winnipeg -Canadá, em relação aos (98%) que preferem visualizar a fig.2, uma imagem digital do sistema digestório do rato, produzida em 3D, que pertence ao site da metodologia digital, tornando este resultado muito significativo, pois a imagem digital tem a preferência dos alunos.

A visualização da figura 3, uma imagem analógica, do nervo ciático do rato, selecionada e disponível no atlas "*Anatomy of the rat*" de Greene (1955), utilizada no teste controle, obteve 4% de preferência em relação à 96 % de preferência da fig.4, a mesma imagem digitalizada (programa *Inkscape*) do nervo ciático do rato, pertencente ao site de imagens da metodologia digital. Um resultado muito significativo para a utilização de imagens digitais que confirma a hipótese de que as imagens digitais serão muito utilizadas como metodologia digital porque têm a preferência dos estudantes.

Continuando a discussão da tabela 2, foram disponibilizadas outras imagens digitais, integrantes de um catálogo de fotografias digitais 1 e 2; 3 e 4 que foram comparados entre os quatro catálogos. Os resultados demonstram que o catálogo de fotografia digital 1, disponível no site da página da Corner University of Arizona, não obteve pontuação, sendo preterido pelos alunos em relação ao catálogo 2, produzido e disponível no site de metodologia digital, que obteve a totalidade das respostas favoráveis. Continuando, os resultados do catálogo de fotografia digital 3, disponível no site da página da University of Manitoba, obteve a preferência em relação ao catálogo de fotografia digital 4, produzido e disponível no site de metodologia digital. Supõe-se que a preferência de utilização deste catálogo 3, se deve a identificação intensa dos órgãos, o que não ocorre no catálogo de fotografia 4 que foi produzido obedecendo à Teoria Construtivista Piagetiana que contempla a aquisição de conhecimento do simples para o complexo, intensificando as identificações dos

órgãos em uma escala crescente, ao final de todo o conjunto de catálogos. Entretanto os resultados entre o catálogo de fotografia 3 e 4 não foram significativos.

Para confirmar os resultados do 1º e 2º anos, aplicou-se no 3º ano, o teste do catálogo, impresso em separado em duas folhas para dirimir as prováveis dúvidas de preferência, efetuando a comparação conforme a análise abaixo.

A descrição das imagens e dos catálogos de fotografias são as mesmas especificados acima, e em relação a estes resultados, demonstrou-se que os alunos preferem realmente visualizar a figura 2, produzida e disponível no site de metodologia digital, em relação à figura 1, uma imagem analógica, disponível no site da página da University of Winnipeg –Canadá, tornando esta relação significativa para a imagem digital. Os resultados em relação à figura 3, uma imagem analógica, selecionada e disponível no atlas “*Anatomy of the rat*” de Greene (1955), utilizada no teste controle, foi muito baixa em relação à figura 4, que é a mesma imagem do atlas “*Anatomy of the rat*” de Greene (1955), produzida digitalmente (vetorizada no programa *Inkscape*), e pertence ao site de imagens da metodologia digital. Uma relação muito significativa para a imagem digital.

Os resultados da avaliação dos catálogos de fotografias 1 e 2, 3 e 4 de imagens seguem um comportamento semelhante aos do 1º e 2º ano, ao dar preferência ao catálogo de fotografia 2, uma resposta muito favorável às imagens produzidas e disponíveis no site da metodologia digital, tornando-se um resultado significativo. O catálogo de fotografia 3, disponível no site da página da University of Manitoba, obteve realmente a preferência em relação ao catálogo 4, produzido e disponível no site de imagens da metodologia digital. Os resultados entre eles não foram significativos, como também não foram significativos os resultados do 1º e 2º anos em relação a este catálogo pela mesma suposição já explicada: os estudantes preferem imagens totalmente identificadas, repleta de nomes mesmo que o visual não seja tão harmonioso o que não é condizente com uma metodologia construtivista, que tem como proposta identificações em número crescente, com uma progressão de complexidade, que vai do simples para o complexo, onde o processo vai acontecendo ao longo de um tempo, tornando-se consistente como prevê a proposta da Teoria Educacional Construtivista Piagetiana, onde “o pensamento vai se tornando cada vez mais complexo e abrangente, porque traz uma visão integrada de conhecimentos”. Supõe-se que os alunos gostam de rapidez na identificação de nomenclaturas ou na

“quantidade de conhecimentos” o que é compatível com a proposta de ensino tradicional.

A análise dos resultados da tabela 3, sobre a utilização das imagens digitais e impressas; coloridas e em preto e branco pelos alunos do 1º, 2º e 3º anos, demonstrou que preferem visualizar uma imagem digital (56%), em comparação com os que preferem visualizar uma imagem impressa (44%). O resultado foi favorável para a imagem digital, mas não é significativo, o que pode ser explicado pelo costumeiro uso de textos impressos, pela segurança material que ele pode oferecer, mas quanto a comparação entre a imagem colorida (96%) e a imagem em preto e branco (4%), os resultados são muito significativos, pois a utilização desta imagem, atinge um percentual alto em relação à preferência pela imagem em preto e branco. Confirmam-se as suposições anteriores, demonstradas pela preferência da utilização da imagem digital colorida. Os estudos de Meyer (2002) citam o pesquisador Francis Crick (1994 *apud* Meyer, 2002), prêmio Nobel, que relata que "O cérebro não se interessa tanto pela combinação da reflexão e da iluminação quanto pelas propriedades coloridas da superfície dos objetos"; tenta extrair essa informação comparando a resposta dos olhos em diferentes regiões do campo visual.

Com os resultados das três turmas (1º, 2º e 3º ano), explica-se o porquê de tantos testes analógicos (em preto e branco) serem entregues sem realizar a identificação proposta, enquanto que com os testes vetorizados isto não ocorreu, confirmando-se a suposição de “certa intolerância” à imagem em preto e branco. Com isto, a proposição de eficiência da imagem vetorizada foi comprovada pelo maior número de acertos no teste em comparação com o maior número de acertos do teste com a imagem analógica. Comprovando-se também, que a imagem digital e colorida tem a preferência de utilização pelos alunos.

Percebeu-se pelos resultados que os estudantes melhoram a assertividade no decorrer dos anos na graduação, talvez pela percepção que se desenvolve no curso ou porque se familiarizam com vários tipos de materiais didáticos, em preto e branco, colorido, digital, analógico ou porque os digitais e coloridos os motivam a persistir.

Analisando a ilustração de nº 8 sobre a avaliação da imagem digital e metodologia digital por meio da projeção *on line* do *site* divulgado, percebe-se que os resultados, obtidos com os alunos do 2º ano, demonstram uma totalidade de respostas favoráveis quanto à frequência de utilização das imagens e metodologia,

pois as utilizariam sempre e muitas vezes (100%). Quanto à importância, o mesmo grupo de alunos avaliou a importância dessas imagens e metodologia como muito importante e importante (100%). Essas avaliações confirmam a hipótese de que tanto as imagens digitais como a metodologia digital serão utilizadas amplamente e que essa utilização será considerada importante.

## **7 CONCLUSÃO**

Comprovou-se a eficiência das imagens digitais em relação às imagens analógicas, destacando-se a utilização de imagens digital e imagem colorida em comparação com a imagem impressa e em preto e branco, bem como a preferência de utilização de imagens produzidas em 3D e catálogos de fotografias identificados validando a utilização de imagens digitais e a metodologia digital.

A adoção de visualização de imagens como metodologia digital constitui uma estratégia válida para um desenvolvimento cognitivo compatível com o perfil requerido para a qualificação de um graduando de Medicina.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, W. R. A. de. A escrita da história: a fotografia escolar na história da educação. Disponível em: <<http://www.editorialpaco.com.br/>>. Acesso em: 10 abril 2015.
- ANTONIO, Eliana Maria; FONTES, Tereza Maria Pereira. *A ética médica sob o viés da bioética: o exercício moral da cirurgia*. Rev. Col. Bras. Cir.[online]. 2011, vol.38, n.5, pp.355-360.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Rio de Janeiro. NBR 14724: *Informação e documentação: trabalhos Acadêmicos*, apresentação. Rio de Janeiro, 2011.
- BARBA, Carme et al. *Computadores em sala de aula: métodos e usos*. Porto Alegre: Penso, 2012.
- BASARAB, N. *Educação e transdisciplinaridade*. Brasília: UNESCO, 2000.
- BECKER. F.; FRANCO S. *Revisitando Piaget*. Porto Alegre: Mediação, 1998
- BEHAR, Patricia A. *Competências em educação a distância*. Porto Alegre: Penso, 2013.
- BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Lei nº 11794. *Procedimentos para uso científico de animais*. Distrito Federal, 2008.
- BRIEGER, G.H. *Evolução da cirurgia. Aspectos históricos importantes na origem e evolução da cirurgia moderna*. In: SABISTON, D.C. *Tratado de cirurgia. As bases biológicas da prática cirúrgica moderna*. 14ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2005.
- CALASANS-MAIA, M.D.; MONTEIRO, M.L.; ÁSCOLI, F.O.; GRANJEIRO, J.M. *The rabbit as an animal model for experimental surgery*. Acta Cir. Bras. v.24 n.4:325. São Paulo: 2009.
- CAMPELLO, B.; CALDEIRA, P.T. (Org.). *Introdução às fontes de Informação*. Belo Horizonte: Autêntica, 2005.

CAMERON, L.E; ARAUJO Sílvia Teresa C de. *Visão como instrumento da percepção na assistência em enfermagem traumato-ortopédica*. Rev Esc Enferm USP 2011; 45(1):95-9

CARVALHO, F.C.A.; IVANOFF, G.B. *Tecnologias que educam: ensinar e aprender com tecnologias da informação e educação*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

CIAVATTA, Maria; ALVES, Nilda. (Org.). *A leitura de imagens na pesquisa social: história, comunicação e educação*. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2008.

CINTRA, J.C.A. *Didática e oratória com data show*. São Carlos: Compacta, 2008.

CHOI, Soon-Yong, STAHL, Dale, WHINSTON, Andrew. *The economics of electronic commerce*. Indianápolis: McMillan Technical Publishing, 1997.

CHOI, Soon-Yong, WHINSTON, Andrew. *The internet economy: technology and practice*. Austin: SmartEcon Publishing, 2000.

DAMY, S.B.; CAMARGO, R.S.; CHAMMAS, R.; FIGUEIREDO, L.F.P. *Aspectos fundamentais da experimentação animal - aplicações em cirurgia experimental*. Rev. Assoc. Med. Bras. vol.56 n.1. São Paulo: 2010.

DELEUZE, G; GUATTARI, F. *Mil platôs: capitalismo e esquizofrenia*. São Paulo: 34, 2000.

DEMO, P. *Professor do futuro e reconstrução do conhecimento*. Petrópolis: Vozes, 2004.

DI FELICE, M. *Democracia e inclusão social*. In: SIMPÓSIO DE COMUNICAÇÃO DA FACULDADE PAULISTA DE TECNOLOGIA E COMUNICAÇÃO: *COMUNICAÇÃO E CIDADANIA NA CULTURA DIGITAL*, 5, São Paulo. *Anais*. São Paulo, 28 a 30 set. 2012.

DUBOIS, Philippe. *O ato fotográfico e outros ensaios*. 13. ed. Campinas, SP: Papirus, 2010.

FAGUNDES, D.J.; TAHA, M.O. *Modelo animal de doença: critérios de escolha e espécies de animais de uso corrente*. Acta Cir. Bras. v.19 n.1:59-65. São Paulo:2004.

FEIJÓ, Anamaria G. S.; BRAGA, Luisa M.G.M.; PITREZ, Paulo M.C. (org). *Animais na pesquisa e no ensino: aspectos éticos e técnicos*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2010.

FERREIRA, L.M; HOCHMAN, B.; BARBOSA, M.V.J. *Modelos experimentais em pesquisa*. Acta Cir. Bras. v. 20(supl. 2): 28-34. São Paulo: 2005.

FIN, C.A; RIGATTO, K. V. *O uso de animais no ensino*. "In": FEIJÓ, Anamaria G. S; BRAGA, Luisa M.G.M. B; PITREZ, Paulo M.C. (org). *Animais na pesquisa e no ensino: aspectos éticos e técnicos*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2010. Cap. 8.

GARRIDO. Suzane M. L. *Modelagem de observação cognitiva em ambiente digital acompanhada por impressões eletrofisiológicas*. Tese Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

GREENE, Eunice C. *Anatomy of the rat*. Transaction of the Americans Philosophical Society. Held at Philadelphia. Hafner Publishing CO. New York, 1955.

GUIDE TO THE CARE AND USE OF EXPERIMENTAL ANIMALS. Canadian council on animal care (CCAC), Ottawa, Ontario, vol.1, 2ed. 1993.

GOMES, Otoni M. *Cirurgia experimental*. São Paulo: Sarvier, 1978.

HEIMLICH, A. C. Dental Photography: Its Application to Clinical Orthodontics. Angle Orthod. v.24, n. 2, p. 70-8, Apr. 1954.

HULLEY S.B. et al. *Delineando a pesquisa clínica: uma abordagem epidemiológica*. Porto Alegre: Artmed; 2008.

KEMP, RW. Housing, feeding, and maintenance of rodents. In: Tatlisumak T and Fisher M. Of Experimental Neurology methods and techniques in animal research. Cambridge: Cambridge University Press; 2006.

KOSSOY, Boris. *Fotografia e História*. São Paulo: Ática, 1989.

LEANDRO, Anita. *Da imagem pedagógica à pedagogia da imagem*. Comunicação & Educação, São Paulo, n. 21, p. 29-36, aug. 2001.

Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008. Regulamenta o inciso VII do § 1º do art. 225 da Constituição Federal. <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ Ato2007-2010/2008/Lei/L11794.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ Ato2007-2010/2008/Lei/L11794.htm)>. Acesso em: 18 mar.2014.

LÉVY, P. *Cibercultura*. São Paulo: 34, 1999.

\_\_\_\_\_. *As tecnologias da inteligência*. São Paulo: 34, 2006.

LYOTARD, J-F. *A condição pós-moderna*. São Paulo: José Olympio, 2002.

MACEDO, Lino. *Ensaio Construtivistas*. 3. Ed. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1994.

MARQUES, R.G.; MIRANDA, M.L.; CAETANO, C.E.R.; BIONDO-SIMÕES, M.L.P. *Rumo à regulamentação da utilização de animais no ensino e na pesquisa científica no Brasil*. Acta Cir. Bras. v. 20:262-7. São Paulo: 2005.

MARTINS, Maria I. M.; PORAWSKI, Mariliene. MARRONI. Norma P. "In": FEIJÓ, Anamaria G. S; BRAGA, Luisa M.G.M. B; PITREZ, Paulo M.C. (org). *Animais na pesquisa e no ensino: aspectos éticos e técnicos*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2010. Cap.1. p. 302-303.

MASETTO, M.T. *Competência pedagógica do professor universitário*. São Paulo: Summus, 2003.

\_\_\_\_\_. *Mediação pedagógica e o uso da tecnologia*. Campinas: Papirus, 2012

\_\_\_\_\_. *Inovação na Educação Superior*. Disponível em: <<http://www.interface.org.br/revista14/espaco2.pdf>>. Acesso em: 3 jan. 2011.

MCLUHAN, M.; FRANK, L.K. (Org.); *Revolução na comunicação*. Rio de Janeiro: Zahar, 1971.

MEYER, Philippe. *O olho e o cérebro: biofilosofia da percepção visual* tradução Roberto Leal Ferreira. São Paulo: Editora UNESP, 2002.

MINAYO, M. C. S. *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. 10. ed. São Paulo: Hucitec, 2007.

MONTEIRO, R.; BRANDAU, R.; GOMES, W.J.; BRAILE D. M. *Tendências em experimentação animal*. Rev. Bras. Cir. Cardiovasc. vol.24 n.4. São José do Rio Preto out./dez. 2009.

MORAN, J.M. Novas tecnologias e mediação pedagógica. In: MASETTO, M.T. *Mediação pedagógica e o uso da tecnologia*. Campinas: Papirus, 2012.

MOREIRA, M.A. *Teorias da aprendizagem*. São Paulo: EPU, 1999.

MORIN, E. *Por uma reforma do pensamento*. In: PENA-VEGA, A.; NASCIMENTO, E.P. (Org.). *O pensar complexo: Edgar Morin e a crise da modernidade*. Rio de Janeiro: Garamond, 1999.

\_\_\_\_\_. *Educação e complexidade: os sete saberes e outros ensaios*. IN. M<sup>a</sup> da Conceição de Almeida, Edgard de Assis Carvalho (Org). 3. ed. São Paulo: Cortez: 2005.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Manual sobre cuidados e usos de animais de laboratório*. Editores: AAALAC & COBEA. Goiânia: Gráfica UFC; 2003.

NUNES e SILVA, Daniel. *Anastomose nervosa término-lateral utilizando cola de fibrina. Estudo experimental em ratos*. Campo Grande, 2008. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Programa de Pós-graduação em saúde e desenvolvimento na Região Centro-Oeste.

NUNES e SILVA, Daniel. *Fator de crescimento nervoso associado à cola de fibrina no reparo nervoso término-lateral. Estudo experimental em ratos*. Campo Grande, 2011. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Programa de Pós-graduação em saúde e desenvolvimento na Região Centro-Oeste.

OBRINK, KJ; REHBINDER, C. *Animal definition: a necessity for the validity of animal experiments* *Lab Anim*. 2000; 34:121-30.

OLIVEIRA, Jarbas R; PITREZ, Paulo M. C. *A importância do uso de animais para o avanço da ciência*. "In": FEIJO, Anamaria G. S; BRAGA, Luisa M.G.M. B; PITREZ, Paulo M.C. (org). *Animais na pesquisa e no ensino: aspectos éticos e técnicos*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2010.

PALACIOS, M; RÊGO, S. *Comitês de Ética em Pesquisa nas Universidades – o Desafio de Educar. Editorial.* Revista Brasileira de Educação Médica. v.25 n.2:42-52. Rio de Janeiro: 2001.

PASSARELLI, B. *Teoria das Múltiplas Inteligências aliada à Multimídia na Educação: Novos Rumos Para o Conhecimento.* Escola do Futuro/USP, São Paulo:1997.

\_\_\_\_\_. *Teoria das Inteligências Múltiplas.* Educação em Revista, Rio Grande do Sul, v.1, n.6, p.12-24,1997.

PIAGET, J. *Psicologia e pedagogia.* Rio de Janeiro: Forense, 1970.

PIAGET, J; INHELDER, Bärbel. *A psicologia da criança.* São Paulo: DIFEL, 1982.

PIREDDU, M. *Do fornecimento à participação: aprendizado entre modelos teóricos e tecnologias.* In: DI FELICE, M. (Org.). *Do público para as redes: a comunicação digital e as novas formas de participação social.* São Paulo: Difusão, 2008.

PIVA JR. Dilermando. *Sala de aula digital: uma introdução à cultura digital para educadores.* São Paulo: Saraiva, 2013.

PINZAN, A et all. *Proposta para a Padronização das Tomadas Fotográficas Intrabucais, com Finalidade Ortodôntica.* Revista Dental Press Ortodontia e Ortopedia Maxilar, v 2, N 6. Novembro/dezembro 1997.

POLITO, R. *Recursos audiovisuais nas apresentações de sucesso.*6.ed. São Paulo: Saraiva, 2003.

PORTUGAL, C. *Design, educação e tecnologia.* Rio de Janeiro: Rio Books, 2013.

RODRIGUES, M.G. V.; MANSO, J. E F. *Metodologia digital: uma estratégia de ensino para a cirurgia.* XVII Congresso de Cirurgia do Rio de Janeiro, 2014, Rio de Janeiro.

ROGERS, Yvonne et al. *Design de interação: além da interação humano-computador.* Porto Alegre: Bookman, 2013.

SANTAELLA, Lúcia. *Matrizes da Linguagem e Pensamento*. São Paulo: Editora Iluminuras/FAPESP, 2005.

SIROIS, Margi. *Medicina de animais de laboratório*. Editora Roca, 2009.

SOARES JUNIOR, Cleber; GOMES, Carlos Augusto; SOARES, Fernanda Pardo de Toledo Piza. *O ensino da cirurgia: a necessidade de uma visão humanística*. Rev. Col. Bras. Cir.[online]. 2010, vol.37, n.3, pp.240-244.

SUZUKI, Y.; YEUNG, A. C.; IKENO, F. *Importância dos estudos pré-clínicos em animais de experimentação para a cardiologia intervencionista*. Arq. Bras. Cardiol. v.91n.5São Paulo: nov. 2008.

TANAKA, PP; HAWRYLYSHYN, KA; MACARIO, A. *Use of tablet (iPad) as a tool for teaching anesthesiology in na orthopedic rotation*. Rev Bras Anestesiol 2012 Mar-Apr; 62(2): 214-222.

THE NATIONAL ACADEMIES. *Facilitating Interdisciplinary Research*. The National Academies Press, Washington, 2005.

TREVISAN, F. et all. *Adaptações em câmera digital compacta para obtenção de fotografias intrabucais*. Revista Clínica Ortodontia Dental Press, Maringá, v. 1, n. 6, p. 81 - 86 - dez. 2002/jan. 2003

VASCONCELLOS, C.S. *Construção do conhecimento em sala de aula*. São Paulo: Libertad, 2002.

WINGERD, B. D. *Rat dissection manual*. Editora Johns Hopkins University Press. United States of America. 1988.

ZUCOLOTTO J. *O paradigma da imagem*. Semiosfera [Internet]. 2001 [citado 2008 ago. 11];1(1). Disponível em: [http:// www.semiosfera.eco.ufrj.br/anteriores/semiosfera](http://www.semiosfera.eco.ufrj.br/anteriores/semiosfera)

**APÊNDICE A - Termo de Consentimento Informado Livre e Esclarecido**

Título: “Estudo comparativo entre imagens digital e analógica do *Rattus norvegicus*”

Pelo presente instrumento, declaro que fui suficientemente esclarecido (a) pela prof.<sup>a</sup> Maria das Graças Villela Rodrigues sobre o estudo de título acima citado do qual vou participar de forma voluntária. A minha participação consiste em fazer parte de um grupo que utilizará material analógico impresso ou de um grupo que utilizará material digital impresso de anatomia animal. Ao término de cada período serei requisitado a responder um teste sobre os conhecimentos adquiridos, em modelo analógico e digital impresso e o meu desempenho será analisado.

Declaro também que fui informado (a) que os dados individuais de cada participante permanecerão em sigilo. Os dados, com a proteção da identificação, só serão apresentados para conclusão do estudo, por meio de publicação em comunidade científica.

Estou ciente que se trata de um estudo de participação voluntária, que não prevê qualquer tipo de ajuda financeira ou brindes aos participantes, bem como fica assegurado o direito de desistência a qualquer momento que eu julgar necessário.

Pelo presente também manifesto expressamente minha concordância e meu consentimento para realização do procedimento acima descrito.

Fui informado que caso existirem novas indagações sobre o estudo, posso entrar em contato com o Pesquisadora responsável, Prof.<sup>a</sup> Maria das Graças Villela Rodrigues, no telefone (021) 98118-3876, e-mail: mgvrodrigues@ig.com.br, bem como o orientador da pesquisa, Prof. Dr. Jefferson Luis Braga da Silva, no telefone (051-33205040), e-mail: jeffmao@puhrs.br.

Para qualquer pergunta sobre seus direitos como participante deste estudo ou se penso que fui prejudicado pela minha participação, posso chamar o Departamento CEP/PUCRS no telefone (051)3320-3345

Declaro que recebi cópia do presente Termo de consentimento

Local e data

---

Nome e assinatura do participante

---

Documento de Identidade

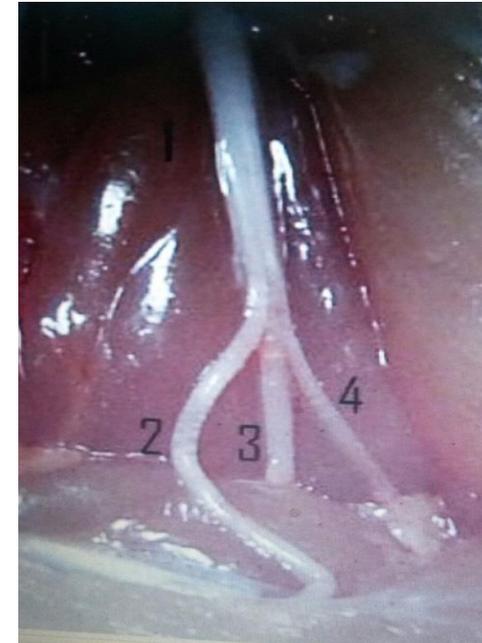
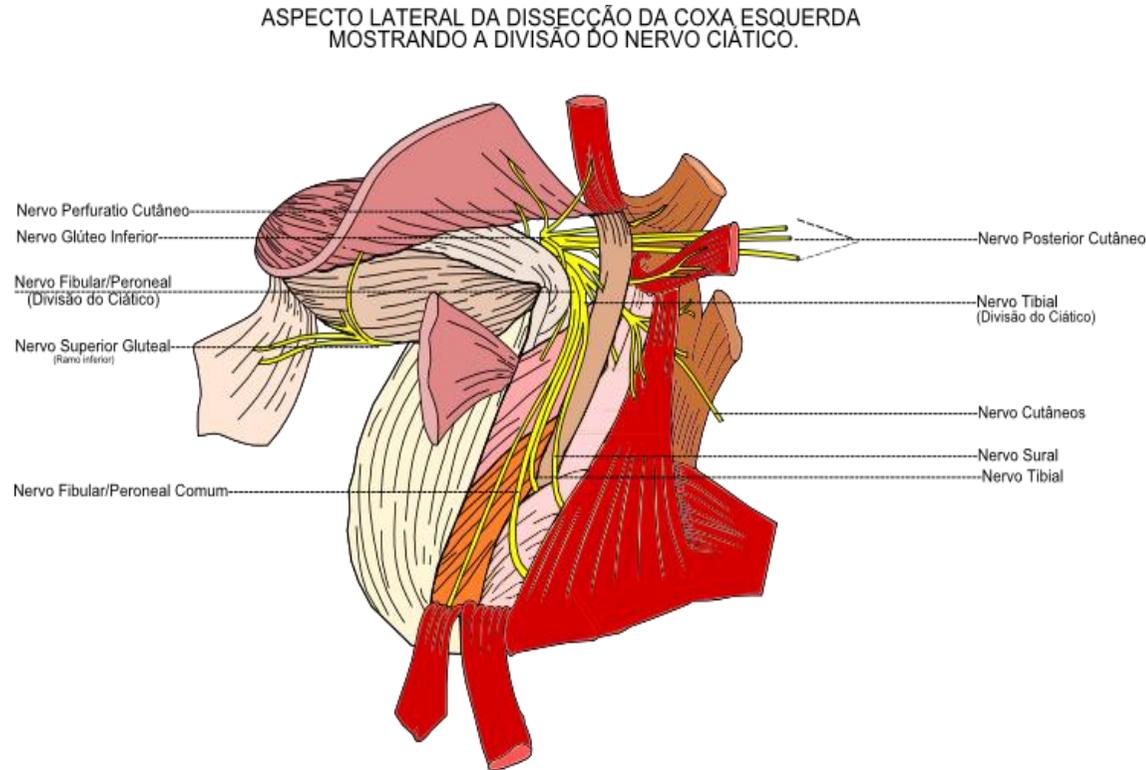
Esse formulário foi lido para o participante acima discriminado em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

---

Testemunha

### APÊNDICE B – Teste da imagem vetorizada de anatomia do rato

Visualize os nervos da coxa do rato na fig.1. Observe a fig.2 e marque um (X) no item que menciona os nomes dos nervos (2), (3) e (4):

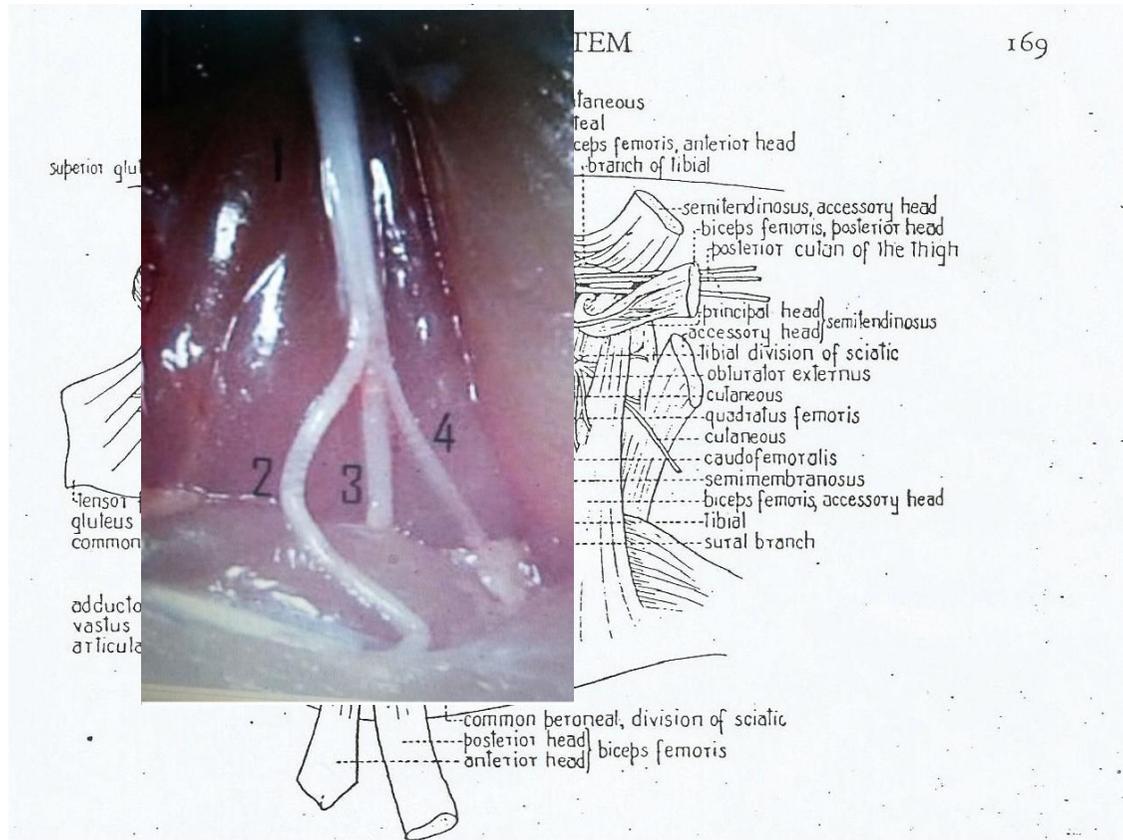


- ( ) Região dos Nervos “Posterior cutâneo”
- ( ) Região dos Nervos “Glúteo Inferior”
- ( ) Reg. Nervos “Fibular/Peroneal,Tibial,Sural”

*Agradecemos sua atenção e participação em nossa pesquisa. Ela será de extrema importância para a realização deste trabalho.*

### APÊNDICE C – Teste da imagem analógica de anatomia do rato

Visualize os nervos da coxa do rato na fig.1. Observe a fig.2, marque um (X) no item que menciona os nomes dos nervos (2), (3) e (4):



- Região dos Nervos "Posterior cutâneo"
- Região dos Nervos "Glúteo Inferior"
- Reg. Nervos "Fibular/Peroneal, Tibial, Sural"

*Agradecemos sua atenção e participação em nossa pesquisa. Ela será de extrema importância para a realização deste trabalho.*

APÊNDICE D – Teste da imagem analógica e digital de anatomia do rato

1-Escolha entre as Figuras abaixo as preferidas para utilizar

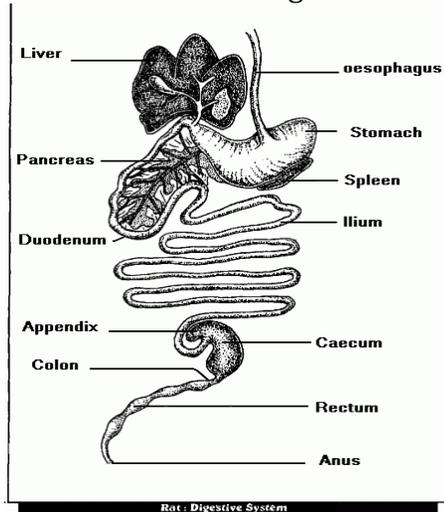


FIGURA 1

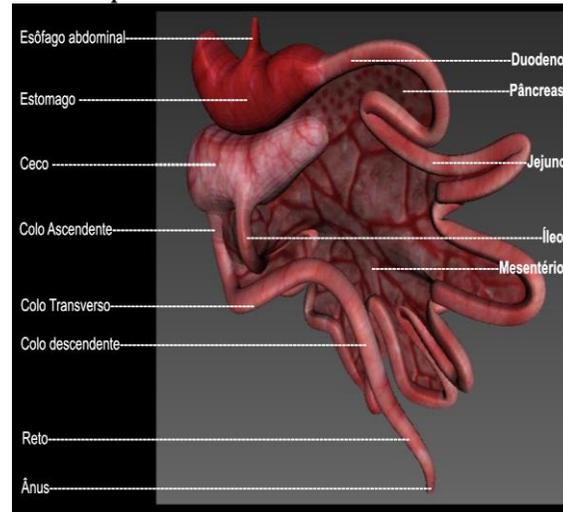


FIGURA 2

ASPECTO LATERAL DA DISSECÇÃO DA COXA ESQUERDA MOSTRANDO A DIVISÃO DO NERVO CIÁTICO.

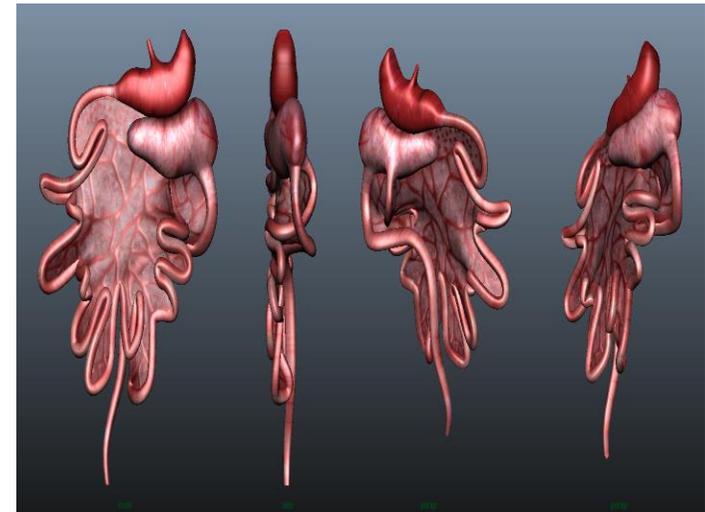


FIGURA 4

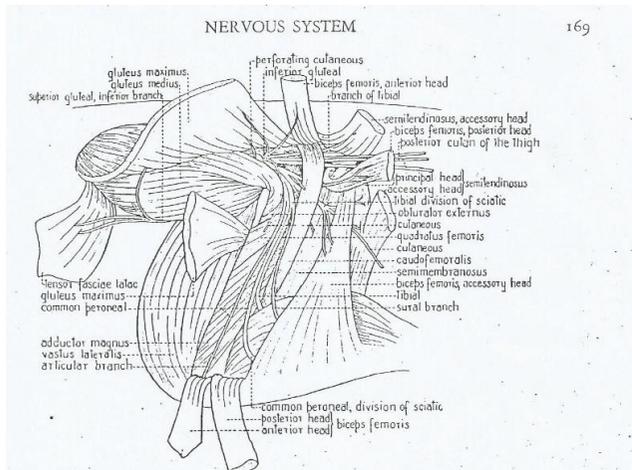
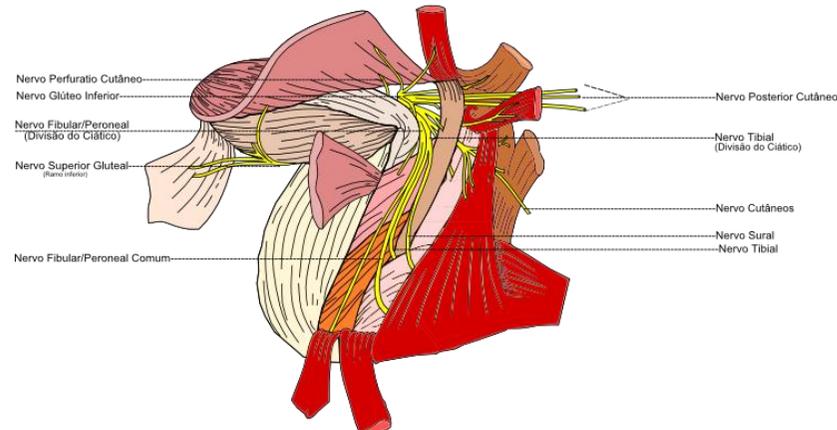


FIGURA 3



## APÊNDICE D – Imagem analógica (continuação)

FIGURA 1- Disponível em **University of Winnipeg – CANADÁ**

<https://www.uwinnipeg.ca/index/cms-filesystem-action/biol%201116%20winter%202011.pdf>

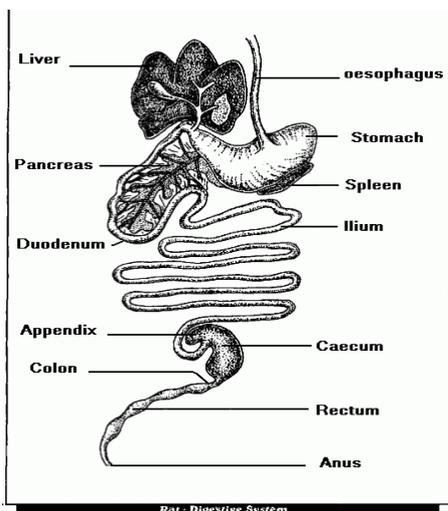
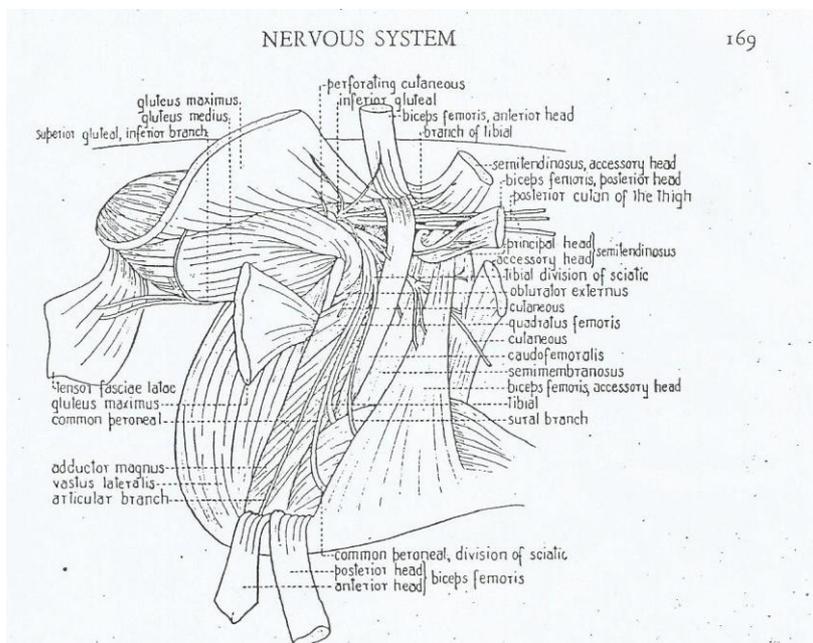


FIGURA 3- Disponível no Laboratório de Habilidades Médicas da PUCRS



**APÊNDICE D - Imagem digital produzida de anatomia do rato (continuação)**

FIGURA 2

<http://www.metodologiadigital.com.br/3D/index.html>

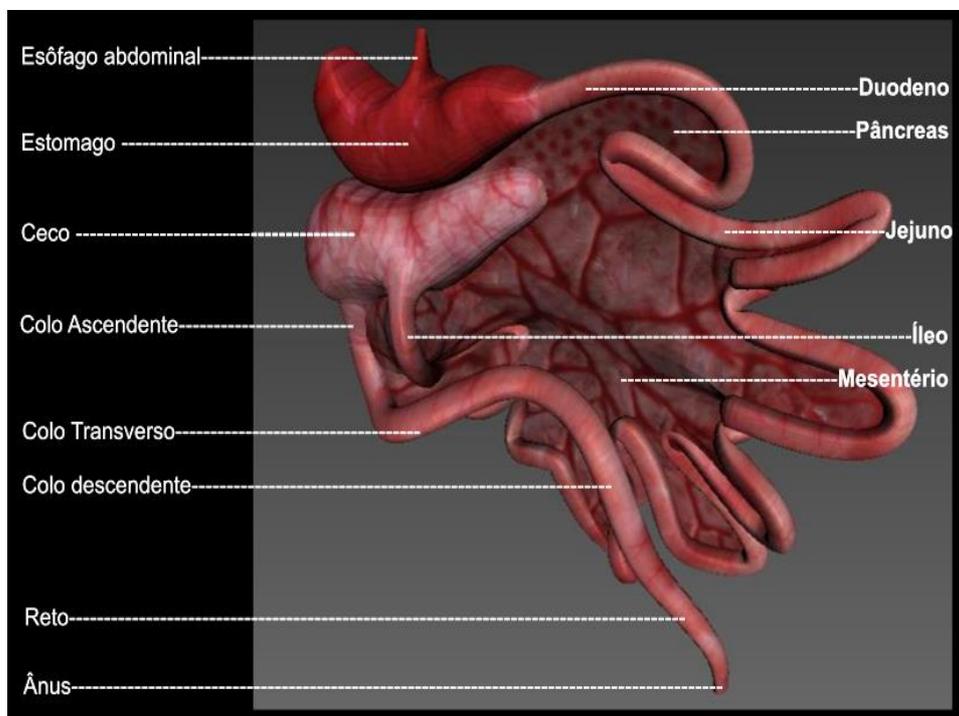
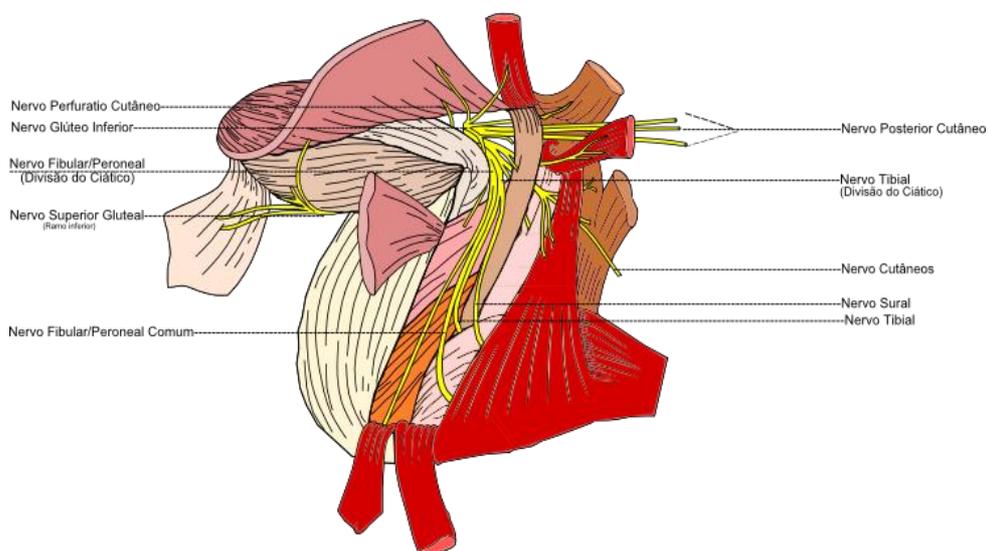


FIGURA 4

<http://anatomiadigital.esy.es/>

ASPECTO LATERAL DA DISSECCÃO DA COXA ESQUERDA  
MOSTRANDO A DIVISÃO DO NERVO CIÁTICO.



**APÊNDICE E - Teste da utilidade e receptividade da metodologia digital**

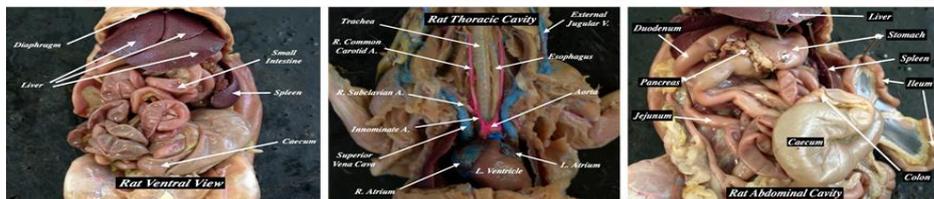
1-Escolha o Catálogo de imagens que prefere visualizar



**CATÁLOGO 1**



**CATÁLOGO 2**



**CATÁLOGO 3**



**CATÁLOGO 4**



APÊNDICE E – Imagem digital disponível (continuação)

CATÁLOGO 1- Disponível em Corner University of Arizona

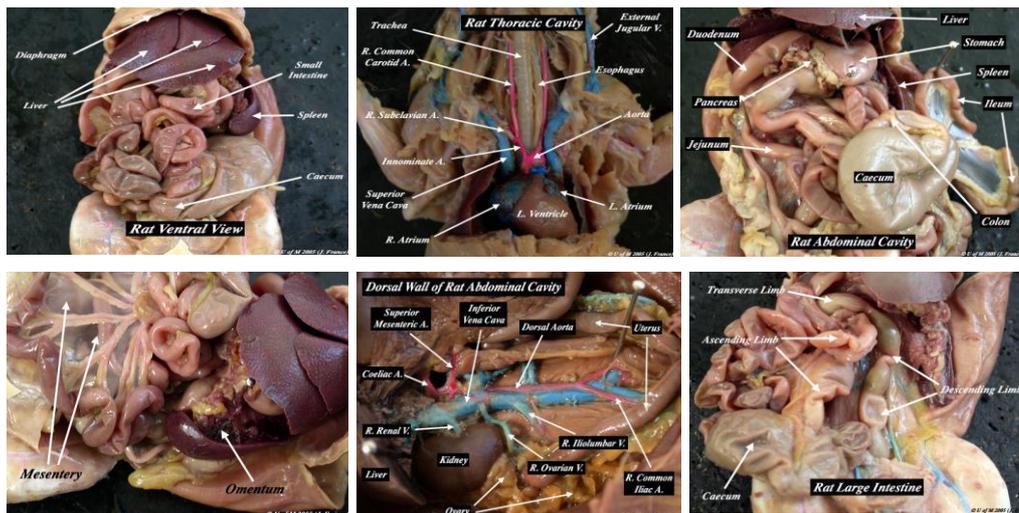
[http://www.biologycorner.com/worksheets/rat\\_dissection.html](http://www.biologycorner.com/worksheets/rat_dissection.html)



CATÁLOGO 3 – Disponível em University of Manitoba

[http://umanitoba.ca/Biology/BIOL1030/Lab4/biolab4\\_2.html](http://umanitoba.ca/Biology/BIOL1030/Lab4/biolab4_2.html)

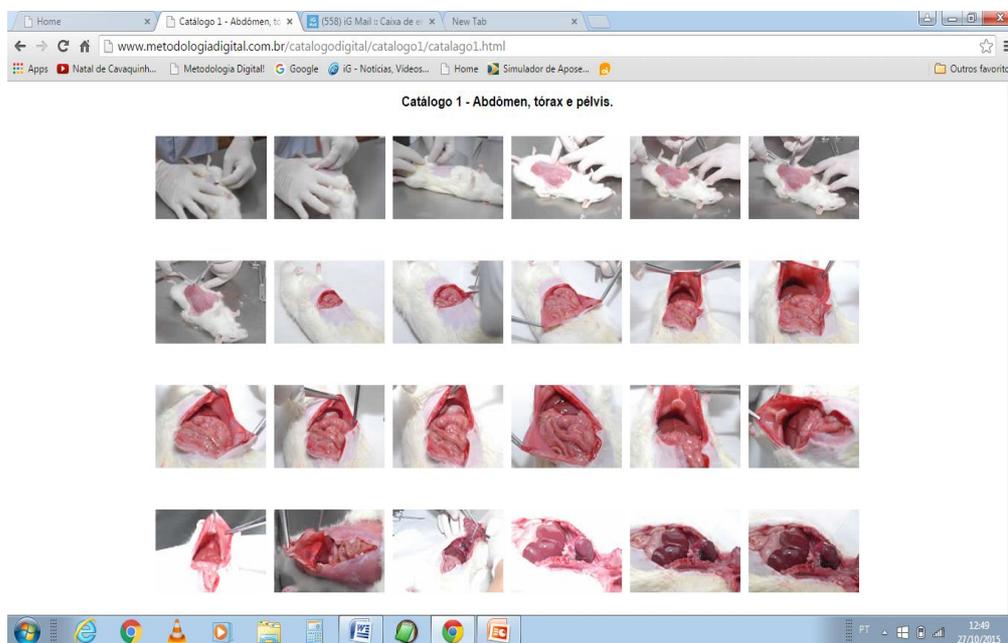
University of Manitoba- Canadá



## APÊNDICE E – Imagem digital produzida de anatomia do rato (continuação)

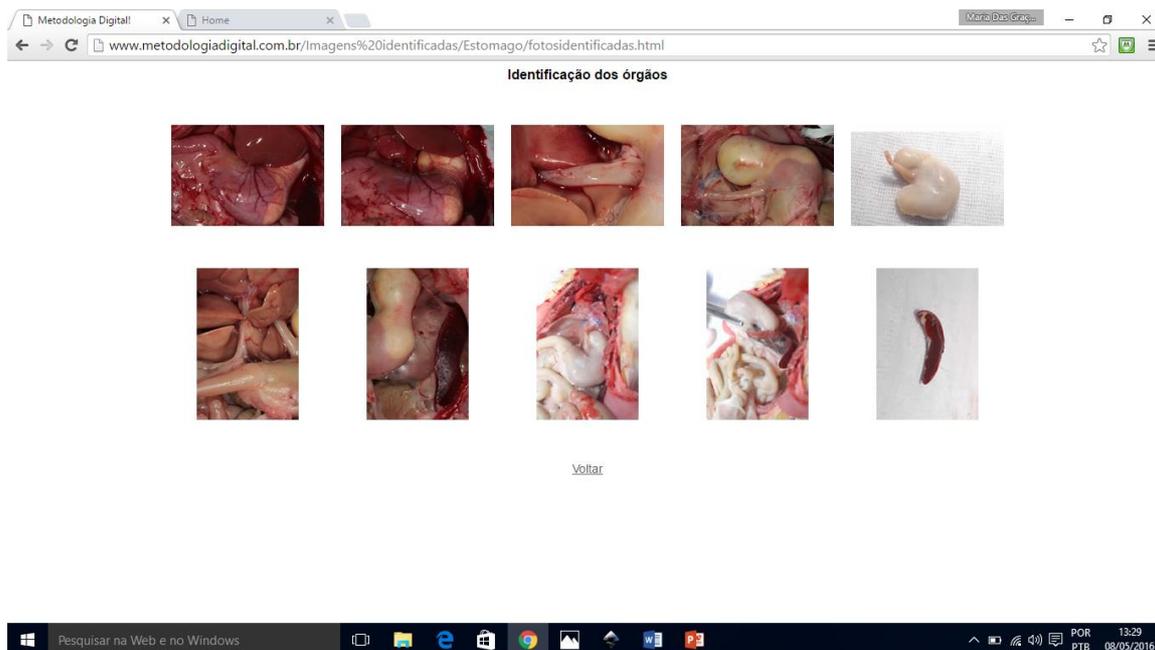
### CATÁLOGO 2

<http://www.metodologiadigital.com.br/catalogodigital/catalogo1/catalogo1.html>



### CATÁLOGO 4 - Imagens identificadas.

<http://www.metodologiadigital.com.br/Imagens%20identificadas/Estomago/fotosidentificadas.html>



**APÊNDICE F – Avaliação da receptividade da imagem digital**

1) Acadêmico de  Conheces a anatomia do rattus norvegicus?

2) Prefere visualizar:

Imagens coloridas ou  Preto e branco FIGURAS n°

Imagens digitais ou  Impressas CATÁLOGOS n°

3) Antes de iniciar a experimentação animal o Sr utilizaria imagens digitais?

Sempre  Muitas vezes  Raramente  Nunca

Na sua avaliação as imagens digitais são:

muito importante  importante  pouco importante  sem importância

4) Antes de iniciar a experimentação o Sr utilizaria a Metodologia Digital?

Sempre  Muitas vezes  Raramente  Nunca

Na sua avaliação as imagens integradas na metodologia digital são:

muito importante  importante  pouco importante  sem importância

*Agradecemos sua atenção e participação em nossa pesquisa. Ela será de extrema importância para a realização deste trabalho!*

## APÊNDICE G – Aprovação do Comitê de Ética da PUCRS

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE  
CATÓLICA DO RIO GRANDE  
DO SUL - PUC/RS



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Metodologia Digital para a Pesquisa Experimental

Pesquisador: JEFFERSON BRAGA SILVA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 24582314.3.0000.5336

Instituição Proponente:

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 606.559

Data da Relatoria: 21/03/2014

#### Apresentação do Projeto:

O projeto em questão surge da constatação da importância que a área de Ciências da Computação exerce num processo de integração com as Ciências da Saúde na medida em que oferece possibilidades de mimetização de funções orgânicas posto que propicia recursos tecnológicos para o apoio das pesquisas. Como estas pesquisas na área da Ciência da Saúde nem sempre podem ser realizadas com seres humanos por razões éticas e mesmo a utilização de animais não humanos tem sido restringida, as inovações tecnológicas fazem-se sempre mais necessárias para o avanço das pesquisas. A proposta do projeto “metodologia digital para a pesquisa experimental” é contribuir neste diálogo para tal vai investigar se o desenvolvimento de uma metodologia digital de anatomia do rato norvegicus resulta em sua aplicabilidade, eficiência e utilização em relação à imagem impressa.

#### Objetivo da Pesquisa:

O objetivo é investigar a disponibilidade de imagens do rato norvegicus: selecionar e integrar imagens produzidas em uma metodologia digital; comparar as imagens impressas com a metodologia digital e avaliar a aplicabilidade, eficiência e utilidade da metodologia digital.

#### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O projeto não apresenta riscos para os participantes.

Endereço: Av. Ipiranga, 6690, prédio 60, sala 314  
Bairro: Partenon CEP: 90.610-900  
UF: RS Município: PORTO ALEGRE  
Telefone: (51)3320-3345 Fax: (51)3320-3345 E-mail: cep@pucrs.br

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE  
CATÓLICA DO RIO GRANDE  
DO SUL - PUC/RS



Continuação do Parecer: 606/559

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Este projeto se insere no necessário diálogo da Ciência da Saúde e da Ciência da Computação, diálogo este cada vez mais importante para que as possibilidades proporcionadas pela Ciência da Computação sejam de proveito para a Ciência da Saúde. Portanto é um projeto bem vindo na medida em que pretende contribuir nesta área.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Toda a documentação foi apresentada.

**Recomendações:**

O projeto esta muito bem fundamentado e documentado. Não há recomendações.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Não há pendências.

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

PORTO ALEGRE, 07 de Abril de 2014

---

Assinador por:  
caio coelho marques  
(Coordenador)

Endereço: Av. Ipiranga, 6690, prédio 60, sala 314  
Bairro: Partenon CEP: 90 610-900  
UF: RS Município: PORTO ALEGRE  
Telefone: (51)3320-3345 Fax: (51)3320-3345 E-mail: cep@pucrs.br

## APÊNDICE H – Termo de compromisso para utilização de dados.



Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

### TERMO DE COMPROMISSO PARA UTILIZAÇÃO DE DADOS

**Título do Projeto/Relato de Caso**

**Metodologia Digital para a Pesquisa Experimental**

Os autores do projeto de pesquisa se comprometem a manter o sigilo dos dados coletados em Questionários/Teste respondidos por acadêmicos no Laboratório de Habilidades Médicas e Pesquisa Cirúrgicas da PUCRS. Concordam, igualmente, que estas informações serão utilizadas única e exclusivamente com finalidade científica, preservando-se integralmente o anonimato dos pacientes.

Porto Alegre, 30 de setembro de 2013

Autores do Projeto	
Nome	Assinatura
Jefferson Luis Braga da Silva	
Maria das Graças Villela Rodrigues	

Prof. Dr. Jefferson Braga Silva  
Diretor  
Faculdade de Medicina - PUCRS

## APÊNDICE I – Patente cultivada sobre visualização angular



República Federativa do Brasil  
Ministério do Desenvolvimento, Indústria  
e do Comércio Exterior  
Instituto Nacional de Propriedade Industrial

**(21) BR 10 2012 026037-9 A2**

(22) Data de Depósito: 11/10/2012  
(43) Data da Publicação: 12/08/2014  
(RPI 2275)



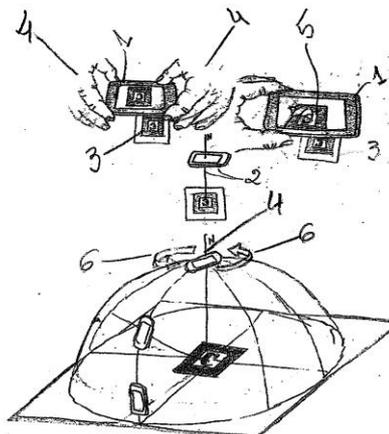
(51) Int.Cl.:  
G06K 9/22  
H04M 1/02

**(54) Título:** VISUALIZAÇÃO ANGULAR COM MOVIMENTOS ROTACIONAIS EM DISPOSITIVOS MÓVEIS

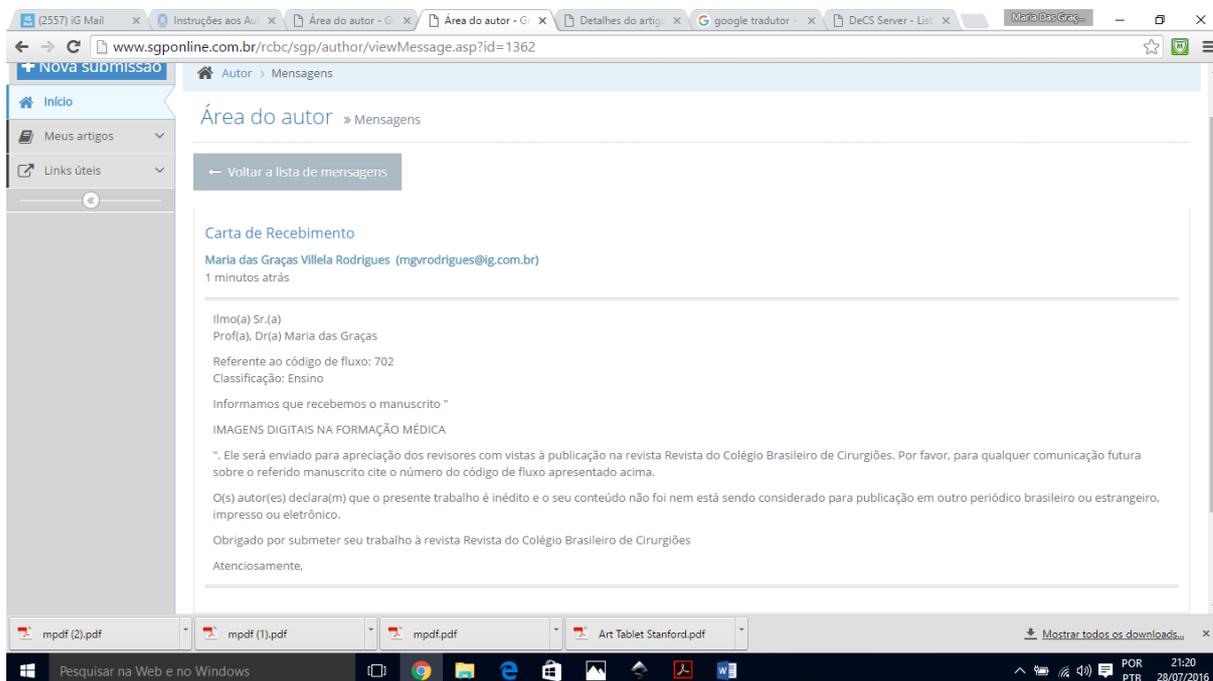
**(73) Titular(es):** Maria das Graças Villela Rodrigues

**(72) Inventor(es):** Maria das Graças Villela Rodrigues

**(57) Resumo:** VISUALIZAÇÃO ANGULAR COM MOVIMENTOS ROTACIONAIS EM DISPOSITIVOS MÓVEIS. Patente de Modelo de Utilidade para visualização angular de objetos empregando movimentos rotacionais em um dispositivos móveis que é compreendido por um dispositivo móvel como um celular ou tablete 1, focado com a câmara do aparelho 2 em um ponto central codificado 3 que será capturado pela câmara 2 quando focado ortogonalmente 4 no ponto codificado 3 visualizando na tela um sinal de captura do código 3 e do objeto na tela 5 e posteriormente, ao utilizar a técnica rotacional 6 no dispositivo 1 focado no mesmo ponto codificado 3, movendo-o em ângulos oblíquos 7 e paralelos 8 permitirá a visualização do objeto em projeções distintas 9, caracterizado pela funcionalidade que o manuseio rotacional 8 do dispositivo móvel celular ou tablete 1 permite quando sua câmara 2 focada em um ponto codificado 3, captura e disponibiliza a visualização do objeto 5 por diferentes ângulos oblíquos 7, ortogonal 4 e paralelos 8 dependendo exclusivamente da prática de manuseio da técnica rotacional 6.



## APÊNDICE J – Submissão de artigo científico



www.sgponline.com.br/rcbc/sgp/author/viewMessage.asp?id=1362

Área do autor > Mensagens

← Voltar a lista de mensagens

**Carta de Recebimento**

Maria das Graças Vilela Rodrigues (mgvrodrigues@ig.com.br)  
1 minutos atrás

Ilmo(a) Sr.(a)  
Prof(a), Dr(a) Maria das Graças  
Referente ao código de fluxo: 702  
Classificação: Ensino

Informamos que recebemos o manuscrito "

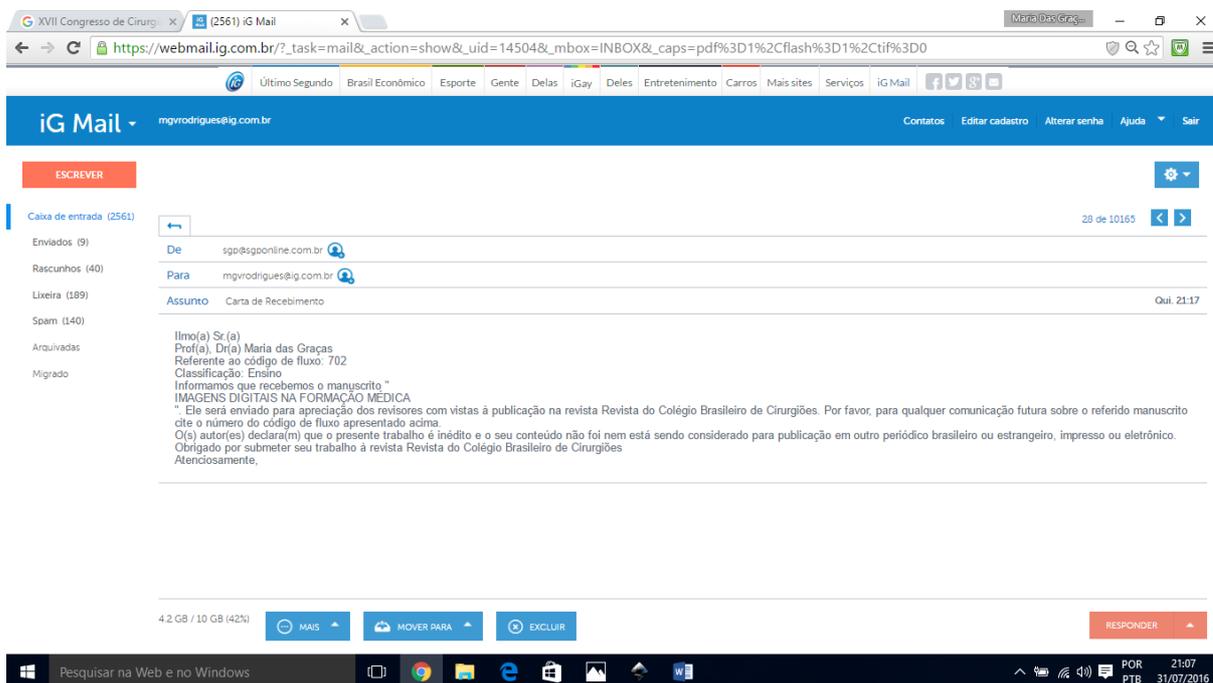
IMAGENS DIGITAIS NA FORMAÇÃO MÉDICA

". Ele será enviado para apreciação dos revisores com vistas à publicação na revista Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões. Por favor, para qualquer comunicação futura sobre o referido manuscrito cite o número do código de fluxo apresentado acima.

O(s) autor(es) declara(m) que o presente trabalho é inédito e o seu conteúdo não foi nem está sendo considerado para publicação em outro periódico brasileiro ou estrangeiro, impresso ou eletrônico.

Obrigado por submeter seu trabalho à revista Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões

Atenciosamente.



Último Segundo Brasil Econômico Esporte Gente Delas iGay Delas Entretenimento Carros Mais sites Serviços iG Mail

iG Mail mgvrodrigues@ig.com.br Contatos Editar cadastro Alterar senha Ajuda Sair

ESCREVER

Caixa de entrada (2561) 28 de 10165

Enviados (9)  
Rascunhos (40)  
Lixeira (189)  
Spam (140)  
Arquivadas  
Migrado

De sgp@sgponline.com.br  
Para mgvrodrigues@ig.com.br  
Assunto Carta de Recebimento Qui, 21:17

Ilmo(a) Sr.(a)  
Prof(a), Dr(a) Maria das Graças  
Referente ao código de fluxo: 702  
Classificação: Ensino

Informamos que recebemos o manuscrito "

IMAGENS DIGITAIS NA FORMAÇÃO MÉDICA

". Ele será enviado para apreciação dos revisores com vistas à publicação na revista Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões. Por favor, para qualquer comunicação futura sobre o referido manuscrito cite o número do código de fluxo apresentado acima.

O(s) autor(es) declara(m) que o presente trabalho é inédito e o seu conteúdo não foi nem está sendo considerado para publicação em outro periódico brasileiro ou estrangeiro, impresso ou eletrônico.

Obrigado por submeter seu trabalho à revista Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões

Atenciosamente.

4.2 GB / 10 GB (42%) MAIS MOVER PARA EXCLUIR RESPONDER

## APÊNDICE K –Artigo científico

### IMAGENS DIGITAIS NA FORMAÇÃO MÉDICA

Maria das Graças Villela Rodrigues<sup>1</sup> Prof. Dr. Jefferson Luis Braga da Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Pedagoga, doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Medicina e Ciências da Saúde da PUCRS; <sup>2</sup> Médico Cirurgião, Diretor da Faculdade de Medicina da PUCRS.

#### RESUMO

**OBJETIVO:** Determinar se a visualização de imagem digital como metodologia resulta em eficiência e utilização em comparação com a imagem analógica.

**MÉTODOS:** Realizou-se um estudo prospectivo randomizado e controlado com alunos voluntários, da graduação em Medicina da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Utilizou-se o método comparativo e estatístico para efetuar as análises. Os dados foram tabulados, analisados e estão descritos por contagens e percentuais. Em grupos independentes, foi utilizado teste Exato de Fisher e teste Binomial. A avaliação estatística considera como significativa  $P \leq 0.05$ , para um intervalo de confiança de 95%. Para a análise estatística utilizou-se o programa Statistical Package for Social Sciences versão 22.0 (SPSS 22.0) para Windows (SPSS Inc, Chicago, IL). **RESULTADOS:** As imagens digitais e coloridas possuem um percentual maior de eficiência e de utilização em relação às imagens analógicas em preto e branco. **CONCLUSÃO:** Comprovou-se a eficiência das imagens digitais em relação às imagens analógicas, validando-se a utilização de imagens digitais e a metodologia digital.

**Descritores:** Atividades científicas e tecnológicas. Materiais de ensino. Graduação em Medicina. Métodos de ensino.

**Aprovação no Comitê de Ética** em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul parecer nº 606.559 de 21/03/2014

#### INTRODUÇÃO

O surgimento constante de questões, com a exigência de respostas sempre sob bases empíricas (sólidas) faz parte do fluxo fisiológico da ciência e a melhor forma de responder as questões é realizando experimentos, colhendo informações, analisando dados e tirando conclusões<sup>1</sup>. Os conhecimentos na área da medicina, adquiridos por meio da experiência clínica e de pesquisas científicas marcaram a história do desenvolvimento da clínica, que realizava pesquisas, com seres humanos<sup>2</sup>. No entanto, nem sempre é possível a realização de estudos em humanos devido a limitações éticas. É nessa situação que se utilizam animais em pesquisas. Contribuição incalculável da pesquisa experimental, atesta que os animais de experimentação ajudaram a produzir vacinas, levaram ao desenvolvimento de antimicrobianos e outros fármacos. No Brasil, os animais só podem ser submetidos às intervenções quando recomendadas nos protocolos dos experimentos que constituem a pesquisa ou programas de aprendizado, controlados por um Conselho Nacional de Experimentação Animal (CONCEA) e por Comissões de Ética no Uso de

Animais (CEUA) constituídas em instituições de ensino que realizam pesquisas com animais<sup>3</sup>.

As novas tecnologias, que se destacam a partir do século XX, como as tecnologias da informação e comunicação por meio da evolução das telecomunicações, utilização dos computadores e desenvolvimento da internet podem contribuir na questão. Os recursos tecnológicos digitais possibilitam que as imagens de experimentos científicos sejam armazenadas e disponibilizadas em eventos futuros, permitindo que conteúdos dispersos sejam reunidos em uma metodologia digital que opera com grandes quantidades de informações, codificadas de modo a viabilizar o processamento por computador e o armazenamento em arquivos, disponibilizados em tempo real promovendo a continuidade das informações.

Assim, este estudo surge da constatação da importância que a área de Ciências da Computação exerce num processo de integração com as Ciências da Saúde na medida em que oferece possibilidades de mimetização de funções orgânicas posto que propicia recursos tecnológicos para o apoio das pesquisas. E da intenção de se testar a imagem digital como estratégia de ensino para a graduação.

Por conseguinte, investigou-se se a visualização de imagens vetorizadas (programa *Inkscape*) resulta em maior eficiência e utilização em relação a imagem analógica (disponível em ambientes de pesquisa como bibliotecas, laboratórios, etc).

O interesse em imagens digitais surgiu devido ao crescente debate que vem ocorrendo, na Academia e na mídia, a respeito das novas tecnologias digitais. Diversos fatores têm contribuído para o aumento de pesquisas a respeito do assunto, mas ainda são poucos os estudos na área de ensino que levam em consideração a eficiência e a utilidade da tecnologia digital na aquisição de conhecimentos, principalmente na área de pesquisa médica e sobre animais em experimentação.

A justificativa está em aliar-se aos recursos tecnológicos digitais para trabalhar em experimentação animal de maneira controlada e adequada, minimizando o uso de animais ao estritamente necessário para garantir a segurança e o bem-estar da população<sup>4</sup>. As "práticas experimentais com animais podem ser fotografadas, filmadas ou gravadas de forma a permitir a sua reprodução futura"<sup>5</sup>. Pode-se reunir e integrar metodologicamente em um mesmo local, imagens de anatomia animal que são muitas vezes de difícil acesso e disponibilização. Diante de tais afirmações justifica-se investigar a eficiência de imagens digitais em comparação com as imagens

analógicas, bem como a sua utilização e importância como metodologia digital de ensino.

## MÉTODO

Realizou-se um estudo prospectivo randomizado e controlado, com grupo teste e grupo controle. Foi definido como universo, os alunos da graduação em Medicina da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS. Utilizou-se o critério de seleção aleatória junto aos alunos que aceitaram participar da investigação, estudantes do 1º, 2º e 3º anos, nos meses de março a junho do ano de 2016, perfazendo um “n” amostral de 210 alunos, sendo 70 alunos os participantes em cada uma das turmas.

Os estudantes, preencheram um Termo de Consentimento Esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da PUCRS (parecer nº 606.559 de 21/03/2014) e responderam a um pré-teste de conhecimento sobre o rato. Foram randomizados e distribuídos em dois grupos de 35 alunos em cada turma.

Em sala de aula, com a anuência do professor da classe, o grupo controle foi exposto a uma imagem analógica da divisão do nervo ciático do rato, enquanto o grupo teste foi exposto a mesma imagem do nervo, mas vetorizada no programa *Inkscape*. Em ambos os testes figurava a comparação com uma fotografia contendo as divisões do nervo ciático, capturada por um microscópio eletrônico. Cada grupo visualizou a imagem recebida, comparando-a com a imagem do microscópio, identificando nesta imagem os nomes dos nervos que fazem parte da divisão do nervo ciático. Posteriormente o grupo controle visualizou as imagens digitais para um pós-teste e juntamente com o grupo teste responderam um questionário de receptividade da metodologia. Foi realizado um teste adicional para validação do estudo.

Utilizou-se o método comparativo e estatístico para efetuar as análises. Os dados categóricos obtidos na comparação entre a imagem vetorizada e a imagem analógica foram ordenados, tabulados, analisados e estão descritos por contagens e percentuais. Em grupos independentes, foi utilizado o teste Exato de Fisher e o teste Binomial para comparar escores dos testes. A avaliação estatística considera como significativa  $P \leq 0.05$ , para um intervalo de confiança de 95%. Para a análise estatística utilizou-se o programa Statistical Package for Social Sciences versão 22.0 (SPSS 22.0) para Windows (SPSS Inc, Chicago, IL).

## RESULTADOS

Os acertos nos testes apresentaram a seguinte distribuição: no grupo teste, alunos que visualizaram uma imagem vetorizada do 1º ano (22,9%), 2º ano (31,4%) e 3º ano (37,1%); no grupo controle, alunos que visualizaram uma imagem analógica do 1º ano (20%), 2º ano (22,9%) e do 3º ano (31,4%).

Os erros dos alunos do grupo teste (imagem digital) foram: 1º ano (60%), 2º ano (40%) e 3º ano (28,6%); e do grupo controle (imagem analógica) do 1º ano (11,4%), 2º ano (25,7%), e 3º ano (28,6%).

Os resultados nulos e em branco dos alunos do grupo teste foram: 1º ano (17,1%), 2º ano (28,6%) e 3º ano (34,3%) e do grupo controle: 1º ano (68,5%), do 2º ano (51,5%) e do 3º ano (40,0%).

Os resultados referentes a totalidade dos alunos pesquisados a respeito da utilização das imagens digitais e impressas mostraram que 56% deles preferem visualizar uma imagem digital, enquanto 44% preferem visualizar uma imagem impressa.

Quanto à comparação entre preferência entre a imagem colorida e em preto e branco, os resultados apresentados foram de 96% a favor da imagem colorida em relação aos 4% a favor da imagem em preto e branco.

Os resultados sobre a utilização de outras imagens digitais e analógicas referente às figuras 1 e 2; pelos alunos do 1º ano e 2º anos, demonstrou que 2 % preferem visualizar a fig.1, uma imagem analógica; enquanto que 98% dos alunos participantes preferem visualizar a fig.2, uma imagem digital. No que se refere às figuras 3 e 4, no mesmo grupo, a visualização da fig.3, uma imagem analógica, obteve 4% de preferência, enquanto 96 % preferiram a fig.4, a mesma imagem vetorizada.

Continuando, na comparação dos catálogos de fotografias digitais 1 e 2, os resultados mostraram que o catálogo digital 1, não obteve pontuação em relação ao catálogo 2, que obteve 100% das respostas. Quanto aos catálogos 3 e 4, os resultados do catálogo digital 3, obteve 67% de preferência em relação à 33% de preferência do catálogo digital 4.

Em relação aos alunos do 3º ano, estes resultados mostraram que (86%) preferem visualizar a figura 2, uma imagem digital em relação à figura 1, uma imagem analógica, que obteve (14%) de resultado. A figura 3, uma imagem analógica obteve

2% de preferência; enquanto 98% escolheram a figura 4 uma imagem digital. O catálogo de fotografias 1 obteve a preferência de 23% nesta turma, enquanto que o catálogo 2 obteve 77% das respostas favoráveis. Na comparação entre os catálogos 3 e 4, o catálogo de fotografia 3, obteve nesta turma a preferência (70%) em relação ao catálogo 4 (30%).

Quanto à frequência e à importância da utilização das imagens digitais e da metodologia digital os resultados obtidos com as respostas dos alunos do 2º ano apresentaram 100% de respostas muitas vezes e sempre, e 100% de respostas importante e muito importante, respectivamente.

## **DISCUSSÃO**

O resultado sobre a eficiência da imagem digital em comparação com a analógica nos leva a refletir que há um crescente acerto em relação à visualização de imagem digital no decorrer dos anos da graduação, mas os acertos não são significativos porque os alunos declararam não conhecer a anatomia de rato. O que é explicável pela Teoria de Aprendizagem Construtivista, e Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel, que afirma que “aprender significativamente é um processo por meio do qual uma nova informação/conhecimento relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo” o que é justificado, na argumentação de que a aprendizagem acontece quando a nova informação se ancora, se insere em conceitos ou proposições relevantes que já existiam na estrutura cognitiva do aprendiz<sup>6</sup>. E como não havia conhecimento sobre a anatomia do rato, não possuíam estruturas cognitivas a esse respeito para se apoiarem. A melhora ao longo do curso se explica pelo fato de que o aluno adquire vários conhecimentos que o possibilita focar, identificar e resolver os questionamentos<sup>6</sup>. Supõe-se que os acertos ocorreram pela percepção visual, uma capacidade já destacada por Gardner<sup>7</sup>. Supõe-se que a influência da imagem vetorizada que por ser trabalhada em cores, auxilia a identificação. O uso expressivo da imagem colorida envolve, seduz, prolonga uma tradição argumentativa que vê na imaginação o veículo que transporta significados de um objeto a outro em um movimento de mútua transformação<sup>8</sup>, que foi o que se supôs que aconteceu quando os estudantes transportaram ideias da imagem vetorizada para a imagem do

microscópio eletrônico ao visualizarem os nervos na imagem vetorizada para identificá-los nesta imagem real.

Os percentuais de erros dos alunos nos testes com a imagem digital foram altos no 1º ano, mas pode-se verificar uma pequena melhora na redução do percentual de erros no decorrer dos anos. Talvez, ao lidar com vários tipos de materiais no decorrer do curso, se familiarizam e vão desenvolvendo a capacidade de concentração e foco.

Um dado importante que ocorreu, foi o volume alto de entrega de testes em brancos ou nulos, pelos alunos que deveriam visualizar a imagem analógica, um percentual muito alto, em relação aos alunos que deveriam visualizar a imagem vetorizada, o que tornou esse resultado significativo. Esse fato suscita que o material vetorizado instigou o aluno a tentar realizar o teste mesmo sem ter o conhecimento no assunto, enquanto que no teste com a imagem analógica o aluno não se interessou em responder, entregando-o em branco, o que nos faz inferir que o material analógico interfere no interesse de resposta do aluno. A suposição é que a imagem vetorizada facilitou a identificação e a localização da divisão do nervo ciático, porque é uma imagem colorida e permite diferenciar claramente os nervos, os músculos e as artérias o que não ocorreu com o teste de imagem analógica, que é uma imagem em preto e branco, que não realça os nervos, os músculos e as artérias, pois o aluno visualizou, mas perdeu o interesse em prosseguir na observação, embora permanecesse com o material o tempo estabelecido. Os resultados sugerem uma intolerância maior com as imagens analógicas (em preto e branco) do que com as digitais (coloridas).

A análise dos resultados sobre a utilização das imagens digitais e impressas; coloridas e em preto e branco demonstrou favorável para a imagem digital, mas não foi significativo quanto a esta comparação.

Quanto à comparação entre imagem colorida e em preto e branco, os resultados são muito significativos, pois a utilização desta imagem atinge um percentual muito alto em relação ao baixo percentual da imagem em preto e branco.

Com os resultados dos três anos, explica-se o porquê de tantos testes analógicos (em preto e branco) serem entregues sem realizar a identificação proposta, enquanto que com os vetorizados isto não ocorreu, confirmando-se a suposição de uma certa intolerância à imagem em preto e branco.

A proposição de eficiência da imagem vetorizada foi comprovada pelo maior número de acertos no teste com esta imagem em comparação com o número de

acertos do teste com a imagem analógica. Foi comprovado também, que a imagem digital e colorida tem a preferência de utilização pelos alunos.

Percebeu-se nos resultados ao longo dos três anos, que os estudantes apresentam um maior número de acertos, inferindo-se que se familiarizam com vários tipos de material didático, em preto e branco, colorido, digital ou analógico embora tenham preferências significativas em relação a estes materiais.

A análise dos resultados, sobre a utilização das imagens digitais e analógicas referente às figuras e catálogos de fotografias, demonstrou que os estudantes preferem visualizar a fig.2, uma imagem digital do sistema digestório do rato, produzida em 3D, que pertence ao site da metodologia digital, em vez de uma imagem analógica em preto e branco, fig.1 selecionada e disponível no *site* da página da University of Winnipeg -Canadá, tornando este resultado muito significativo, pois a imagem digital tem a preferência dos alunos. A figura 4, uma imagem vetorizada (programa *Inkscape*) do nervo ciático do rato, pertencente ao site de imagens da metodologia digital teve a preferência dos estudantes em comparação com a mesma imagem analógica em preto e branco, da figura 1. Um resultado muito significativo para a utilização de imagens digitais que confirma a suposição de que as imagens digitais serão muito utilizadas como metodologia digital.

Foram disponibilizados catálogos de fotografias digitais 1 e 2; 3 e 4 que comparados demonstram que o catálogo de fotografia digital 2 produzido e disponível no site de metodologia digital obteve a preferência em relação ao catálogo de fotografia digital1, disponível no site da página da Corner University of Arizona.

Os resultados do catálogo de fotografia digital 3, disponível no site da página da University of Manitoba, obteve a preferência de utilização em relação ao catálogo de fotografia digital 4, produzido e disponível no site de metodologia digital. A preferência de utilização do catálogo de fotografia 3, se deve a identificação intensa dos órgãos neste catálogo, o que não ocorre no catálogo de fotografia 4 que foi produzido obedecendo à metodologia de ensino que contempla a aquisição de conhecimento do simples para o complexo, intensificando as identificações dos órgãos em uma escala crescente, ao final de todo o conjunto de catálogos.

Os resultados entre o catálogo de fotografia 3 e 4 não foram significativos mas a preferência é por imagens totalmente identificadas, repleta de nomes o que não é indicado como metodologia construtivista, que tem como proposta a identificações

em número crescente, com uma progressão de complexidade, que vai do simples para o complexo, onde o processo vai acontecendo ao longo de um tempo de acordo com a Teoria Educacional Construtivista, Piagetiana<sup>9</sup>, onde “o pensamento vai se tornando cada vez mais complexo e abrangente, porque traz uma visão integrada de conhecimentos<sup>10</sup>”.

Para validar a visualização de imagem como metodologia digital, destacam-se os resultados obtidos por intermédio das respostas dos alunos do 2º ano que demonstraram unanimidade de respostas afirmativas na frequência de uso e na importância da utilização da imagem digital e metodologia digital o que confirma a hipótese de que a exposição de imagens digitais como metodologia digital será utilizada com frequência e considerada importante.

## **CONCLUSÃO**

Comprovou-se a maior eficiência das imagens digitais em relação às imagens analógicas, destaca-se a preferência de utilização de imagens digital e imagem colorida, de imagens produzidas em 3D e catálogos de fotografias identificados, validando-se a utilização de imagens digitais e metodologia digital.

A adoção de visualização de imagens como metodologia digital constitui uma estratégia válida para um desenvolvimento cognitivo compatível com o perfil requerido para a qualificação de um graduando de Medicina.

## REFERÊNCIAS

1. OLIVEIRA, Jarbas R; PITREZ, Paulo M. C. *A importância do uso de animais para o avanço da ciência*. "In": FEIJO, Anamaria G. S; BRAGA, Luisa M.G.M. B; PITREZ, Paulo M.C. (org). *Animais na pesquisa e no ensino: aspectos éticos e técnicos*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2010.
2. PALACIOS, M; RÊGO, S. *Comitês de Ética em Pesquisa nas Universidades – o Desafio de Educar*. *Editorial*. Revista Brasileira de Educação Médica. v.25 n.2:42-52. Rio de Janeiro: 2001.
3. Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008. Regulamenta o inciso VII do § 1º do art. 225 da Constituição Federal.
4. MARTINS, Maria I. M.; PORAWSKI, Mariliene. MARRONI. Norma P. "In": FEIJÓ, Anamaria G. S; BRAGA, Luisa M.G.M. B; PITREZ, Paulo M.C. (org). *Animais na pesquisa e no ensino: aspectos éticos e técnicos*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2010. Cap.1. p. 302-303.
5. FIN, C.A; RIGATTO, K. V. *O uso de animais no ensino*. "In": FEIJÓ, Anamaria G. S; BRAGA, Luisa M.G.M. B; PITREZ, Paulo M.C. (org). *Animais na pesquisa e no ensino: aspectos éticos e técnicos*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2010.
6. MOREIRA, M.A. *Teorias da aprendizagem*. São Paulo: EPU, 1999.
7. PASSARELLI, B. *Teoria das Múltiplas Inteligências aliada à Multimídia na Educação: Novos Rumos Para o Conhecimento*. Escola do Futuro/USP, São Paulo: 1997.
8. MEYER, Philippe. *O olho e o cérebro: biofilosofia da percepção visual* tradução Roberto Leal Ferreira. São Paulo: Editora UNESP, 2002.
9. PIAGET, J. *Psicologia e pedagogia*. Rio de Janeiro: Forense, 1970
10. Ribeiro VMB, Ribeiro AMB. A aula e a sala de aula: um espaço tempo de produção do conhecimento. Rev Col Bras Cir. 2011;38(1):71-6.