

# O ZYGOTE BODY NO ENSINO DA ANATOMIA DO CORPO HUMANO: UM ESTUDO DE CASO.

Relatório de Projeto

Sérgio Ricardo Brandão Teixeira

Trabalho realizado sob a orientação de

Professor Doutor Filipe Santos,

Instituto Politécnico de Leiria- ESECS

Leiria, dezembro de 2013

Mestrado em Ciências da Educação - Especialização em Utilização Pedagógica das TIC

ESCOLA SUPERIOR DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS SOCIAIS

INSTITUTO POLITÉCNICO DE LEIRIA

## AGRADECIMENTOS

*Em primeiro lugar apresento ao meu orientador, Filipe Santos, a minha admiração e o meu agradecimento por toda a disponibilidade e apoio.*

*Agradeço também aos Professores do Mestrado, em especial à Professora Isabel Pereira e Rita Cadima por estarem sempre disponíveis.*

*Aos colegas de Mestrado com quem tive oportunidade de partilhar ideias e opiniões e um agradecimento especial à Patrícia e Rita.*

*Aos meus colegas de escola, em particular à Carla, Samuel e Paula Cristina com quem partilhei várias etapas deste trabalho.*

*Aos meus alunos pelo entusiasmo disponibilidade demonstradas.*

*Aos meus pais e irmãos por sempre acreditarem em mim.*

*Às minhas avós, que apesar de já não estarem presentes, agradeço a história de vida que partilharam comigo.*

*À minha esposa Susana pelo apoio e paciência.*

*Aos meus filhos Ricardo e Mateus....*

## RESUMO

*O estudo aqui apresentado, realizado no âmbito do Mestrado em Ciências da Educação – especialização Utilização Pedagógica das TIC, pretendeu conhecer as potencialidades dos modelos 3D simulados em computador para a promoção de aprendizagens mais significativas da morfologia do corpo humano, nas aulas da disciplina de Ciências Naturais do 3º Ciclo do Ensino Básico, numa abordagem pedagógica assente na Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia proposta por Richard Mayer.*

*No estudo usou-se em contexto de sala de aula o software Zygote Body que permite a representação e interação com conteúdos 3D respeitantes ao corpo humano.*

*A investigação realizada numa escola do distrito de Leiria, envolveu 38 alunos de duas turmas do 9º ano. Após a aplicação da unidade didática, avaliou-se a experiência vivenciada do ponto de vista dos alunos com base na utilização desta ferramenta informática mencionada.*

*A metodologia de investigação assenta num estudo de caso e usou-se, para recolha de dados, um inquérito por questionário e a observação direta (notas de campo). O questionário de opinião foi realizado após implementação da proposta didática, tendo sido feita uma análise quantitativa do mesmo.*

*Os resultados verificados permitem concluir que a utilização deste software, quando utilizado de acordo com os pressupostos da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia, tem, na perceção dos alunos, vantagens pedagógicas. Em concreto, a amostra deste estudo afirmou não só que o software complementa as limitações inerentes aos “materiais clássicos” - os manuais escolares - como prefere uma pedagogia interativa com modelos 3D em computadores que seja integrada em sala de aula como complemento e não substituição, desses mesmos materiais.*

### **Palavras-chave**

*3D, Ensino, Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia, Visualização, Zygote Body.*

## ABSTRACT

*This study was carried out under the master program in Educational Sciences - Specialization in the Pedagogical Use of ICT. This research is a pedagogical approach based on the Cognitive Theory of Multimedia Learning proposed by Richard Mayer that aims to demonstrate to what extent the 3D can be used to promote more meaningful learning of the morphology of the human body in the context of the discipline of Natural Sciences (3rd Cycle Basic Education).*

*In this work, a Software - the Zygote Body -, which allows the representation and interaction with 3D content relating to the human body, was used in the context of the classroom.*

*After implementation of the didactic proposal, the experience lived by the students based on the use of this tool was then evaluated to gain feedback. The research methodology used in this project is based on a case study. The data was collected using a survey and direct observation (field notes). The personal survey was conducted at the end of the implementation of didactic proposal and then used for quantitative analysis. This study was conducted in a school of the Leiria district (Portugal) and involved 38 students from two classes in 9th grade.*

*Data analyses revealed that the use of this software, in accordance with the assumptions of the Cognitive Theory of Multimedia Learning, has, in the perception of students, pedagogical advantages. Students in this study said, specifically, that the software complements the inherent limitations of "traditional materials" - textbooks - and they prefer that a pedagogy based on the use of computers, permitting the exploration of interactive 3D models, is integrated into the classroom in addition to, and not as a substitute, of those textbooks.*

### **Keywords**

*3D, Teaching, Cognitive Theory of Multimedia Learning, Visualization, Zygote Body.*

# ÍNDICE GERAL

<b>Agradecimentos .....</b>	<b>ii</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>iii</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>iv</b>
<b>Índice Geral.....</b>	<b>v</b>
<b>Índice de Figuras .....</b>	<b>vii</b>
<b>Índice de Tabelas .....</b>	<b>ix</b>
<b>Índice de gráficos.....</b>	<b>x</b>
<b>Abreviaturas .....</b>	<b>xii</b>
<b>Capítulo 1: Introdução.....</b>	<b>1</b>
1.1 Contextualização da investigação.....	1
1.2 Problema, questões de investigação e objetivos.....	4
1.3 Relevância do estudo. ....	5
1.4 Organização da dissertação .....	6
<b>Capítulo 2: Visualização em ciência e educação em ciência .....</b>	<b>7</b>
2.1 Visualização como fonte de informação .....	7
2.1.1 Modelos na educação.....	8
2.1.2 Visualização como estratégia de ensino .....	10
2.2 Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia .....	11
<b>Capítulo 3: O 3D virtual .....</b>	<b>17</b>
3.1 Vantagens do 3D na educação.....	17
3.2 2D vs 3D .....	18
3.3 O corpo humano em 3D: o caso do Zygote body .....	21
<b>Capítulo 4: Desenho da intervenção pedagógica .....</b>	<b>27</b>
4.1 Abordagem curricular.....	27
4.2 Caracterização da amostra.....	27
4.3 Aplicação da proposta didática.....	29

4.4 Organização da proposta didática.....	31
4.5 Organização dos conteúdos e metodologias .....	31
<b>Capítulo 5: Metodologia.....</b>	<b>39</b>
5.1 Objetivos do trabalho .....	39
5.2 Fundamentação metodológica .....	39
5.3 Instrumentos de recolha de dados.....	40
5.3.1 Estrutura do questionário.....	42
5.3.2 Análise e tratamento dos resultados .....	44
<b>Capítulo 6: Apresentação e Análise de resultados.....</b>	<b>47</b>
6.1 Vantagens e desvantagens do 3D digital no ensino corpo humano.....	47
6.2 Vantagens pedagógicas das funcionalidades de manipulação 3D.....	53
6.3 Papel do professor no uso do Zygote Body.....	59
<b>Capítulo 7: Conclusões finais, limitações ao estudo e trabalho futuro .....</b>	<b>69</b>
7.1 Considerações finais .....	69
7.2 Limitações no contexto.....	72
7.3 Trabalho futuro .....	72
<b>Bibliografia.....</b>	<b>75</b>
<b>Anexos: .....</b>	<b>81</b>
Anexo I .....	82
Anexo II.....	83
Anexo III .....	84

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de modelo concreto.....	9
Figura 2 - Exemplo de um modelo virtual.....	9
Figura 3 - Modelo cognitivo da aprendizagem multimédia. ....	13
Figura 4 – Representação da omoplata de frente, lateral e trás. ....	19
Figura 5 - Simulação do 3D através de várias fotos 2D .....	20
Figura 6 – <i>Frame</i> do Zygote Body browser. ....	22
Figura 7 -Representação do diafragma num manual. ....	23
Figura 8 - Representação do diafragma em 3D permitida pelo Zygote Body.....	23
Figura 9 – Recursos de interação com o modelo 3D.....	23
Figura 10 – Potencialidades do programa. ....	24
Figura 11 - Alunos que já jogaram jogos de computador em 3D.....	28
Figura 12 – Frequência com que os alunos jogam jogos de computador em 3D.....	29
Figura 13 - Sequência da proposta didática.....	31
Figura 14- Representação 2D dos diferentes sistemas do corpo humano. ....	33
Figura 15 - Representação 3D no Zygote Body dos diferentes sistemas do corpo humano. ....	33
Figura 16 - Representação 2D da traqueia / esófago. ....	34
Figura 17 - Representação 3D da traqueia / esófago com animação através de rotação. ....	34
Figura 18 - Representação 2D do sistema digestivo.....	35
Figura 19 - Representação 3D do Zygote Body com transparência total do estômago..	35
Figura 20 - Representação 3D do intestino delgado com animação através de rotação. ....	36

Figura 21 - Representação 3D do fígado, pâncreas e estômago com animação através de rotação. ....	37
Figura 22 - Representação 2D do diafragma .....	38
Figura 23 - Representação 3D do diafragma com animação através de rotação em dois eixos diferentes. ....	38



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Sistema neuro-hormonal, cardiorrespiratório, digestivo e excretor em interação.....	33
Tabela 2 – Sistema digestivo (relação esófago / traqueia). ....	34
Tabela 3 – Sistema digestivo (posição do pâncreas). ....	35
Tabela 4 - Sistema digestivo (forma do intestino delgado). ....	36
Tabela 5 - Sistema digestivo (posição relativa).....	37
Tabela 6 - Sistema respiratório (diafragma). ....	38
Tabela 7 - Objetivo: avaliar o 3D enquanto <i>media</i> – vantagens e desvantagens pedagógicas. ....	43
Tabela 8 - Objetivo: avaliar as funcionalidades do programa Zygote Body. ....	43
Tabela 9 - Objetivo: avaliar o papel do professor no uso do Zygote Body, enquanto <i>software</i> interativo e aberto. ....	44

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Resposta dos alunos à questão “É mais realista (oferece um modelo mais próximo da realidade)” .....	48
Gráfico 2 - Resposta dos alunos à questão “Ajudou-me a perceber melhor a forma de alguns órgãos do nosso corpo” .....	49
Gráfico 3 - Resposta dos alunos à questão “Ajudou-me a perceber melhor a posição relativa”. .....	49
Gráfico 4 - Resposta dos alunos à questão “Fez-me perceber melhor os conceitos” .....	50
Gráfico 5 - Vantagens no uso do 3D em sala de aula. ....	51
Gráfico 6 - Desvantagens no uso do 3D em sala de aula. ....	52
Gráfico 7 - Resposta dos alunos à questão “Ajudou-me a conhecer melhor a forma de um órgão”. ....	53
Gráfico 8 - Resposta dos alunos à questão “Ajudou-me a conhecer melhor a posição relativa dos órgãos”. ....	54
Gráfico 9 - Resposta dos alunos à questão “Ajudou-me a conhecer melhor a forma de um dado órgão”. ....	55
Gráfico 10 - Resposta dos alunos à questão “Ajudou-me a ter “uma visão global” de todo o corpo”. ....	56
Gráfico 11 - Resposta dos alunos à questão “Ajudou-me a ver que todos os sistemas do corpo estão interligados”. ....	56
Gráfico 12 - Resposta dos alunos à questão “Ajudou a focar a minha atenção no órgão que o professor estava a ensinar”. ....	57
Gráfico 13 - Resposta dos alunos à questão “Ajudou a perceber melhor a localização de alguns órgãos que estão mais <i>escondidos</i> ”. ....	58
Gráfico 14 - Integração das imagens a 3 dimensões nas aulas de CN.....	60

Gráfico 15 - Resposta dos alunos à questão “Ajudou-me a perceber melhor as figuras do manual” .....	61
Gráfico 16 - Resposta dos alunos à questão “Prefiro mais as imagens do manual do que os ambientes 3D” .....	61
Gráfico 17 - Resposta dos alunos à questão “O professor, ensinou melhor / melhorou a qualidade do processo de ensino” .....	62
Gráfico 18 - Resposta dos alunos à questão “No geral, estás satisfeito com o modo como o professor usou o programa” .....	63
Gráfico 19 - Resposta dos alunos à questão “A linguagem do professor durante a utilização do programa foi pertinente para orientar as aprendizagens” .....	64
Gráfico 20 - Resposta dos alunos à questão “Quando o professor manipulava o modelo, mudando a perspetiva em que este era visto sentia-me desorientado” .....	64
Gráfico 21 - Resposta dos alunos à questão “Até que ponto consideras o programa adequado para ser usado nas aulas pelos alunos / professor” .....	65
Gráfico 22 – Resposta dos alunos à questão “O programa pareceu-te fácil de usar” .....	66
Gráfico 23 - Opinião geral sobre atividades feitas com recurso a programas que assentam no uso de modelos 3D .....	67

## ABREVIATURAS

**2D** - duas dimensões, bidimensional.

**3D** – três dimensões, tridimensional.

# CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO

Estes últimos anos caracterizam-se por uma impressionante e galopante evolução das novas tecnologias e da sociedade da informação. Os jovens de hoje, cada vez mais expostos e acostumados à sua presença, já estão familiarizados com os computadores desde muito cedo e passam grande parte do seu tempo a dominar as suas funcionalidades, o que não deixa de revelar uma grande aptidão e curiosidade pelas novas tecnologias. Da mesma forma, as escolas estão a adaptar os seus modelos de ensino de modo a ir ao encontro destes alunos que encaram as novas tecnologias como uma ferramenta essencial ao seu desenvolvimento social, pessoal e académico.

Assim, no campo da educação, o desafio criado pelas novas tecnologias exige uma mudança de cariz técnico-pedagógico por parte do professor que deve promover a aquisição das competências preconizadas nos currículos a partir das tecnologias disponibilizadas de uma forma estimulante e inovadora.

Deste modo, a aplicação e mediação que o docente faz com a utilização das novas tecnologias na sala de aula depende do modo como encara este processo de mudança e como se sente em relação ao mesmo: se vê todo este processo como algo benéfico ao seu trabalho ou se sente ameaçado por este processo de mudança (Serafim & Sousa, 2011).

Neste quadro, a educação em Biologia abarca novos desafios que as Novas Tecnologias de Informação e Comunicação podem ajudar a pôr em prática. As ferramentas atualmente ao dispor dos professores e dos alunos, favorecem explorações muito mais avançadas de alguns temas; permitem a exploração de situações que, de outra forma, seriam muito difíceis ou mesmo impossíveis de realizar; possibilitam, ainda, a professores e alunos, a utilização de recursos e a produção de materiais de qualidade superior aos convencionais (Oliveira, 1991). Da mesma forma, o seu carácter motivador vai ao encontro de Novak (2000), quando afirma que o processo de ensino - aprendizagem de qualquer ciência tem de decorrer de uma forma apelativa e estimulante para a curiosidade, o interesse e o espírito crítico dos alunos e, simultaneamente, promova uma aprendizagem significativa dos fenómenos e processos biológicos.

No processo de ensino-aprendizagem das ciências, **a utilização de imagens para promover a compreensão dos conteúdos** cumpre um importante papel uma vez que afetam diretamente a percepção dos conceitos estudados. No ensino da Biologia, em particular, a apresentação visual de vários objetos biológicos, processos e eventos é fundamental para a sua compreensão. Globalmente, as imagens funcionam como transmissores de informação, ao mesmo tempo que auxiliam o aluno a organizar atividades específicas no contexto de várias formas de aprendizagem (Asenova & Reiss, 2011). As imagens, diz-nos Calado (1994), podem ser importantes recursos para transmitir determinados conteúdos temáticos, motivar os alunos, captar a sua atenção, potenciar a memorização ou a estruturação do pensamento.

No ensino do corpo humano em particular, os professores adotam frequentemente vários métodos de ensino, muitos dos quais estruturam-se em torno da visualização de desenhos, fotos e esquemas representados em 2D em livros ou atlas (que são representações visuais do corpo humano).

Todavia, estes materiais, representando objetos do mundo real a duas dimensões (numa “imagem” 2D) priva os alunos da 3ª dimensão (a “profundidade”) que permite uma melhor visualização e compreensão de conceitos mais complexos ou de fenómenos de difícil representação. Por conseguinte, tenho observado na minha prática letiva muitas dificuldades de aprendizagem de alguns conceitos pelo facto das representações visuais em 2D dos manuais não serem apresentadas da forma mais precisa do ponto de vista científico, pela natureza do suporte.

Em concreto, e para promover o ensino-aprendizagem da **morfologia do corpo humano** e para ultrapassar as limitações dos manuais/suportes atrás descritos, podem ser realizadas algumas atividades práticas como dissecações de órgãos de animais ou exploração de modelos analógicos. Contudo, quer pela elevada extensão do programa da disciplina, quer pela dificuldade em realizar este tipo de atividades em turmas com muitos alunos ou pela carência de materiais didáticos, torna-se difícil compatibilizar o cumprimento dos programas com a vertente prática. Por outro lado, quando o professor mostra ao aluno um órgão, pode levar a perder a noção do sistema a que pertence assim como as interações com o resto do corpo. Os modelos analógicos 3D, como os modelos de plástico, podem ser uma solução para ensinar aos alunos a complexidade do corpo humano e dar noção de espaço e volume ocupado pelas estruturas deste. Contudo,

apesar de algumas vantagens pedagógicas, estes modelos apresentam algumas desvantagens: a interação limitada com o modelo e o elevado custo

Assim, em muitas situações, **a representação de conteúdos através de modelos 3D virtuais** possibilita ensinar o que a experimentação física não permite ver o que quer ser ensinado, assim como fazer analogias que não se conseguem efetuar com os modelos analógicos.

Neste quadro, um novo *media*, o modelo 3D virtual, tem vindo a ganhar relevo na educação, fruto da crescente evolução nos computadores, da internet e da modernização das escolas. Este *media* está intimamente ligado ao *media* mais tradicional, a imagem 2D, porém apresenta a vantagem de ser altamente manipulável. No ponto de vista de Stieff et al., (2005) os programas que oferecem modelos virtuais 3D, e a sua manipulação, podem ser bastante pertinentes visto que nas disciplinas de carácter experimental se torna quase sempre muito difícil recorrer a situações reais que permitam a aplicação de uma metodologia científica e pedagógica válida, apesar de na grande maioria das vezes essas situações serem experimentadas e vivenciadas na vida quotidiana.

A tecnologia 3D interativa proporciona ambientes mais envolventes e imagens mais cativantes para a realização de tarefas educativas. Com a tecnologia 3D, surgem as aplicações em ambiente tridimensional cada vez mais realistas e o seu uso, em contexto educativo, tem vindo a desenvolver-se, nomeadamente a nível da conceção de objetos de aprendizagem para explicar determinado tipo de conteúdos (Bento & Gonçalves, 2011).

A evolução tecnológica coloca novos desafios às atuais metodologias de ensino, nomeadamente com a nova geração de ferramentas abertas que permitem a representação de conteúdos em 3D. Estas aplicações informáticas não foram produzidas especificamente para a educação, mas têm sido usadas com sucesso em vários contextos educativos, possibilitando aos seus utilizadores a criação e recriação de conteúdos que se adaptem às suas necessidades e preferências dos alunos (Alessi & Trollip, 2001).

Recentemente um *software* denominado Zygote Body, gratuito e disponível na internet, tem sido usado nas escolas e parece apresentar um conjunto **de funcionalidades de manipulação de modelos 3D** da morfologia do corpo humano que poderiam resolver

muitos dos problemas descritos anteriormente. Uma vez que é um *software* aberto, não foi concebido para ser usado com uma teoria de aprendizagem específica, assim o grau de sucesso do processo de ensino-aprendizagem está fortemente dependente da metodologia usada pelo professor. No estudo aqui apresentado o professor usou o *software* segundo uma metodologia assente na Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia de Richard Mayer.

## 1.2 PROBLEMA, QUESTÕES DE INVESTIGAÇÃO E OBJETIVOS

Conforme referido anteriormente, o ensino do corpo humano passa por vários desafios, em particular o ensino da morfologia dos órgãos e sistemas. As dificuldades sentidas pelos professores e alunos na abordagem a estes conteúdos podem estar relacionadas com a própria forma como estes estão representados nos materiais educativos, pois que na grande maioria das vezes são apresentados em 2D pela natureza dos suportes. Estas dificuldades podem ser solucionadas mostrando o órgão em várias perspetivas, algo que a interação com modelos 3D virtuais permite. Outra dificuldade é a complexidade, pois o ensino do corpo humano é uma tarefa complexa dado que envolve uma associação e interação entre estruturas anatómicas que interagem, funcionando como um todo. A grande maioria dos materiais pedagógicos representa o organismo com uma imensa complexidade de estruturas de tal modo elaboradas que coloca alguns problemas a nível da gestão da complexidade.

Com este trabalho procurou-se conhecer a opinião dos alunos acerca da introdução do Zygote Body que permite a manipulação 3D virtual no ensino do corpo humano. Uma vez que o sucesso da introdução de uma tecnologia em sala de aula depende sempre da metodologia, para o presente estudo a abordagem pedagógica e respetivo quadro de análise será sustentado pela Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia, desenvolvida por Richard Mayer. Esta teoria aborda os dois problemas atrás referidos (formas de representação e complexidade da informação) do ponto de vista cognitivo sugerindo princípios para os evitar. Deste modo, torna-se interessante explorar o uso Zygote Body em sala de aula quando o professor usa uma metodologia de ensino-aprendizagem baseada nesta teoria.



Assim, definiu-se a seguinte questão de investigação: qual a opinião dos alunos sobre o uso do programa Zygote Body no processo de ensino-aprendizagem do corpo humano (aquando de uma contextualização em sala de aula segundo uma metodologia baseada em alguns princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia de Richard Mayer)?

Deste modo, definem-se os seguintes objetivos de investigação:

**Objetivo geral:**

Identificar as vantagens e desvantagens pedagógicas do 3D digital, enquanto *media*, no ensino do corpo humano.

**Objetivos específicos:**

- i) Avaliar as vantagens pedagógicas da manipulação 3D do Zygote Body.
- ii) Conhecer o papel do professor no uso do Zygote Body, enquanto *software* interativo e aberto.

Estes objetivos, e como indicado acima, serão analisados apenas na perspetiva dos alunos e face a aulas onde o professor, metodologicamente, usou princípios da Teoria de Richard Mayer para exploração do *software*.

Para dar resposta aos objetivos enunciados, procedeu-se, num primeiro momento, à pesquisa bibliográfica para enquadramento da investigação; à planificação e elaboração de projeto de intervenção pedagógica com recurso a um programa de manipulação 3D; à aplicação do projeto de intervenção pedagógica em sala de aula e por último, à análise e descrição das perceções dos alunos relativamente à introdução do programa de manipulação 3D em contexto de sala de aula.

### 1.3 RELEVÂNCIA DO ESTUDO.

Os ambientes tridimensionais estão cada vez mais presentes na sociedade tecnológica em que vivemos, nomeadamente em jogos de computador, consolas, cinema e televisão. O aumento da capacidade das placas gráficas dos computadores e o aumento da largura de banda da rede, conduziram à implementação de ambientes tridimensionais a nível das mais variadas plataformas. O 3D pode representar o mundo físico de uma forma

muito mais realista do que as imagens 2D e fornecer experiências espaciais mais familiares para o utilizador (Santos, 2010).

À medida que o *software* e *hardware* se tornam cada vez mais sofisticados, os programas que permitem ver o corpo humano em 3D estão a tornar-se mais realistas e com mais opções para o utilizador interagir com o modelo, aumentando o controlo sobre o modo como as imagens são exibidas. Pommerta, et al. (2001) refere que a representação de todos os detalhes do corpo num modelo virtual 3D permite uma representação bastante rica e relevante da estrutura humana abrindo novas possibilidades para o ensino e aprendizagem da anatomia.

Por este motivo, considera-se pertinente investigar a relevância deste ambiente no ensino do corpo humano com vista a clarificar e compreender o seu valor pedagógico, bem como a aplicabilidade de algumas estratégias de exploração do mesmo.

#### 1.4 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A investigação que se apresenta está organizada em sete capítulos.

No primeiro capítulo, apresenta-se a introdução e a contextualização do estudo, o problema, os objetivos as questões de investigação e a relevância do estudo.

No segundo capítulo, é apresentada a revisão de literatura sobre a visualização como fonte de informação, a sua importância nas estratégias de aprendizagem em ciência. Neste ponto apresentam-se também os pressupostos da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia, desenvolvida por Richard Mayer, e que são os pressupostos de análise da presente investigação.

Do terceiro capítulo consta uma breve revisão e estudos sobre as vantagens do 3D no ensino / aprendizagem e são apresentadas as características do *software* Zygote Body.

O capítulo quatro é constituído pela abordagem didática proposta e no capítulo cinco faz-se a apresentação da metodologia adotada.

No capítulo seis apresentam-se os resultados, a análise e a discussão dos dados.

Por último, no capítulo sete, apresentam-se as principais conclusões deste estudo.

## CAPÍTULO 2: VISUALIZAÇÃO EM CIÊNCIA E EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA

A visualização em geral é uma estratégia usada em todas as eras e por todas as culturas para comunicar ideias, recordar, descobrir e raciocinar (Tversky, 2005). O processo de visualização também é usado em ciência para compreender melhor um determinado fenómeno / processo científico e por, conseguinte, melhorar o seu processo de ensino - aprendizagem.

### 2.1 VISUALIZAÇÃO COMO FONTE DE INFORMAÇÃO

Uma visualização pode ser definida como uma apresentação visual de dados que pode incluir desenhos detalhados, mapas em 3D e ambientes hipermédia (David, 2005). Geralmente, as visualizações usadas no ensino das ciências são definidas pela psicologia e investigação educacional como visualizações externas - representações físicas destinada a tornar um determinado conceito visível. Sendo assim, tanto os gráficos, modelos físicos, atividades experimentais como os modelos virtuais podem ser considerados formas de visualizações externas (Frederiksen & Breuleux, 1988 citados por Gobert, 2005).

O valor educativo das visualizações externas está a ser potenciado, nomeadamente pelo desenvolvimento de *softwares* adequados. Uma abordagem produtiva para o avanço da educação em ciência, na opinião de Gobert (2005), é o foco em visualizações externas e no seu contributo para a melhoria da educação científica. Para esta autora, uma vez que as visualizações são amplamente utilizadas como fontes de conhecimento para a aprendizagem em todos os níveis de ensino para transmitir informações científicas importantes nos meios de comunicação, é essencial compreender o papel das visualizações externas na aprendizagem da ciência, em particular quando são usados meios tecnológicos como os computadores.

Ao contrário da compreensão da informação textual e linguística, que tem sido muito bem documentada, e apesar da disseminação de visualizações como fontes de informação em ciência e do importante papel que desempenham na disseminação de conhecimento, pouco se sabe sobre como essas fontes de informação são compreendidas ou como a informação pode ser suportada (Gobert, 2005).

### *2.1.1 MODELOS NA EDUCAÇÃO*

De facto, os cientistas observam a realidade e procuram uma explicação para os fenómenos naturais. Porém, inicialmente, estes fenómenos são bastante complexos, mas quando traduzidos constituem conceitos simples. Estas simplificações da realidade contribuem para a formação de percepções visuais (visualizações) dos fenómenos naturais que ocorrem a um nível distinto. De acordo com Rouse e Morris (1996) citados por Gilbert (2005) estas simplificações e descrições dos fenómenos mais complexos são vulgarmente designadas por “modelos”.

Laugksck (2000) afirma que estes modelos deverão desempenhar um papel de relevo na educação científica. Os alunos, que estudam estas disciplinas, deverão compreender a natureza e importância dos modelos chave da área do seu estudo.

Contudo, os modelos usados em educação podem ser considerados por um estatuto epistemológico diverso. Na opinião de Gilbert, Boulter, e Elmer (2000) citados por Gilbert (2005) um modelo mental é uma representação pessoal formada por um indivíduo, mas inacessível aos outros. Assim, para facilitar a comunicação entre pares, deve ser colocada em público uma versão desse modelo mental, originando assim um modelo expresso. Este, pode ser adotado por um determinado grupo, passando-se a designar por modelo de consenso, caso seja validado pela comunidade científica poderá ser designado por modelo científico.

Hodson (1992) citado por Gilbert (2005) afirma que uma das grandes finalidades do ensino em ciência consiste na formação de modelos mentais e na produção de modelos expressos pelos alunos. Para este fim, podem ser produzidas algumas versões simplificadas de modelos científicos para serem usadas como modelos curriculares. Os modelos de ensino são criados, especificamente, para apoiar a aprendizagem de certos modelos curriculares (por exemplo, a analogia do átomo como o sistema solar planetário).

De acordo com Gilbert (2005) um dos grandes problemas da educação em ciência é o facto de qualquer destes modelos necessitarem de ser colocados em domínio publico por um ou mais dos cinco modos de representação possíveis:

- O **Concreto** (ou material) trata-se de um **modelo tridimensional** e feito com materiais sólidos (ver figura 1).
- O **Verbal** (escrito ou falado) consiste na descrição dos modelos e das suas relações, bem como exploração de metáforas e de analogias baseadas no modelo.
- O **Simbólico** consiste na representação de símbolos químicos, equações químicas e expressões matemáticas.
- O **Visual** utiliza gráficos, diagramas e animações. Nesta categoria, incluem-se as representações a duas dimensões, assim como as representações tridimensionais produzidas por computador, designadas por *modelos virtuais* (ver figura 2).
- O **Gestual** recorre ao movimento de todo o corpo ou de algumas partes.

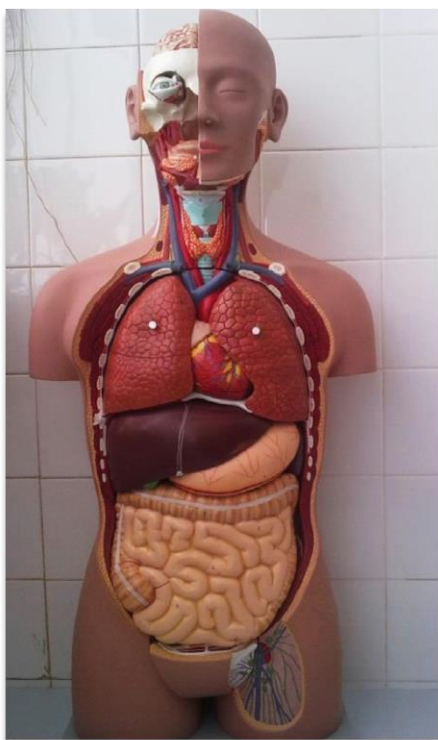


Figura 1 – Exemplo de modelo concreto.



Figura 2 - Exemplo de um modelo virtual.

Buckley, Boulter, e Gilbert (1997) citados por Gilbert (2005) esclarecem que estes modos de representação são usados muitas vezes em combinação, ou seja, uma apresentação verbal da representação visual do corpo humano. Gilbert e Boulter (2000) afirmam que para potenciar a compreensão dos processos e fenómenos científicos os alunos deverão contactar principalmente com modelos verbais e visuais.

Na realidade, vários autores defendem que para entender a natureza e os seus modelos uma das boas práticas na utilização de representações pelos professores é recorrer, sempre que possível, de uma forma sistemática e constante a um leque muito variado de modos de representação (Hearnshaw, 1994 citado por Gilbert, 2005).

### *2.1.2 VISUALIZAÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO*

As ferramentas de visualização são uma das mais importantes tecnologias para o processo de ensino-aprendizagem no ensino. Em educação tem-se investido no refinamento e implementação de ferramentas de visualização para alunos de ciências devido à necessidade de concretização, compreensão e manipulação das relações espaciais tridimensionais (Brenton, 2007).

Estas novas ferramentas de visualização poderão contornar as dificuldades dos alunos que são relatadas por muitos professores que consideram que os seus alunos têm grande dificuldade em compreender relações espaciais tridimensionais. Na sua essência, cada uma destas ferramentas oferece aos agentes educativos oportunidades únicas de ensino-aprendizagem das ciências pois permite visualizar relações complexas diretamente a partir de visualizações geradas em computador (Copolo & Hounshell, 1995; Habraken, 1996; Wu, Krajcik, & Soloway, 2001 citados por Stieff et al., 2005).

A visualização é um processo universal na aula de ciências. Contudo, a necessidade subjacente à visualização varia de acordo com o tema do estudo (Stieff et al., 2005). Por exemplo, no estudo da anatomia do corpo humano, os alunos devem entender as relações espaciais entre os diferentes órgãos do nosso corpo que são menos perceptíveis. Estes autores afirmam que professores e cientistas admitem que para um aluno gerar um modelo mental dos fenómenos científicos em estudo necessitam de desenvolver a capacidade de visualizar as relações espaciais entre vários fenómenos ou estruturas.

Dado que os alunos não possuem normalmente bases para gerar modelos mentais destes fenómenos ou estruturas a partir da sua experiência quotidiana, os professores utilizam uma grande variedade de diagramas, modelos e imagens para auxiliar no processo de visualização.

Infelizmente, as representações bidimensionais, as mais usadas nas aulas de ciências, só oferecem uma aproximação dos eventos tridimensionais que elas representam. Esta

limitação pode distorcer as imagens mentais que os alunos tentam visualizar e por conseguinte limitar o processo de ensino (Stieff et al., 2005).

Do mesmo modo que “sobre simplificar” (2D para representar estrutura tridimensional) pode afetar o processo de ensino, também a “complexificação” o pode, devendo as atividades pedagógicas que envolvem visualizações ter em conta as capacidades percetivas e cognitivas dos alunos. Isto quer dizer, no caso do problema da complexificação, que se deve seleccionar a informação essencial, remover a irrelevante e estruturá-la para que possa ser facilmente compreendida e entendida com precisão (Mayer, 2001; Tversky, 2005). Por outro lado, uma visualização só por si não é passível de uma boa compreensão, ela requer uma explicação verbal para ser compreendida pelos alunos (Mayer, 2001).

Esta tese não se centra nos aspetos da psicologia da aprendizagem mas considerou-se pertinente referir que novas teorias podem ajudar o professor / investigador a compreender aspetos do potencial educativo da visualização. Apenas a título de exemplo, não fazendo parte do enquadramento teórico principal deste relatório, uma dessas teorias de aprendizagem, relativamente recente, é a das inteligências múltiplas de Gardner. Baseando-se numa série de indicadores Gardner defende que todos nascemos com sete tipos de inteligências distintas. Ao longo da vida, vão-se desenvolvendo através da aprendizagem, das experiências, da escolaridade, das oportunidades e das influências e em função desse desenvolvimento, cada pessoa acaba por promover determinadas áreas (Gardner, 2006).

Para esta investigação tem mais importância a inteligência Visual - Espacial. Os indivíduos com este tipo de inteligência pensam normalmente com imagens e recordam facilmente imagens visuais, dos pormenores do que observam e das relações espaciais entre objetos. Os professores poderão reforçar este tipo de inteligência, desenvolvendo atividades que envolvam visualização e interação como o 3D virtual.

## 2.2 TEORIA COGNITIVA DA APRENDIZAGEM MULTIMÉDIA

A investigação apresentada neste relatório assenta numa interpretação cognitivista da aprendizagem, e, em particular, numa teoria proposta por Richard Mayer que é apresentada com algum detalhe nesta secção e que envolve a questão dos múltiplos formatos de representar a informação – o multimédia.

Existe uma grande variedade de formatos que podem ser usados para apresentar informação (texto, imagem, som). Um determinado ponto de vista sugere que as apresentações multimédia facilitam a aprendizagem, na medida em que formatos diferentes e complementares de informação ajudam a estabelecer conexões a nível da memória.

Atualmente, estas apresentações veem sendo amplamente estudadas e exploradas na perspetiva educacional por vários autores dos quais podemos destacar Richard Mayer e a sua Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia. Alguns estudos feitos por este autor foram traduzidos em “princípios”, que devem ser tidos em consideração quando os materiais multimédia são usados em contexto educativo.

Embora os recursos tecnológicos multimédia existam há algumas décadas na sala de aula (documentário em vídeo, por exemplo) o multimédia interativo – possibilitado pelo computador – é mais recente e oferece, com a evolução tecnológica, cada vez mais potencialidades, algumas das quais ainda não estudadas convenientemente do ponto de vista da aplicação na aprendizagem.

Uma mensagem educacional multimédia, diz-nos Mayer (2001), compreende uma comunicação que contém palavras (narradas ou escritas) e imagens destinadas a promover a aprendizagem. Esta comunicação poder ser veiculada por qualquer meio, incluindo o papel ou o computador. As palavras podem ser impressas (visual) ou faladas (áudio); as imagens podem ser estáticas como as ilustrações / fotografias ou dinâmicas, por exemplo, uma animação ou um *videoclip*. Esta definição é, razoavelmente, vasta para incluir capítulos de manuais, aulas de ensino à distância envolvendo animação e narração e jogos de simulação interativos.

O entusiasmo pela utilização de vários *media* em educação fundamenta-se na Teoria da Codificação Dual de Paivio (1990). Este autor expõe como as pessoas processam diferentes tipos de informação, sugerindo que a linguagem verbal (palavras ou textos impressos ou falados) e não-verbal (objetos, eventos e imagens) são representadas e processadas por dois sistemas cognitivos distintos. Mais tarde, Clark e Craig (1992) defenderam que o uso adequado destes dois sistemas em simultâneo (conjugação de palavras e imagens) contribuem para uma melhor retenção da informação do que quando usados isoladamente.



Estudos realizados por Mayer e Anderson (1991) confirmaram que os alunos apresentam melhores resultados quando lhes são apresentadas imagens narradas do que apenas imagens sem narração. A ausência de narração pode mesmo ser ineficaz a nível da aquisição de conhecimentos em alunos de ciências.

Também outra investigação, realizada com indivíduos com poucos conhecimentos sobre o funcionamento de um aspeto fisiológico do organismo humano, confirmou que os alunos são capazes de aplicar os seus conhecimentos mais eficazmente quando aprendem com explicações verbais e visuais em simultâneo (Mayer & Sims, 1994).

Estes estudos sobre aprendizagem multimédia revelam assim que as mensagens educacionais multimédia, quando concebidas a partir da forma como as pessoas aprendem, podem conduzir a uma aprendizagem mais significativa do que as que não o são. Isto é, o desenho (*design*) destas mensagens deve ter em consideração tudo o que sabemos sobre o modo como a informação é processada pelas pessoas. Aprende-se melhor com palavras e imagens do que apenas através de palavras. Esta afirmação pode designar-se por princípio do multimédia. Todavia, as palavras e as imagens devem ser usadas segundo uma teoria específica para desenvolver a aprendizagem (Mayer, 2009). Na figura 3 consta o modelo cognitivo da aprendizagem multimédia proposto por Richard Mayer.

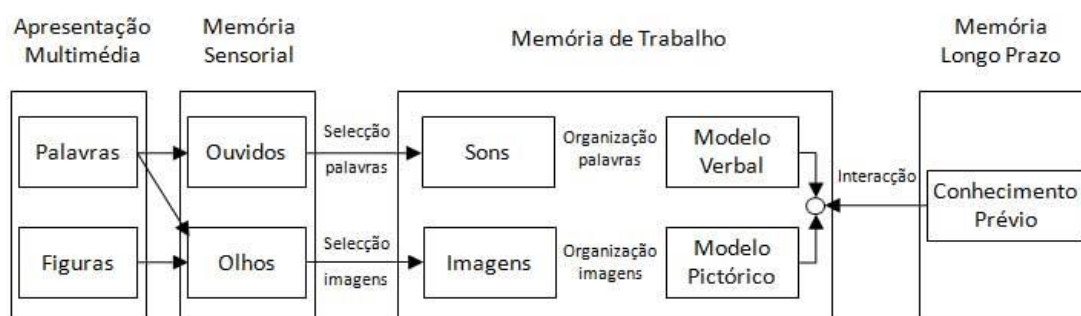


Figura 3 - Modelo cognitivo da aprendizagem multimédia (Mayer, 2009, p. 219).

O sistema de processamento de informação apresentado inclui a memória sensorial, a memória de trabalho e a memória de longo prazo. As imagens e palavras entram na memória sensorial através dos olhos e dos ouvidos incluídos na caixa da memória sensorial. As imagens e o texto impresso são retidos pela memória sensorial visual como imagens visuais por um curto período de tempo enquanto o discurso oral e outros sons são retidos como imagens auditivas pela memória sensorial auditiva, também por

um curto período de tempo. A tarefa central da aprendizagem multimédia tem lugar na memória de trabalho, que retém temporariamente os conhecimentos na consciência ativa para os manipular. Ao contrário da memória de trabalho, a memória de longo prazo consegue reter grandes quantidades de informação durante longos períodos de tempo mas, para usar ativamente a informação desta memória, é necessário trazê-la para a memória de trabalho (Mayer, 2009). Porém, há a considerar o aspeto de que memória de trabalho possui uma capacidade limitada no processamento de informação e daí poder ocasionar limitações na aprendizagem.

A Teoria de Richard Mayer assenta, assim, num conceito, o de *carga cognitiva*, proposto por Sweller (2003). Segundo o autor, a estrutura cognitiva do ser humano não consegue processar uma grande quantidade de informação ao mesmo tempo pelo que a aprendizagem pode ser potenciada se o volume de informação fornecido ao aluno for adequado à sua capacidade de processamento de informação. Consequentemente, a carga cognitiva é minimizada quando a mensagem multimédia é bem estruturada e apresentada, diminuindo o esforço do aluno (a nível da atenção, memória e raciocínio) para reter eficientemente a informação.

As mensagens educacionais multimédia devem ser formuladas, respeitando os seguintes processos cognitivos: escolha das palavras relevantes no texto ou narrativa apresentados, escolha de imagens relevantes das ilustrações apresentadas, organização das palavras seleccionadas numa representação verbal coerente, organização das imagens seleccionadas numa representação pictórica coerente e integração das representações pictóricas e verbais com os conhecimentos anteriores (Mayer, 2009).

Mayer (2001) afirma, a partir de vários estudos, que devem ser tidos em consideração três pressupostos quando são usados materiais multimédia em contexto de ensino aprendizagem:

- **O pressuposto da codificação dual, ou canal duplo:** segundo este pressuposto os seres humanos possuem canais de processamento da informação distintos para representar informações veiculadas em termos visuais e auditivos, remetendo para os princípios propostos por Paivio. Quando a informação é vista (como ilustrações, animações, vídeo, texto), é processada no canal visual; quando a informação é ouvida (como narrações ou sons não verbais), é processada no canal auditivo.

- **O pressuposto da capacidade limitada:** incide sobre a limitação que temos em processar informação - capacidade limitada de processamento - cada canal tem uma capacidade de processamento de informação limitada. Quando é apresentada ao aluno uma ilustração ou animação, ele só consegue reter na memória de trabalho algumas imagens a cada momento, correspondentes a partes do material apresentado e não a uma cópia exata do mesmo. Quando é apresentada uma narração, o aluno só consegue reter simultaneamente algumas palavras na memória de trabalho.
- **O pressuposto do processamento ativo** consiste no facto de que os alunos precisam de estar motivados e atentos, prestando atenção e organizando as informações recebidas em representações mentais, integrando-as com o conhecimento prévio. Este processo envolve a ativação do conhecimento na memória de longo prazo e a chegada à memória de curto prazo.

Como resultado dos estudos realizados e dos pressupostos enunciados, Mayer (2001) propõe sete princípios para o desenvolvimento de material educacional multimédia, do qual se destaca para este estudo apenas dois princípios:

**i) Princípio da coerência:** os alunos aprendem melhor quando imagens, textos e sons não relacionados com o conteúdo são excluídos do material (ou seja, simplificar ao essencial, reduzindo a carga cognitiva).

**ii) Princípio multimédia** - os alunos aprendem melhor quando se combinam palavras e imagens.

Por fim, Mayer, afirma que os sujeitos que possuem menos conhecimentos sobre um assunto beneficiam mais de um documento multimédia do que os que já possuem bastantes conhecimentos.

As metodologias multimédia têm sido aplicadas na educação e alguns estudos, como o de Fiscarelli et al. (2009) referem que o material multimédia se apresenta como uma alternativa bastante promissora para o ensino das ciências, pelas suas qualidades de facilitação na demonstração de processos, a visualização temporal de um dado fenómeno, a visualização de fenómenos raros, complexos ou perigosos e também no auxílio da capacidade de abstração do aluno.

A Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia apresenta-se assim para muitos autores como um referencial bastante privilegiado para compreender o porquê do impacto positivo das metodologias multimédia.

## CAPÍTULO 3: O 3D VIRTUAL

No capítulo anterior foi mostrada a importância da visualização em ciência bem como as teorias cognitivas que a podem potenciar. Porém, o suporte também condiciona os *media* visuais: o suporte escrito / impresso suporta somente o 2D, por outro lado, o suporte digital / tecnologia permite 3D e a sua manipulação em contexto escolar ou outro..

### 3.1 VANTAGENS DO 3D NA EDUCAÇÃO

Ultimamente têm sido publicados um número relativamente considerável de estudos sobre utilização de ambientes 3D no processo de ensino-aprendizagem. Num estudo divulgado pelo Journal of Science Education and Technology, de setembro de 2002, foi usado um sistema solar virtual tridimensional e interativo, manipulado por intermédio do computador, o que proporcionou uma melhor compreensão de alguns conceitos relacionados com astronomia. Além disso, o facto de um modelo em 3D interativo possibilitar a visão de um ou mais objetos em várias perspetivas despertou bastante a atenção desses alunos (Keating 2002).

Alguns estudos mais recentes, como o de Korakakis et al. (2009) concluíram que aplicações interativas com animação 3D fazem aumentar os níveis de interesse dos alunos pelas temáticas em estudo e tornam essas aplicações mais atrativas. Por outro lado, estes autores também verificaram que a utilização de ambientes interativos 3D, combinados com narração no processo de ensino - aprendizagem de conceitos científicos, aumenta a eficiência deste processo (Korakakis et al., 2011). Este estudo pode significar que o próprio papel do professor, enquanto “narrador” de uma experiência de manipulação de um modelo 3D deve ser tida em conta para aumentar o sucesso do ambiente enquanto ferramenta educativa. Uma investigação feita por Huk et al., (2010) permitiu também concluir que em condições estritamente controladas pela presença de um formato de representação 3D aumentam o nível de compreensão dos alunos no estudo de um determinado tema das ciências da vida.

Outros autores procuraram conhecer o impacto educativo do 3D “*stereo*” tão popularizado atualmente no cinema pela tecnologia estereoscópica dos óculos 3D. Segundo um estudo publicado em 2011 no âmbito do ensino de conteúdos científicos

feito pela *International Research Agency* que procurou conhecer o impacto da utilização de projetores 3D num universo de 740 estudantes, verificou-se que os resultados melhoraram em 86 por cento dos alunos. Por outro lado, nas salas de aula onde os professores utilizam métodos tradicionais, apenas 52 por cento dos alunos alcançou melhores resultados. Uma outra conclusão do mesmo autor o aumento dos níveis de concentração e de participação dos alunos nas salas com visualização 3D (Bamford, 2011).

As representações em 2D podem ser demasiado simples porque retiram informação relevante, produzem representações mentais incorretas do ponto de vista científico, pelo que existem vantagens ao oferecer ao aluno um modelo em 3D mais próximo da sua realidade. O 3D pode produzir uma maior confiança quanto à sua fidelidade como a realidade, dado que permite múltiplas perspetivas e maior detalhe dos objetos. A forma como se representa a informação (codificação) afeta a forma como percebemos (perceção) a mesma, pelo que o 3D oferece uma grande hipótese de ser um *media* privilegiado a usar no ensino da anatomia, (razão pela qual foi hipótese de estudo neste trabalho)

### 3.2 2D vs 3D

As imagens pictóricas impressas e em 2D, para visualização de conceitos científicos, já são utilizadas nos livros didáticos há bastante tempo. Os materiais pedagógicos clássicos, como o manual escolar (versão impressa ou, mais recentemente, versão digital), são suporte apenas para dois tipos de *media*, texto e imagem (2D).

Para se dar uma noção mais realista do aspeto de um órgão num suporte impresso (2D), representa-se o órgão sob várias perspetivas, como o exemplo apresentado na figura 4. Todavia, neste exemplo, é necessário ter-se um conjunto de duas ou mais imagens para que o aluno consiga construir uma representação mental do “todo”, o que exigirá do aluno um aumento de carga cognitiva.



**Figura 4 – Representação da omoplata de frente, lateral e trás (Giordano, 2011, p.29).**

Os materiais tecnológicos, permitem novas formas de representação das imagens em computador e a possibilidade de representação da realidade por meio de um ambiente 3D. Uma das maiores preocupações dos programadores deste tipo de ambientes é a produção de modelos 3D virtuais interativos altamente manipuláveis aos quais se possam associar outros conteúdos.

A forma como se manipula o 3D está altamente dependente do nível da interação da aplicação. Por exemplo, existem aplicações que conseguem dar uma “*sensação de ambiente 3D*” permitindo ver, em sequência, algumas fotos de um objeto em perspectivas ligeiramente diferentes. Estas aplicações tentam simular o 3D oferecendo ao utilizador elementos na interface, como botões de rotação ou ampliação, que simulam as ações de manipulação de um modelo 3D. O exemplo na figura 5 mostra uma sequência de duas fotos de um modelo humano virtual que são acedidas por interação com um botão que, transitando de uma foto para a outra, dá ao utilizador uma sensação de rotação do corpo. Porém, esta sequência de imagens dá ao objeto somente uma sensação aparente de 3D, informalmente designada de pseudo-3D. Também se pode conseguir este efeito nos materiais impressos, com a já referida sequência de fotos de um modelo em perspectivas ligeiramente diferentes, porém o nível de interação é inexistente.

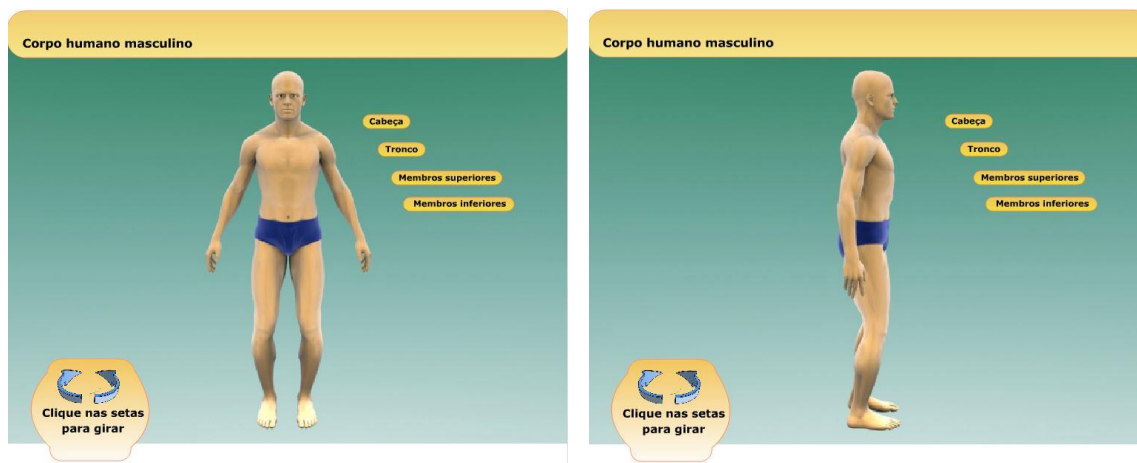


Figura 5 - Simulação do 3D através de várias fotos 2D (Portal do Professor, 2008).

Presentemente, e ultrapassadas algumas exigências a nível do *hardware* (o 3D requer computadores dotados de placas gráficas de elevado desempenho), algumas aplicações já apresentam os objetos com um nível de detalhe bastante pormenorizado e conseguem representar a realidade de uma forma bastante credível. Oferecem ao utilizador funcionalidades que permitem interagir (“*gerir*”) com modelos 3D de uma forma interativa como mudança de escala, mudança de perspetiva, aplicação de transparências, entre outras.

Isto sugere que dependendo do sólido 3D em análise se podem ter diferentes funcionalidades de manipulação para o objetivo em questão. Até para manipulação do corpo humano, enquanto objeto virtual 3D, podemos pensar em formas diferentes de o manipular consoante o tipo de interesse (um médico, um professor ou um aluno num cenário de aprendizagem). Fino (2003) diz que manual escolar é um material pedagógico de grande valor. Porém, no contexto atual, deverá ser usado a par e em articulação com outros meios / recursos igualmente relevantes como, por exemplo a tecnologia aqui apresentada.

Portanto, para ensinar de um modo mais fidedigno a forma de um objeto (como um órgão do corpo humano) pode-se utilizar o 3D virtual interativo que se perspetiva como uma ferramenta eficaz pois evita a necessidade de várias representações (imagens) do objeto em causa em perspetivas diferentes. Mayer (2003) alerta para o facto das várias representações poderem provocar sobrecarga cognitiva no canal visual, pelo que o 3D pode trazer benefício ao nível da diminuição da carga cognitiva para construir uma representação mental desse objeto.



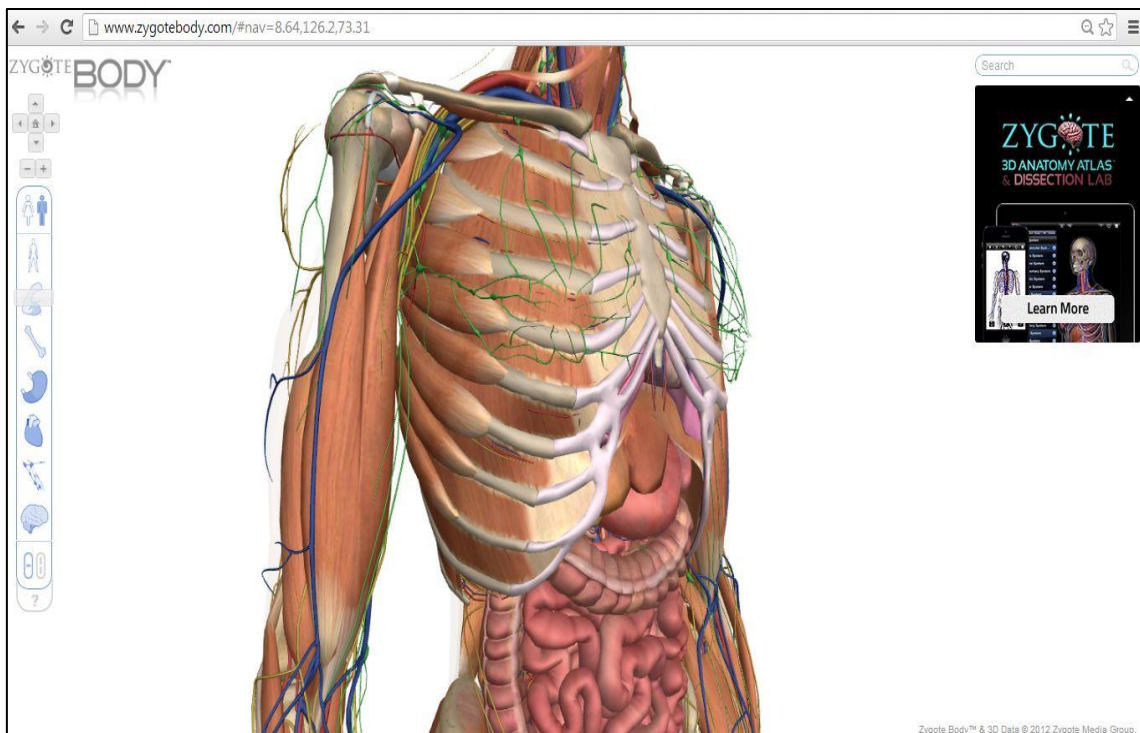
### 3.3 O CORPO HUMANO EM 3D: O CASO DO ZYGOTE BODY

O estudo do corpo humano pode ser feito com a utilização de aplicações que se assemelham a atlas digitais, que apresentam vantagens significativas em relação aos meios tradicionais – atlas em papel - tais como: a possibilidade de interagir com o modelo e um maior realismo das estruturas anatómicas (Vidal, 2011).

Por outro lado apresentam um conjunto de recursos e funcionalidades que permitem uma utilização mais proveitosa e agradável por parte do utilizador, tais como: o recurso a imagens tridimensionais bem definidas, uma *interface* bastante intuitiva, aplicação de transparência nas estruturas, narração e textos informativos e noção de profundidade.

Para o ensino da anatomia, encontram-se disponíveis na *Internet* várias ferramentas que podem ser usadas para o ensino do corpo humano a três dimensões, tanto em versões livres como comerciais. Algumas, apresentam o conteúdo 3D interativo embutido em páginas *web html* que pode ser facilmente acedido através de um navegador web. Uma vez que a tecnologia 3D não faz parte do *standard* para a criação de páginas *web* - o *html* original (ou seja, os navegadores normalmente não conseguem representar este *media*) normalmente esta tecnologia requer a instalação de uma pequena aplicação visualizadora (*plugin*) para ver esse conteúdo. Outras ferramentas, são concebidas com linguagens mais recentes, como o *WebGL*. Deste conjunto de ferramentas, podemos destacar o *software* Visible Body, versão comercial e Zygote Body, versão livre.

O site que disponibiliza o Zygote Body pode ser acedido em <http://www.zygotebody.com/> e apresenta uma *interface* bastante intuitiva permitindo uma utilização bastante aceitável por utilizadores inexperientes. A figura 6 apresenta um *frame* geral deste programa.



**Figura 6 – Frame do Zygote Body browser.**

Kelc (2012) e Perry (2012) estudaram as potencialidade deste programa no âmbito do ensino da anatomia e esclarece que a utilização pedagógica desta ferramenta não levanta grandes dificuldades. Os professores conseguem manipular o modelo humano virtual 3D girando-o em diferentes direções com bastante facilidade como também conseguem encontrar muito facilmente as estruturas mais relevantes sobre as quais pretendem que os alunos focalizem a sua atenção. Blume et al. (2011) esclarecem que os programadores desta ferramenta tiveram o cuidado de evitar que a interação com o modelo provocasse desorientação espacial do seu utilizador. A manipulação do modelo 3D virtual pode ser realizada através das teclas do computador assim como dos botões e ponteiro do rato.

As figuras 7 e 8 pretendem mostrar um exemplo da vantagem da visualização de um órgão do corpo (diafragma) em 3D no Zygote Body comparando com uma representação 2D de um manual.

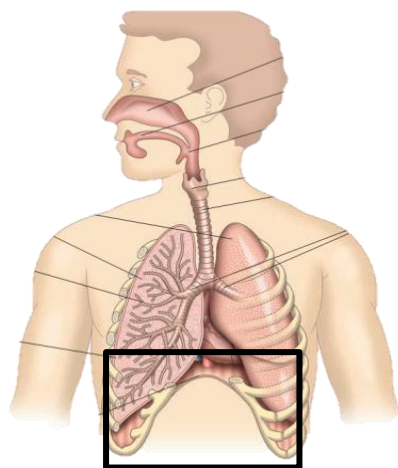


Figura 7 -Representação do diafragma num manual (Campos & Delgado, 2008, p. 149).

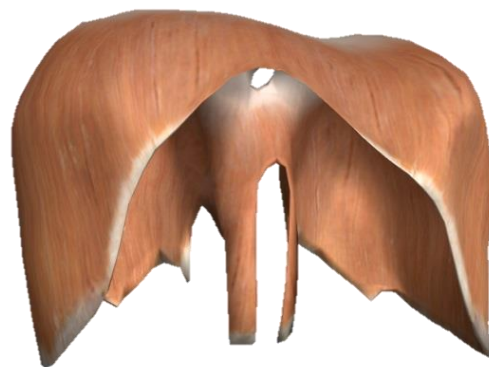


Figura 8 - Representação do diafragma em 3D permitida pelo Zygote Body.

Os programas que apresentam informação mais ou menos complexa devem apresentar mecanismos para gerir essa mesma informação de modo a proporcionar ao utilizador poder e controlo sobre o conteúdo e a possibilidade de navegar ao ritmo desejado. Os programadores do Zygote Body desenvolveram uma *interface* que permite, por um lado, manipular uma câmara (**mudar de perspetiva**) em redor do eixo central do modelo virtual (eixo X, Y ou Z) e, por outro, a possibilidade de interação com todo o corpo ou com apenas com alguns órgãos do mesmo. Também permite aumentar ou diminuir o **fator de escala** (zoom) destes órgãos assim como a transparência dos mesmos. Os botões que permitem este tipo de interação estão representados na figura 9.

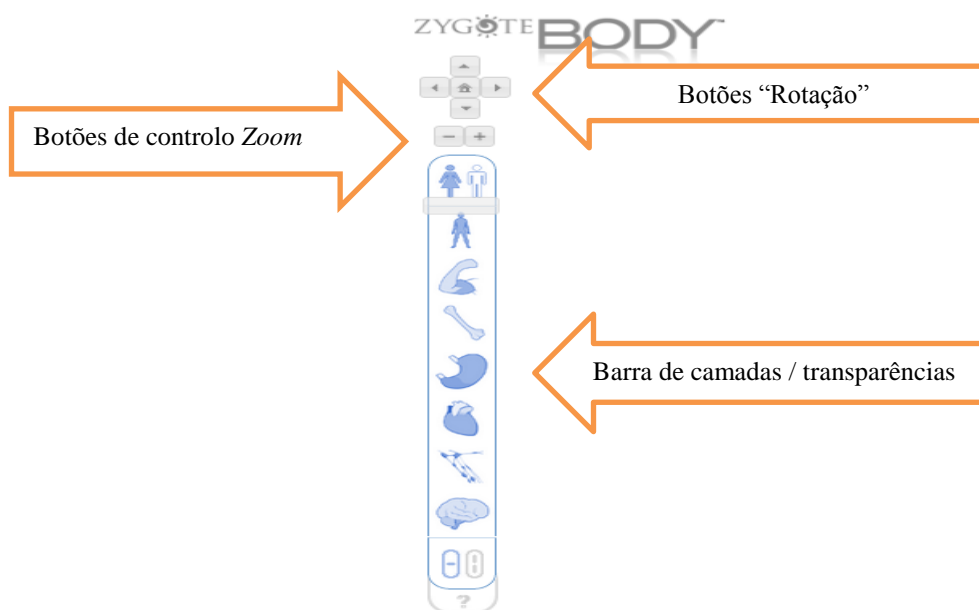


Figura 9 – Recursos de interação com o modelo 3D

O manuseamento da barra de camadas / transparências permite que o utilizador percorra várias das camadas do corpo (por exemplo, desde a pele até ao sistema nervoso, como mostra a figura 9) tornando as camadas mais exteriores transparentes. É possível controlar individualmente a transparência de cada camada, permitindo deixar camadas exteriores visíveis caso o professor entenda que há pertinência pedagógica. O programa também é flexível ao ponto da ferramenta de transparência de camadas não apagar um determinado órgão dessa camada que se quer destacar.

Permite também identificar o nome de qualquer órgão do corpo, bastando para isso seleccionar essa estrutura, assim como “fixar” qualquer órgão do corpo (destacá-lo, tornando-o “insensível” a edições) no ecrã, de modo a que se possa focalizar a atenção nesse mesmo órgão. Também pode ser usada uma barra de pesquisa rápida para procurar uma estrutura e automaticamente o programa mostra a estrutura desejada no centro do ecrã. As ferramentas oferecidas permitem simular a animação do modelo virtual, de acordo com um determinado objetivo pretendido pelo professor. Por exemplo, quando se procede a uma rotação de um determinado órgão ou quando se faz aumento ou diminuição progressiva de escala.

Para usar adequadamente a manipulação 3D possibilitada por este programa, o computador precisa de ter uma placa gráfica de elevado desempenho e acesso à *Internet* através de banda larga. O programa funciona totalmente *Online*, mas apenas os navegadores (*browsers*) que suportam a tecnologia de aceleração *WebGl* suportam este serviço. Atualmente a grande maioria dos *browsers* disponíveis já suportam esta funcionalidade. A figura 10 apresenta algumas potencialidades deste programa.

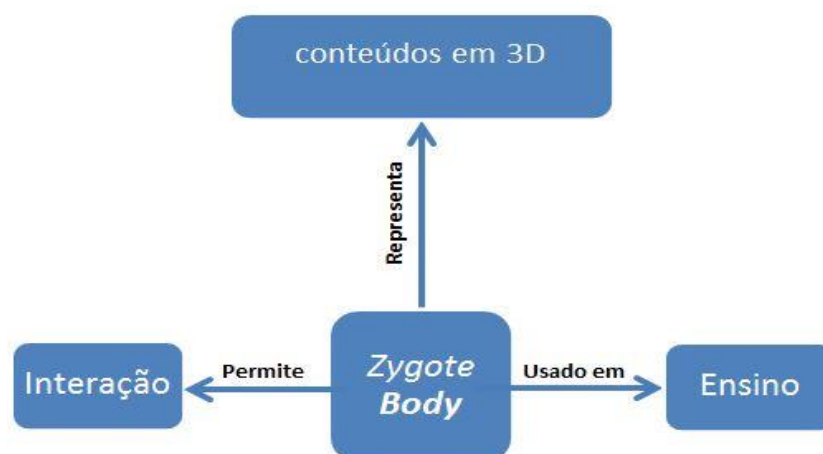


Figura 10 – Potencialidades do programa.

O Zygote Body usado como ferramenta de apoio à aprendizagem configura um contributo bastante importante para a categoria de “*Open Educational Resources*” (OER). Termo adotado pela primeira vez pela UNESCO em 2002 para referir as tecnologias que têm como objetivo proporcionar acesso livre de recursos educacionais à escala global.



## CAPÍTULO 4: DESENHO DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

### 4.1 ABORDAGEM CURRICULAR

A elaboração da proposta didática foi guiada pelas Orientações Curriculares do Departamento de Educação Básica do Ministério da Educação para a disciplina de Ciências Físicas e Naturais do terceiro ciclo de ensino básico.

O conteúdo escolhido foi o organismo humano em equilíbrio – sistemas neuro-hormonal, cardiorrespiratório, digestivo e excretor em interação. Dentro deste subtema o professor escolheu o sistema digestivo e respiratório para dar cumprimento aos objetivos desta investigação. Os autores do documento acima citado salientam que os alunos devem reconhecer o corpo humano como um sistema organizado segundo uma hierarquia de níveis. Para isso, aconselham a exploração de representações do interior do corpo humano (em CD-rom, ou em modelo tridimensional), para que os alunos identifiquem a posição relativa de diversos órgãos e tecidos. Também é referido que, mais do que conhecer os diferentes sistemas isoladamente, os alunos devem compreender as suas interações, compreendendo o funcionamento dos sistemas de um modo integrado, complementando, ao mesmo tempo, conhecimentos adquiridos no 2º ciclo. As orientações salientam também que as experiências educativas devem incluir o uso de linguagem científica adequada, mediante a interpretação de fontes de informação diversas com distinção entre o essencial e o acessório e a utilização de modos diferentes de representar essa informação (Ministério da Educação, 2001). Nesta proposta didática tentou-se manter as vantagens dos *media* tradicionais de aprendizagem, introduzindo-se os benefícios da visualização e interação 3D.

### 4.2 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Participaram neste estudo duas turmas do nono ano do 3º ciclo do ensino básico do Externato Cooperativo da Benedita, localizado no concelho de Alcobaça, sendo cada uma delas constituída por 19 alunos, perfazendo um total de 38 alunos participantes. A opção pela escola e ano de escolaridade justifica-se pelo facto do professor investigador se encontrar a lecionar nesta instituição. Além disso, as potencialidades do Zygote Body são pertinentes para o ensino do currículo do 9º ano, daí se justifica a escolha deste nível de ensino.

Tendo em conta os inquéritos de caracterização socioeconómica realizados pelos Diretores de Turma e o levantamento da avaliação do final do 2º período feito pelo professor investigador, verificou-se que as turmas apresentam bastantes semelhanças a nível etário (média etária semelhante 14, 15 anos), socioeconómico e resultados académicos. Todos os alunos têm acesso a um computador pessoal em casa e a grande maioria tem também acesso à Internet. Todos têm conta de *email* e utilizam com frequência a plataforma *moodle* da escola e frequentam a disciplina de Tecnologias da Informação e Comunicação.

Uma vez que foi implementada uma ferramenta de manipulação 3D nesta investigação julgou-se pertinente saber se os alunos se já tinham manipulado modelos virtuais 3D<sup>1</sup>. Nesse sentido questionou-se os alunos para saber se já tinham jogado jogos de computador em 3D e em caso afirmativo, qual a frequência com que o faziam. Os dados estão apresentados nas figuras 11 e 12.

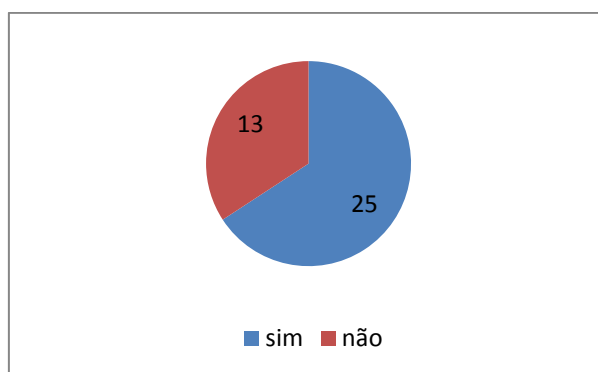


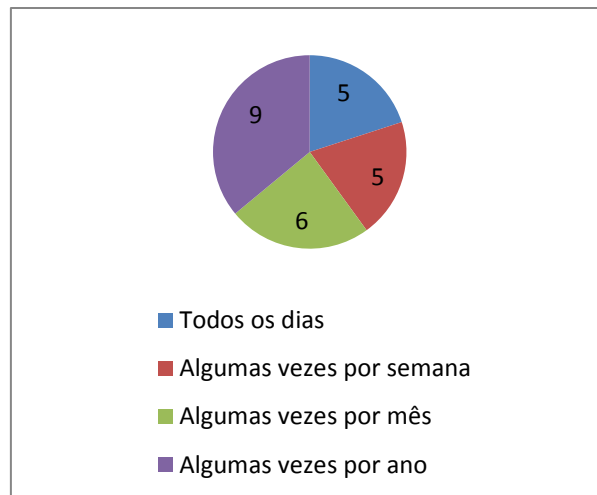
Figura 11 - Alunos que já jogaram jogos de computador em 3D.

Os dados da figura mostram que 25 alunos, a maioria, afirma já ter usado o computador para jogar em 3D.

---

<sup>1</sup> Este questionário foi feito como forma de caracterizar a amostra do estudo de caso, conhecendo-a melhor, e foi relativamente informal. Assim, neste trabalho, optou-se por referí-la aqui no capítulo do projeto de intervenção e não no da Apresentação e Análise de dados.





**Figura 12 – Frequência com que os alunos jogam jogos de computador em 3D.**

Os dados da figura mostram que 5 alunos afirmam usar o computador para jogar em 3D todos os dias, 5 afirmam jogar algumas vezes por semana, 6 algumas vezes por mês e 9 algumas vezes por ano. Os resultados apresentados sugerem que pelo menos alguns alunos poderão ter competências de manipulação em 3D.

#### 4.3 APLICAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA

A implementação das atividades da proposta didática decorreu no mês de maio do ano letivo 2011-2012, no laboratório de Biologia e Geologia da escola que está equipado com projetor multimédia e ecrã. Participaram nesta investigação as turmas G e F do 9º ano de escolaridade com 19 alunos cada. No horário de cada uma das turmas está contemplado o desdobramento da disciplina de Ciências Naturais em dois turnos de 90 minutos. Deste modo, o professor trabalhou com dois turnos de 10 alunos e outros dois de 9 alunos, perfazendo um total de 4 turnos. As turmas têm aulas de Ciências Naturais às terças-feiras e quintas-feiras: o turno 1 inicia a aula às 8:20h e o turno 2 às 10:10h, havendo um intervalo de 20 minutos entre os dois grupos. Uma vez que os turnos são formados por pequenos grupos de alunos (9, 10 alunos) as condições de visualização na sala são bastante aceitáveis dado que o grupo está relativamente próximo do ecrã para visualizar os conteúdos. O facto de trabalhar com grupos pequenos foi determinante na escolha da metodologia seguida uma vez que proporcionam um ensino mais individualizado e o professor pode observar mais facilmente as atitudes e sensibilidades dos alunos durante a implementação da proposta didática.

O acesso à *internet* foi assegurado pela rede *wireless* disponível na escola. Apesar da escola disponibilizar computadores portáteis para professores e alunos, estes não têm as configurações de *hardware* exigidas por um programa de manipulação 3D, deste modo o professor optou pela utilização do seu computador pessoal.

A metodologia de ensino adotada, uma abordagem mais centrada no professor de forma a operacionalizar os aspetos da Teoria Cognitiva Multimédia, decorreu também das limitações inerentes ao contexto. Por um lado, os computadores portáteis disponíveis para os alunos acederem ao programa não apresentam as características adequadas ao nível de rapidez de processamento de informação gráfica e, por outro, os computadores disponíveis nas salas de informática apresentam a velocidade de acesso à *internet* muito limitada quando ligados ao mesmo tempo além de não deterem as configurações de *hardware* adequadas para correr o programa.

Foi ainda tido em conta que o *software* a usar é do tipo generalista, (“ambiente aberto”), não tendo sido desenhado designadamente para fins educacionais nem para nenhum currículo específico na área das Ciências Naturais, permitindo um vasto leque de opções metodológicas e formas de exploração. Alessi e Trollip (2001) alegam que estes ambientes apresentam um grande potencial para motivar os alunos e promover o conhecimento aprofundado dos assuntos para que foram concebidos. Contudo, como não foram desenhados de raiz para serem usados em situações de ensino - aprendizagem, além de exigirem que os alunos tenham alguns pré-requisitos, literacia digital, e conhecimentos prévios, requerem um ambiente de aprendizagem bem concebido e apoiado pelo professor. Breisinger (2006) refere ainda que, no caso particular de ambientes 3D, de forma a evitar uma carga cognitiva elevada, o conhecimento deve ser muito bem estruturado e apresentado pelo professor, nomeadamente no que diz respeito a orientação e *feedback*.

As razões anteriormente apontadas levaram a que o professor decidisse controlar o processo, tendo optado por utilizar o programa de manipulação 3D em sala de aula de acordo com uma metodologia de exposição-interrogação, de forma a garantir que as mais-valias apontadas por Richard Mayer pudessem ser potenciadas na sala de aula, para que pudessem ser medidas mais tarde. Para obter o maior *feedback* dos alunos, o professor assumiu um papel de gestor / facilitador das aprendizagens visando a transmissão de informação, colocando questões aos alunos e fomentando a discussão

dos assuntos, a participação e o envolvimento dos alunos na aquisição e compreensão dos conteúdos.

#### 4.4 ORGANIZAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA

Cada sessão foi delineada de modo a compreender dois momentos distintos. Primeiro o professor lecionou os conteúdos usando a visualização das imagens representadas em 2D disponíveis no manual impresso ou em formato digital ao mesmo tempo que ia explicando a anatomia dos sistemas e órgãos do mesmo, bem como registrando as principais dificuldades sentidas pelos alunos. Nesta abordagem, o professor centralizou-se nos tópicos da anatomia que, segundo a sua experiência, os alunos têm revelado mais dificuldades em compreender e assimilar, nomeadamente a posição relativa entre o esófago e traqueia, localização relativa do pâncreas, forma do intestino delgado, forma do fígado e forma do diafragma.

Seguidamente, tendo em conta as dificuldades sentidas, o professor usou a manipulação 3D permitida pelo programa para explicar os conceitos que os alunos consideram mais difíceis de compreender na primeira abordagem. A figura 13 mostra a sequência da proposta didática.

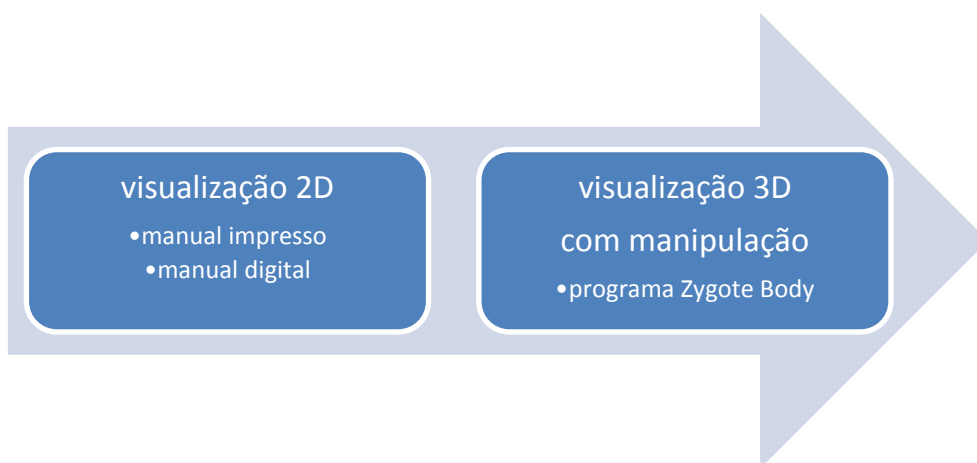


Figura 13 - Sequência da proposta didática

#### 4.5 ORGANIZAÇÃO DOS CONTEÚDOS E METODOLOGIAS

As situações de aprendizagem contemplaram aulas com uma duração de 90 minutos em cada turma (turno 1 e turno 2) perfazendo um total de 8 sessões, tendo sido abordados sequencialmente os seguintes conteúdos programáticos:

- Sistema neuro-hormonal, cardiorrespiratório, digestivo e excretor em interação.
- Sistema digestivo.
- Sistema respiratório.

Na abordagem pedagógica aos conteúdos programáticos com apoio do Zygote Body as mais-valias da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia foram potenciadas do modo seguinte:

**i)** O professor apresentou o conteúdo como complemento da informação visual permitida pela manipulação do *software*. A narração do conteúdo programático tem como finalidade orientar os alunos para os aspetos essenciais do mesmo, contextualizando-o e dar informações sobre os objetos apresentados, conforme também foi salientado pelos estudos atrás apontados.

**ii)** Uma vez que o 3D interativo virtual é complexo, é importante priorizar as informações relevantes para o tópico em questão, reduzindo a carga cognitiva. Assim, a informação relevante (que deve estar destacada) deve ser separada da não relevante (que deve ficar escondida). O facto do Zygote Body permitir a transparência / esbatimento dos objetos que não estão relacionados com o conteúdo permite diminuir o volume de informação oferecida ao aluno evitando a sobrecarga de um dos canais (visual).

**iii)** A qualidade *semi-realista* do modelo 3D pode também contribuir a reduzir a carga cognitiva pois devido à sua semelhança com o objeto real que retrata exige menor esforço de processamento para o seu reconhecimento.

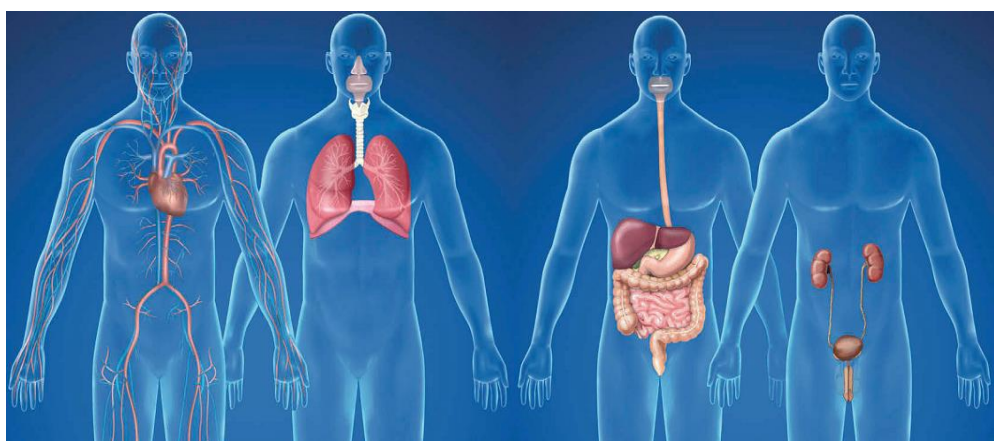
**iv)** O 3D virtual interativo evita a necessidade de várias representações dos órgãos do corpo em diferentes perspetivas (através de um grupo de imagens 2D) pelo que pode trazer benefício ao nível da diminuição da carga cognitiva para construir uma representação mental do mesmo.

Deste modo, estas vantagens foram usadas no processo de intervenção pedagógica.

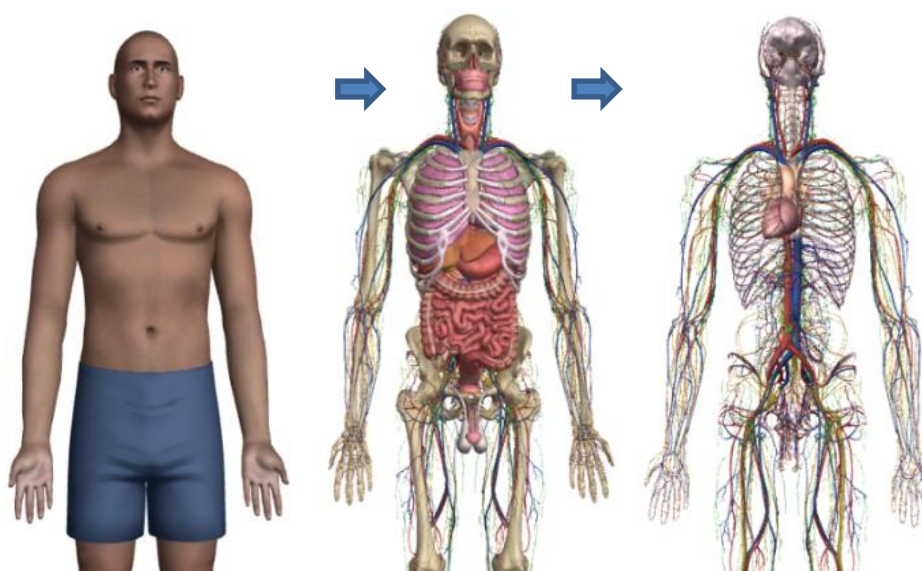
As tabelas seguintes (tabelas 1, 2, 3, 4, 5 e 6) descrevem para cada objetivo de ensino a técnica de abordagem usada pelo professor. São acompanhadas por imagens que, por limitações de espaço, são referenciadas e apresentadas imediatamente a seguir às tabelas.

**Tabela 1 - Sistema neuro-hormonal, cardiorrespiratório, digestivo e excretor em interação.**

Objetivo	Visualização 2D	Visualização 3D
Compreender a interligação entre todos os sistemas do corpo.	Análise das figuras disponíveis no manual (versão impressa e digital) que mostram imagens de vários sistemas do organismo visto de frente. Ver imagens representadas na <b>figura 14</b> .	Aplicação da transparência às várias camadas do corpo permitindo uma visão sucessiva por camadas desde a pele até aos nervos e veias. Ver imagem representada na <b>figura 15</b> .



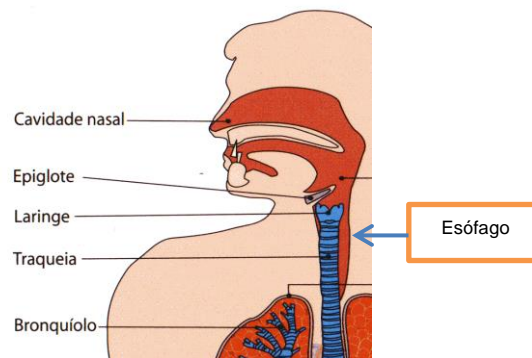
**Figura 14- Representação 2D dos diferentes sistemas do corpo humano.**



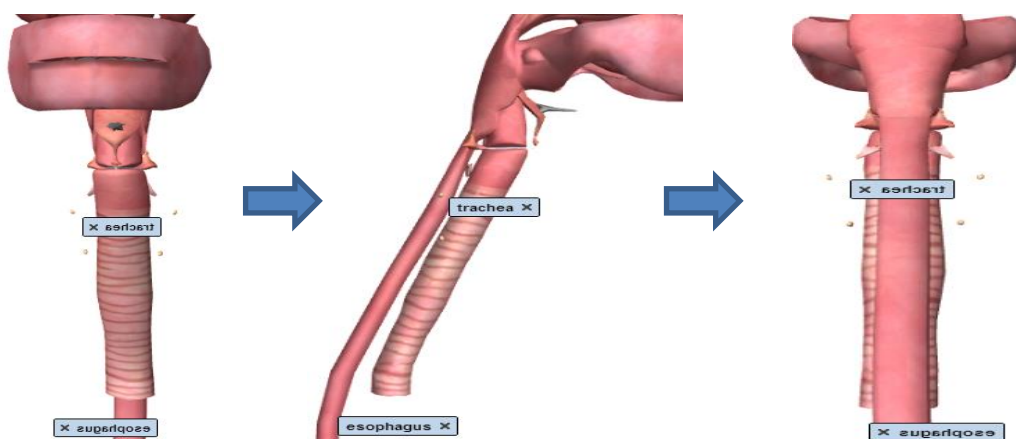
**Figura 15 - Representação 3D no Zygote Body dos diferentes sistemas do corpo humano.**

**Tabela 2 – Sistema digestivo (relação esôfago / traqueia).**

Objetivo	Visualização 2D	Visualização 3D
Compreender a posição relativa entre o esôfago e traqueia.	Análise das figuras disponíveis no manual (versão impressa e digital) que mostram uma imagem do corpo visto de frente onde estes órgãos aparecem sobrepostos. Ver imagem representada na <b>figura 16</b> .	Apresentação dos órgãos do sistema digestivo e respiratório e aplicação de rotação, de modo a que possam ser observados em várias perspectivas. Ver imagens representadas na <b>figura 17</b> .



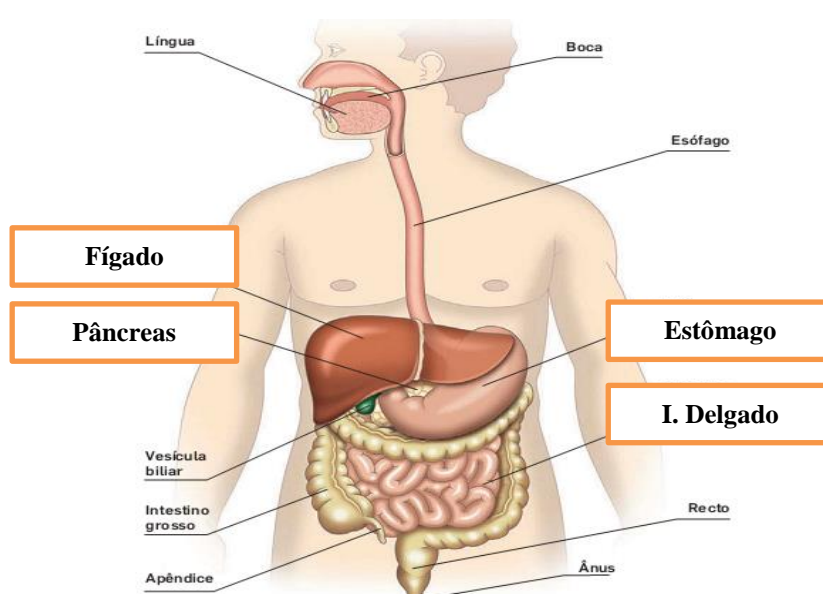
**Figura 16 - Representação 2D da traqueia / esôfago.**



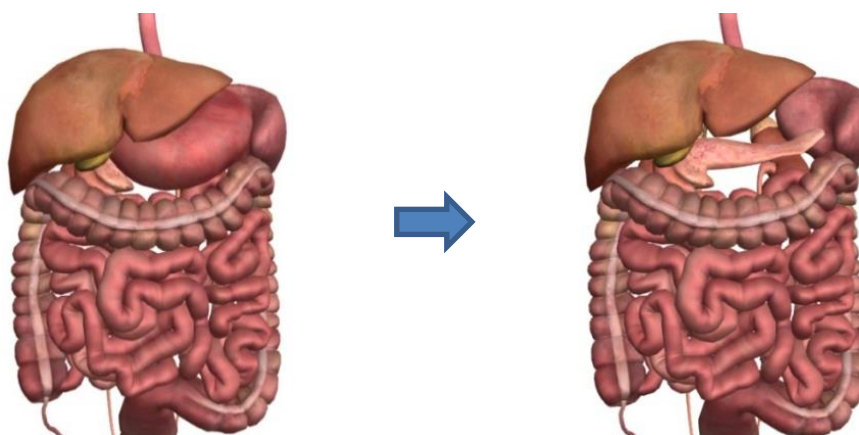
**Figura 17 - Representação 3D da traqueia / esôfago com animação através de rotação.**

**Tabela 3 – Sistema digestivo (posição do pâncreas).**

Objetivo	Visualização 2D	Visualização 3D
Conhecer o posicionamento relativo do pâncreas.	Análise das figuras disponíveis no manual (versão impressa e digital) que mostra uma parte do pâncreas entre o estômago e o fígado. Ver imagem representada na <b>figura 18</b> .	Aplicação de transparência total ao estômago de modo a que o pâncreas possa ser observado na sua totalidade por trás do estômago, seguido de ampliação. Ver imagens representada na <b>figura 19</b> .



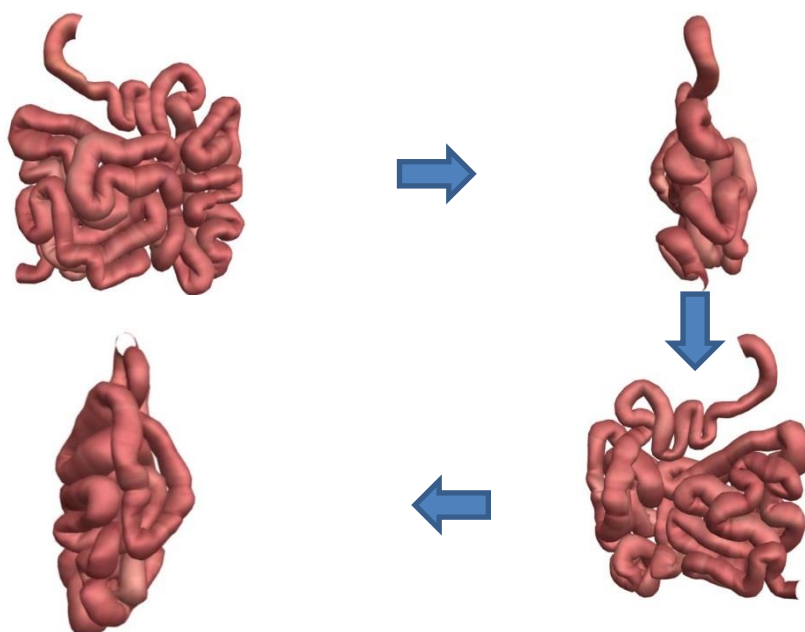
**Figura 18 - Representação 2D do sistema digestivo (Campos & Delgado, 2008, p. 167).**



**Figura 19 - Representação 3D do Zygote Body com transparência total do estômago.**

**Tabela 4 - Sistema digestivo (forma do intestino delgado).**

Objetivo	Visualização 2D	Visualização 3D
Conhecer a forma do intestino delgado.	Análise das figuras disponíveis no manual (versão impressa e digital) que apresentam este órgão dobrado, limitado pelo intestino grosso. Ver imagem representada na <b><u>figura 18 (página 35)</u></b> .	Aplicação de transparência total a todo o corpo exceto o intestino delgado, seguido de ampliação e de rotação, de modo a que possa ser observado em várias perspectivas. Ver imagens representada na <b>figura 20</b> .

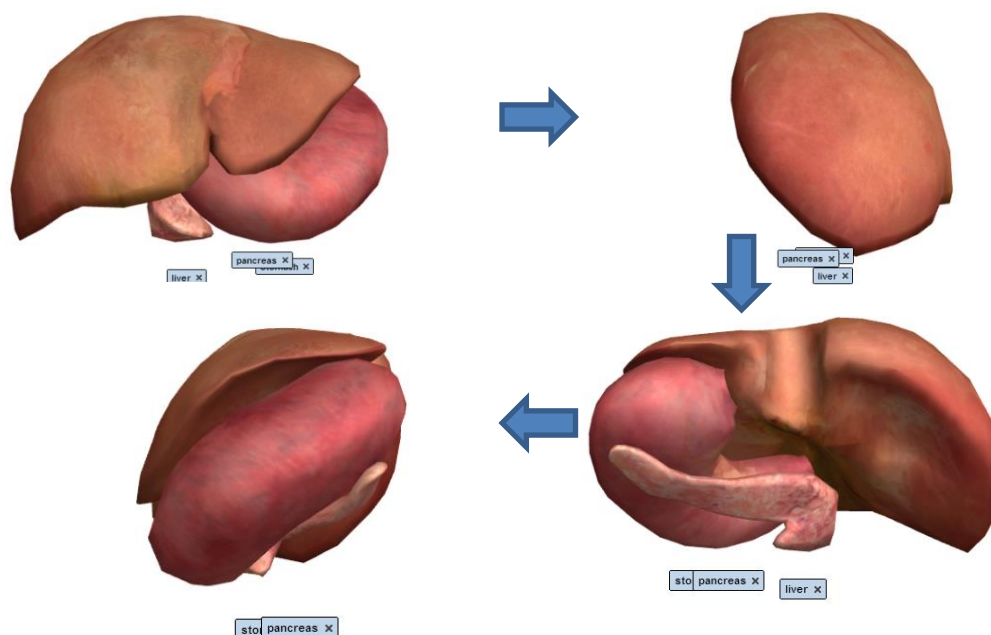


**Figura 20 - Representação 3D do intestino delgado com animação através de rotação.**



**Tabela 5 - Sistema digestivo (posição relativa).**

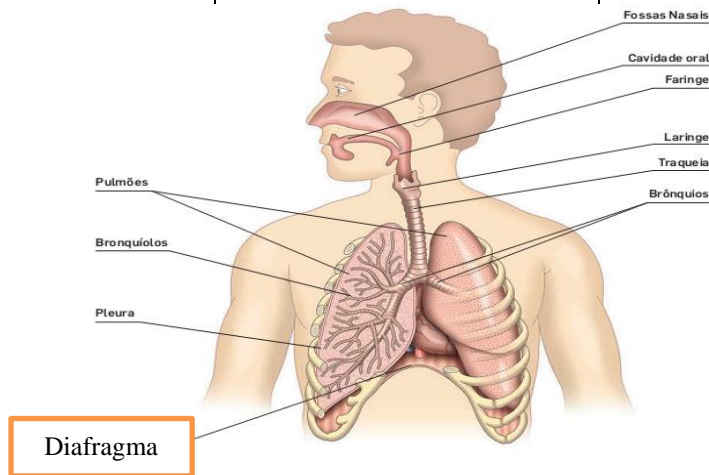
Objetivo	Visualização 2D	Visualização 3D
Conhecer a posição relativa entre fígado, pâncreas e estômago.	Análise das figuras disponíveis no manual (versão impressa e digital). Ver imagem representada na <b>figura 18 (página 35)</b> .	Aplicação de transparência total a todo o corpo exceto aos órgãos em estudo seguido, de ampliação e de rotação, de modo a que possam ser observados em várias perspectivas. Ver imagens representadas na <b>figura 21</b> .



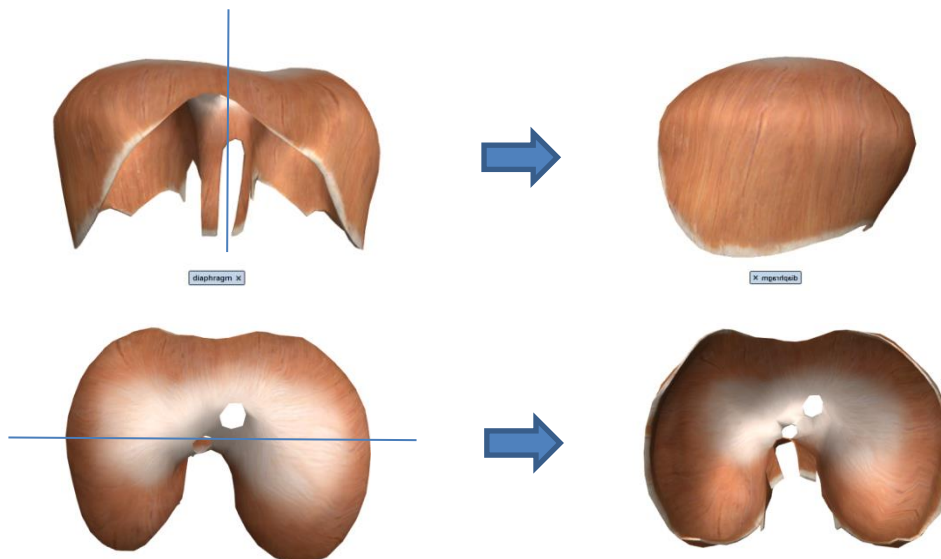
**Figura 21 - Representação 3D do fígado, pâncreas e estômago com animação através de rotação.**

**Tabela 6 - Sistema respiratório (diafragma).**

Objetivo	Visualização 2D	Visualização 3D
Conhecer a forma do diafragma.	Análise das figuras disponíveis no manual (versão impressa e digital). Ver imagem representada na <b>figura 22</b> .	Aplicação de transparência a todo o corpo exceto ao diafragma, seguido de ampliação e movimento de rotação segundo vários eixos, de modo a que possa ser observado em todas as perspectivas. Ver imagens representada na <b>figura 23</b> .



**Figura 22 - Representação 2D do diafragma (Campos & Delgado, 2008, p. 149).**



**Figura 23 - Representação 3D do diafragma com animação através de rotação em dois eixos diferentes.**

## CAPÍTULO 5: METODOLOGIA

### 5.1 OBJETIVOS DO TRABALHO

Nesta investigação, procurou-se aplicar em contexto de sala de aula o ensino do corpo humano com o Zygote Body, uma ferramenta de exploração do corpo humano que privilegia a modelação 3D (modelos tridimensionais dos órgãos e sistemas do corpo humano) e verificar, à luz da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia de Richard Mayer, se o 3D enquanto *media* pode contribuir, na perspetiva dos alunos, para melhorar o processo de ensino / aprendizagem em relação a uma metodologia tradicional, substancialmente apoiada na interpretação / exploração de representações de imagens, figuras e esquemas 2D do manual do aluno, versão impressa ou digital. Após a aplicação das situações de aprendizagem serão avaliadas as atitudes e opiniões dos alunos sobre o trabalho realizado durante a implementação da unidade. Esta foi a questão de investigação deste trabalho.

Assim definiram-se os seguintes objetivos de investigação:

#### **Objetivo geral:**

Identificar as vantagens e desvantagens pedagógicas do 3D digital, enquanto *media*, no ensino do corpo humano.

#### **Objetivos específicos:**

- i) Avaliar as vantagens pedagógicas da manipulação 3D do Zygote Body.
- ii) Conhecer o papel do professor no uso do Zygote Body, enquanto *software* interativo e aberto.

### 5.2 FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA

Este estudo é uma investigação sobre a própria prática dado que se trata de um assunto que emergiu do quotidiano da prática profissional, no qual o professor assume um papel importante como observador. Com a prática docente, os professores enfrentam

problemas que tentam suplantar, pelo que sentem necessidade de investigar a sua prática com objetivo de resolução de problemas profissionais, aumentando o conhecimento relativo destes problemas, contribuindo para a resolução dos mesmos (Ponte, 1999).

Assim, tendo em conta o seu objetivo e o período de tempo disponível para sua concretização, a opção tomada para este estudo recaiu num estudo de caso. O Estudo de Caso consiste na “*observação detalhada de um contexto, ou indivíduo, de uma única fonte de documentos ou de um acontecimento específico*” (Merriam, 1988 citado por Bogdan & Biklen, 1994, p.89) Na mesma linha de opinião, Coutinho (2011) refere que o estudo de caso é um método de investigação que envolve o estudo intensivo de uma entidade, como por exemplo: um indivíduo, um grupo, uma comunidade ou um país entre outros.

Bogdan & Biklen (1994) comparam o plano geral do estudo de caso a um funil, na medida em que os investigadores vão passando de uma fase de investigação alargada para outra mais restrita. No início começam por procurar o seu objeto de estudo (locais ou pessoas) e avaliam o interesse do que têm em campo para concretizarem os seus objetivos. Procuram formas de como proceder e ver qual a possibilidade de realização do estudo. Recolhem dados, analisam-nos e vão tomando decisões sobre o objetivo do estudo. Seleccionam os aspetos que vão aprofundar mais. À medida que o estudo vai decorrendo vão tomando decisões sobre os aspetos específicos a estudar.

Segundo Yin (1994) citado por Coutinho (2011) o estudo de caso é uma importante estratégia quando se procuram explicações de algum fenómeno (“como” ou “porquê”) e quando as questões implicam uma descrição ampla e profunda de algum fenómeno social, recorrendo a múltiplas fontes de dados. Punch (1998) citado por Coutinho (2011) afirma também que este tipo de investigação se baseia principalmente no trabalho de campo, onde o investigador estuda uma situação específica na sua realidade.

### 5.3 INSTRUMENTOS DE RECOLHA DE DADOS

Relativamente à recolha de dados neste estudo optou-se por fazer uso de instrumentos metodológicos de cariz quantitativo, do tipo inquéritos por questionário. Também se fez notas de campo, sendo estas de natureza qualitativa, através de observação. Conforme sugere Freixo (2010) devem ser salvaguardadas as condições éticas subjacentes a uma investigação deste tipo. Os intervenientes devem dar o seu consentimento para que o

investigador possa fazer o levantamento e tratamento de dados. Para o efeito foi solicitado ao diretor da escola, bem como aos encarregados de educação o pedido de autorização para que a investigação pudesse ser realizada (ANEXOS I e II).

## **Questionário**

Nesta investigação foi aplicado um questionário de opinião no final da unidade didática. De uma forma geral o objetivo dos questionários é recolher informação sobre indivíduos, atitudes, as crenças e intenções dos participantes. Um questionário “consiste em colocar a um conjunto de inquiridos, (...), uma série de perguntas relativas à sua situação social, profissional ou familiar, às suas opiniões, à sua atitude em relação a opções ou a questões humanas e sociais, às suas expectativas, ao seu nível de conhecimento ou de consciência de um acontecimento ou de um problema, ou ainda sobre qualquer outro ponto que interesse os investigadores” (Quivy & Campenhoudt, 2008, p 188). O inquérito por questionário é um instrumento de recolha de informação que segundo Pardal e Correia (1995) constitui a técnica de recolha de dados mais utilizada no âmbito da investigação em ciências sociais. É uma técnica adequada ao estudo de grandes conjuntos de indivíduos e garante, em princípio, o anonimato, condição necessária para a autenticidade das respostas, mas tem importantes limitações quanto ao grau de profundidade da informação recolhida.

Relativamente a outras técnicas apresenta a vantagem de poder ser dado uma grande amostra. Pode apresentar uma ou várias modalidades de questões: abertas, fechadas ou de escolha múltipla. Segundo Freixo (2010) quanto ao conteúdo podemos distinguir questões sobre factos e ainda questões de opinião (que se debruçam-se sobre a opiniões, atitudes e preferências), devendo o investigador assegurar que os sujeitos compreendem bem as questões e que estas permitam chegar à informação desejada.

O questionário individual (Anexo III), a ser aplicado em papel visou recolher opiniões e perceções dos participantes e é composto essencialmente por três conjuntos de questões: relacionadas com o novo *media* usado em aula, funcionalidades do programa Zygote Body e metodologia do professor. Antes de ser aplicado, no sentido de aferir se o questionário levantava dúvidas de interpretação, foi submetido a um pré-teste como sugere Freixo (2010) junto de dois alunos de cada turma. Foi assegurado que os alunos

compreenderam bem as questões, nomeadamente os termos mais específicos relacionados com o 3D e funcionalidades do programa.

### **Observação direta e participante (notas de campo)**

Segundo Tuckman (2000) na investigação qualitativa, a observação visa examinar o ambiente (contexto sala de aula) através de um esquema geral para nos orientar sendo o produto dessa observação é registado em notas de campo. A observação direta participante, permite a recolha de dados no contexto natural dos sujeitos e do objeto do estudo. No decorrer da investigação o observador deverá manter um certo distanciamento da realidade que analisa, observando e registando as situações discretamente e anonimamente sempre que possível (Bogdan & Biklen 1994).

Na opinião de Bogdan e Biklen (1994) as notas de campo sobre o que se ouve, o que se vê, e até o que se pensa, deverão ser retiradas no final da aula observada. Esta técnica apresenta uma dimensão descritiva, registando com a maior objetividade possível aquilo que foi observado e a reflexiva que contém comentários do investigador, apresentando os pontos de vista bem como a clarificação de alguns aspetos. O foco deste estudo centrou-se nos aspetos relacionados com as funcionalidades do programa, vantagens e desvantagens do 3D e atitudes dos alunos. As notas de campo foram redigidas após o término da aula para os alunos não sentirem que estavam a ser observados. O professor investigador gravou o ecrã do computador e a sua narração com um programa de captura de vídeo e áudio como complemento na redação das notas de campo. Depois, foi elaborado um resumo das notas de campo, tentando estruturar as atitudes e reações dos alunos, assim como as principais dificuldades levantadas. Estas foram essencialmente usadas como auxiliar de interpretação do questionário.

#### **5.3.1 ESTRUTURA DO QUESTIONÁRIO**

Foram essencialmente colocadas perguntas fechadas, com cinco opções de resposta, apesar de também se ter optado por algumas perguntas abertas. As perguntas fechadas foram elaboradas segundo uma escala de tipo Likert. Nas respostas a este tipo de questões os sujeitos exprimem a sua aprovação ou rejeição relativamente a uma afirmação sobre uma atitude, crença ou um juízo de valor, exprimindo as suas perceções acerca do objeto de estudo (Tuckman 2000). A estrutura do questionário, objetivos e

tipos de questões estão representados nas tabelas 7, 8 e 9. O questionário apresentado aos alunos encontra-se no Anexo III.

Tabela 7 - Objetivo: avaliar o 3D enquanto *media* – vantagens e desvantagens pedagógicas.

Tipo de questões	Questões
<b>Fechada</b> - Escala tipo Likert, de cinco pontos com extremos “discordo totalmente / concordo totalmente”	<b>Fidelidade:</b> É mais realista (oferece um modelo mais próximo da realidade). <b>Forma:</b> Ajudou-me a perceber melhor a forma de alguns órgãos do nosso corpo. <b>Posição relativa:</b> Ajudou-me a perceber melhor a posição relativa dos vários órgãos. <b>Vantagens:</b> Fez-me perceber melhor alguns conceitos.
<b>Aberta</b>	Quais as vantagens que encontras no uso do 3D em sala de aula? Quais as desvantagens que encontras no uso do 3D em sala de aula?

Tabela 8 - Objetivo: avaliar as funcionalidades do programa Zygote Body.

Tipo de questões	Questões
Fechada - Escala tipo Likert, de cinco pontos com extremos “discordo totalmente / concordo totalmente”	<b>Mudar de perspetiva (rotação):</b> Ajudou-me a conhecer melhor a forma de um órgão. Ajudou-me a conhecer melhor a posição relativa dos órgãos. <b>Aproximar/ afastar (zoom):</b> Ajudou-me a perceber melhor a forma de um dado órgão. <b>Ver o corpo de "fora" para "dentro":</b> Ajudou-me a ter “uma visão global” de todo o corpo humano. Ajudou-me a ver que todos os sistemas do corpo humano estão interligados. <b>Tornar certos órgãos semi-transparentes (“Esbatidos”):</b> Ajudou a focar a minha atenção no órgão que o professor estava a ensinar. <b>Poder retirar um órgão (“delete”)</b> Ajudou-me a perceber melhor a localização de alguns órgãos que estão mais “escondidos”.

Tabela 9 - Objetivo: avaliar o papel do professor no uso do Zygote Body,

Tipo de questões	Questões
Fechada - escolha múltipla	<p><b>Metodologia:</b></p> <p>De um modo geral, prefiro que a integração das imagens a <u>3 dimensões</u> nas aulas de CN seja feita...Individualmente, sem apoio do manual; Juntamente com o apoio do manual; Não considero útil a sua utilização; Outra, qual?</p>
<b>Fechada</b> - Escala tipo Likert, de cinco pontos com extremos “discordo totalmente / concordo totalmente”	<p>O ambiente em 3D ajudou a compreender melhor as imagens do manual.</p> <p>Prefiro que o professor use mais os manuais (impresso ou digital) nas aulas do que o ambiente 3D para realizar atividades pedagógicas.</p> <p>De um modo geral o professor ensinou melhor / melhorou a qualidade do processo de ensino.</p>
<b>Aberta</b>	<p><b>Adaptação ao novo cenário:</b></p> <p>No geral, estás satisfeito com o modo como o professor usou o programa?</p>
<b>Fechada</b> - Escala tipo Likert, de cinco pontos com extremos “discordo totalmente / concordo totalmente”	<p>A linguagem do professor durante a utilização do programa foi pertinente para orientar as aprendizagens.</p> <p>Quando o professor manipulava o modelo, mudando a perspetiva em que este era visto, por vezes sentia-me desorientado por ter falta de pontos de referência.</p>
<b>Fechada</b> - Escala tipo Likert, de cinco pontos com extremos “muito mau / muito bom”	<p>Até que ponto consideras o programa Zygote Body adequado para ser usado pelo professor?</p> <p>Até que ponto consideras o programa Zygote Body adequado para ser usado nas aulas pelos alunos?</p>
-Escala tipo Likert, de cinco pontos com extremos “discordo totalmente / concordo totalmente”	<p><b>Autonomia do aluno:</b></p> <p>O programa Zygote Body pareceu-te fácil de usar, caso tivesses de o fazer, pela observação da aula dada pelo professor?</p>
<b>Aberta</b>	<p>Qual a tua opinião geral sobre atividades feitas com recurso a programas que assentam no uso de modelos 3D?</p>

### 5.3.2 ANÁLISE E TRATAMENTO DOS RESULTADOS

Para a análise e tratamento dos resultados das questões do tipo fechado, procedeu-se ao tratamento estatístico das respostas dos alunos ao questionário de opinião. Elaboraram-se gráficos de frequência e analisados à luz da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia.

Para as questões de resposta aberta foi planeada uma análise de conteúdo. Esta técnica permite estabelecer categorias de codificação e calcular o número de frequências



relativas ou das coocorrências de determinados termos (Quivy & Campenhoudt , 2008). As categorias de codificação correspondem a palavras e frases relevantes para os propósitos deste trabalho que podem representar padrões (Bardin, 2004). Posteriormente determinam-se as frequências de certas características de conteúdo a partir das quais se elaboram gráficos de frequência de modo a poder extrair informação pertinente.



## CAPÍTULO 6: APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

Seguidamente são apresentados os resultados que, e de acordo com os objetivos propostos para este estudo, visam conhecer a opinião dos alunos sobre as potencialidades do *software* de manipulação 3D - Zygote Body - numa abordagem pedagógica baseada na Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia desenvolvida por Richard Mayer - bem como o papel do professor aquando de uma integração deste *software* em sala de aula. A descrição das perceções e atitudes dos alunos são complementadas pelos registos obtidos através das notas de campo. Os resultados estão apresentados em três subcapítulos, no que respeita à perceção dos alunos em relação a:

- Vantagens e desvantagens do 3D digital no ensino do corpo humano.
- Vantagens pedagógicas da manipulação 3D do Zygote Body.
- Papel do professor no uso do Zygote Body.

No final de cada subcapítulo far-se-á então a análise dos resultados de acordo com o enquadramento teórico deste relatório.

### 6.1 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO 3D DIGITAL NO ENSINO CORPO HUMANO

De forma a conhecer as vantagens / desvantagens do 3D enquanto *media* avaliaram-se as perceções dos alunos sobre o modo como comparam as imagens do corpo humano que foram exploradas no manual (versão 2D, impressa ou digital) com o modelo tridimensional digital usado em sala de aula.

Procurou-se determinar se as mais-valias do 3D nas dimensões (**fidelidade, forma e posição relativa**) estão relacionadas com a opinião dos alunos sobre as mais-valias pedagógica destas vantagens (dimensão estudada: **perceber melhor** os conceitos transmitidos face ao material pedagógico tradicional). Seguidamente são apresentados os resultados.

## Fidelidade

Perguntou-se aos alunos se consideravam o 3D um modelo mais próximo da realidade do que os materiais que suportam somente 2D, ou seja, se consideram o 3D mais realista que o 2D. Os resultados estão apresentados no gráfico 1.

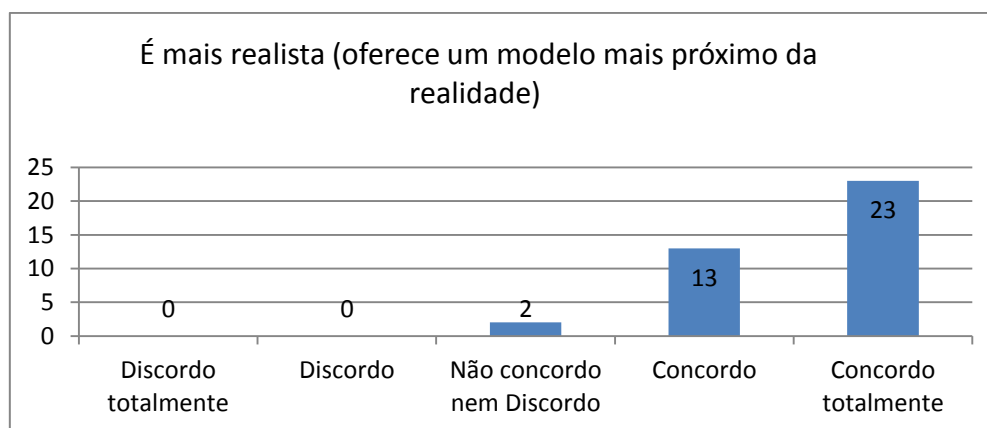


Gráfico 1 – Resposta dos alunos à questão “É mais realista (oferece um modelo mais próximo da realidade) ”.

O gráfico 1 mostra que 36 alunos (95%) consideram que o 3D é mais realista, existindo no entanto diferentes graus (concordo ou concordo totalmente) desta percepção. Não existe nenhum aluno que considere que o 3D é menos realista, só existindo 2 que não veem no 3D mais nem menos realismo.

## Forma

Procurou-se saber que aspetos do corpo humano foram mais ou menos percecionados com auxílio do 3D. Perguntou-se aos alunos se o 3D os ajudou a perceber melhor a forma dos órgãos do corpo. Os resultados estão apresentados no gráfico 2.

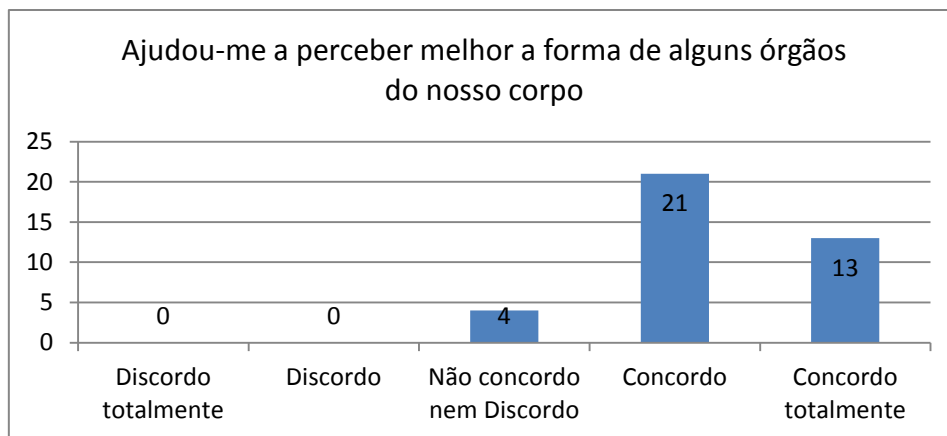


Gráfico 2 - Resposta dos alunos à questão “Ajudou-me a perceber melhor a forma de alguns órgãos do nosso corpo”.

O gráfico 2 mostra que 34 alunos (89%) consideram que o 3D favorece a percepção da forma dos órgãos do corpo, no entanto com diferentes graus (concordo ou concordo totalmente). Só 4 alunos consideram que não tem vantagens nem desvantagens na percepção da forma, não existindo nenhum aluno a apontar que o 3D tenha desvantagens no ensino da forma.

### Posição relativa

No organismo os órgãos têm uma disposição espacial relativa muito particular. Por exemplo, a traqueia está à frente do esófago, o pâncreas está parcialmente escondido pelo estômago, ou o estômago está por baixo do esófago e por cima do intestino. Procurou-se saber se o 3D ajudou a compreender melhor a relação espacial entre os diferentes órgãos (posição relativa). Os resultados estão apresentados no gráfico 3.

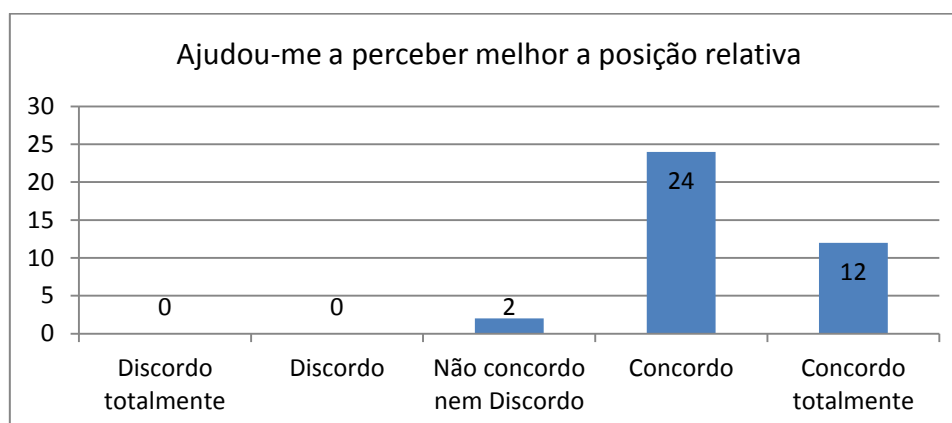


Gráfico 3 - Resposta dos alunos à questão “Ajudou-me a perceber melhor a posição relativa”.

O gráfico 3 mostra que 36 alunos (85%) consideram que o 3D favorece a percepção da posição relativa dos órgãos do corpo, no entanto com diferentes graus (concordo ou concordo totalmente). Só 2 alunos consideram que não tem vantagens nem desvantagens na percepção da posição relativa, não existindo nenhum aluno a apontar que o 3D tenha perturbado a percepção da posição relativa.

### Vantagens pedagógicas

Uma vez que foi implementada uma proposta didática que fez uso de um novo *media* em contexto educacional, considerou-se importante saber se os alunos reconhecem se compreenderam melhor os conceitos que o professor ensinava com utilização do 3D (isto é, haverá vantagens no processo de ensino-aprendizagem). Os resultados estão apresentados no gráfico 4.

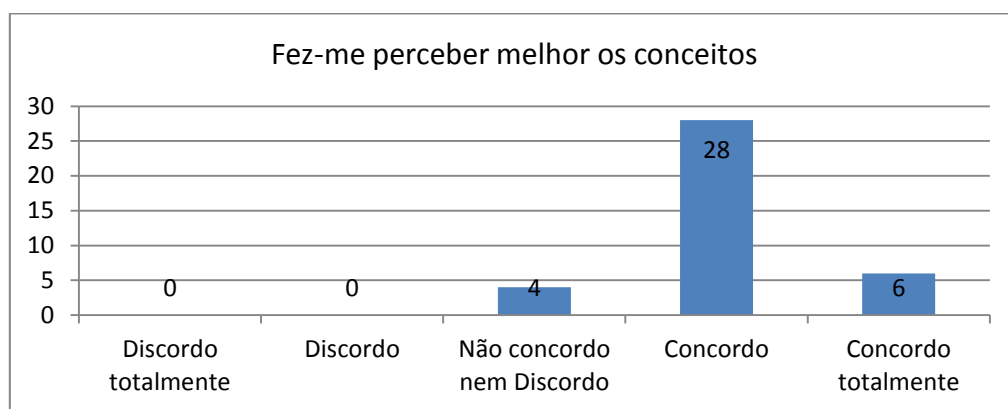


Gráfico 4 - Resposta dos alunos à questão "Fez-me perceber melhor os conceitos".

O gráfico 4 mostra que 34 alunos (89%) consideram que o 3D tem vantagem ao nível da percepção dos conceitos abordados. No entanto, 4 alunos consideram que não tem vantagens nem desvantagens na percepção dos conceitos, nenhum aluno aponta que o 3D tenha perturbado o ensino.

Tendo em consideração as respostas dadas pelos alunos ao grupo de questões deste subcapítulo as evidências parecem demonstrar que reconheceram vantagem pedagógica no uso do 3D em contexto de sala de aula.

Em relação ao 2D (versão impressa ou digital), a maioria dos alunos considerou que este *media* é mais fiável (mais realista que o 2D), ajudou-os a compreender melhor a

forma dos órgãos do corpo assim como posição relativa dos mesmos. Daí pode-se inferir que o 3D pode ter facilitado a aprendizagem dado que a maioria dos alunos considerou que o os ajudou a compreender melhor os conceitos que o professor queria ensinar.

Deste modo, estes resultados parecem ir ao encontro da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia de Richard Mayer, na medida em que a visualização 3D cria uma maior sensação de semelhança com a realidade, exigindo um menor esforço de processamento para reconhecimento dos objetos, reduzindo a carga cognitiva. Importa salientar, e para uma correta análise destes resultados, que as vantagens citadas resultaram de uma experiência educativa que ocorreu num ambiente controlado e orientado pelo professor, ou seja, a perceção que os alunos tiveram das vantagens/desvantagens do 3D enquanto *media* é influenciado, logicamente, pelas outras duas dimensões estudadas, o papel do professor e do *software*.

Nos gráficos seguintes são apresentadas as respostas dadas pelos alunos às perguntas abertas que pediam que mencionassem vantagens e desvantagens do 3D nas aulas de Ciências Naturais. As respostas, depois de analisadas, foram categorizadas e elaboradas tabelas de frequências. Os resultados estão nos gráficos 5 e 6.

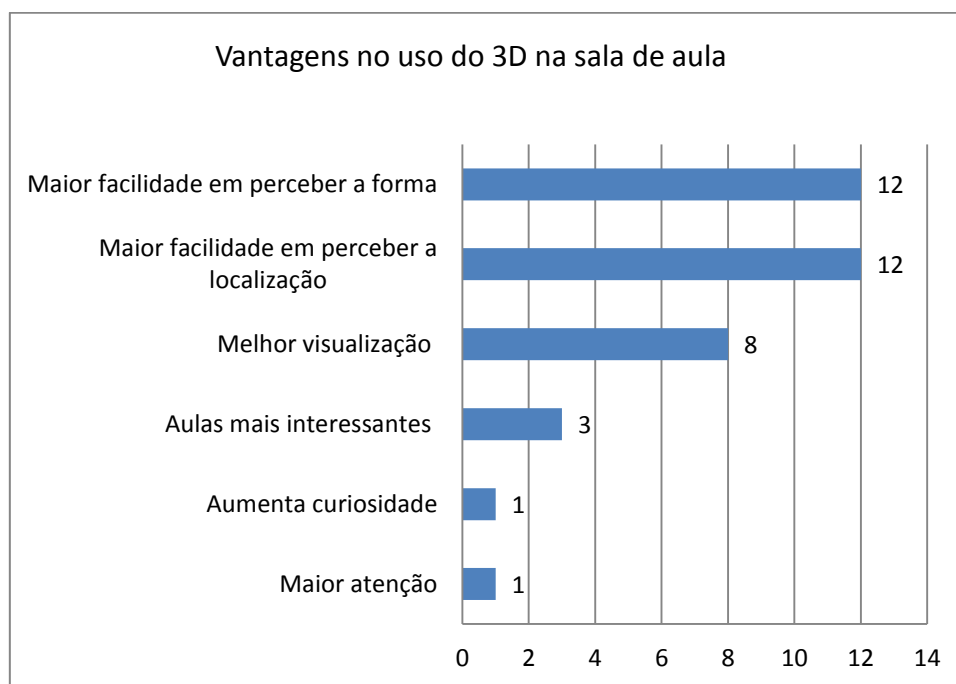


Gráfico 5 - Vantagens no uso do 3D em sala de aula.

O gráfico 5 destaca que a maioria dos alunos mencionou como principais vantagens da utilização do 3D maior facilidade em perceber a forma (12 alunos) e a localização dos órgãos do corpo (12 alunos), 8 alunos referiram como vantagem do 3D ajudar a uma melhor visualização, 3 alunos consideram que o 3D torna as aulas mais interessantes, 1 aluno refere que o 3D permite aumentar a curiosidade e 1 aluno a atenção.

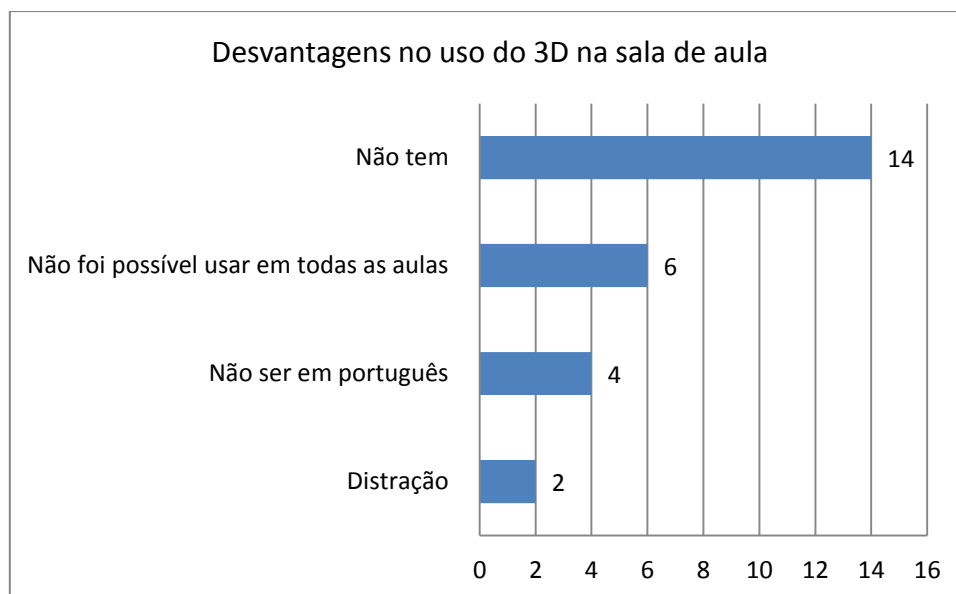


Gráfico 6 - Desvantagens no uso do 3D em sala de aula.

O gráfico 6 destaca que 14 alunos consideram que a utilização do 3D na sala de aula não apresenta desvantagens, 6 alunos referiram como desvantagem o facto de o 3D não ter sido usado em todas as aulas. Este facto deveu-se ao acesso difícil ao site que disponibiliza o programa conforme indicam as notas de campo, 4 Alunos consideram desvantajoso o facto do programa que manipula o 3D não ser em português (ou seja, indicaram uma desvantagem do *software* e não do 3D enquanto *media*) e 2 alunos consideram que o 3D provoca distração.

A análise global das notas de campo feitas levou o investigador a fazer o seguinte balanço:

- Os alunos foram pronunciando várias expressões abonatórias à medida que iam percebendo as potencialidades do 3D. Os alunos referiram: “....é espetáculo”; “...assim podemos ver o corpo todo”.
- Constatou-se que os níveis de atenção, curiosidade sobre a matéria aumentaram.



## 6.2 VANTAGENS PEDAGÓGICAS DAS FUNCIONALIDADES DE MANIPULAÇÃO 3D.

No contexto do ensino do corpo humano, o tipo de funcionalidades / ferramentas de gestão de um modelo 3D tem implicação positiva ou negativa na compreensão dos conceitos. Procurou-se investigar se os alunos viram vantagens pedagógicas nas funcionalidades do *software* Zygote Body. Seguidamente apresentam-se as respostas dadas pelos alunos para as funcionalidades: **rotação**, mudar de escala (**zoom**), ver o corpo por camadas (de "fora para dentro"); função de **esbatimento** e função "**delete**".

### Mudar de perspetiva (rotação):

Um objeto tridimensional virtual executa uma rotação quando realiza um movimento circular em redor de um eixo de rotação. O programa permite "agarrar" num ou mais órgão adjacentes e rodá-los em simultâneo. Perguntou-se aos alunos se esta funcionalidade contribui para conhecer melhor a forma de um determinado órgão, bem como a sua posição relativa. Os resultados são apresentados nos gráficos 7 e 8.

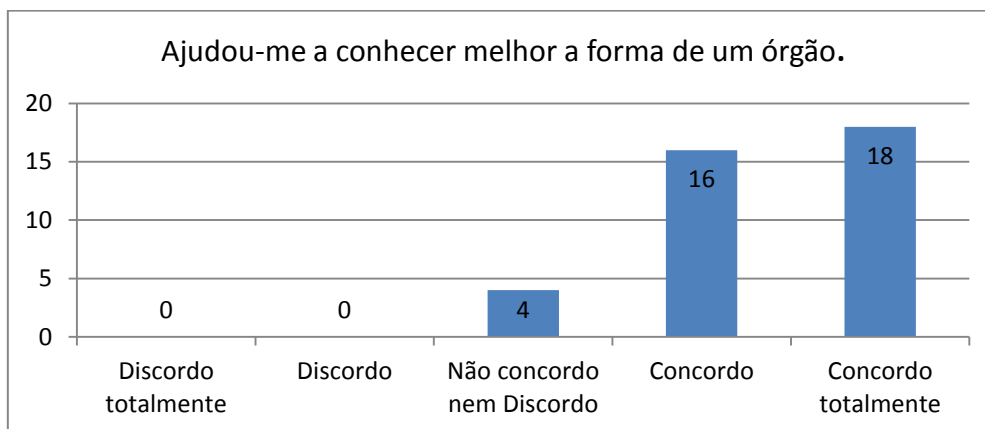
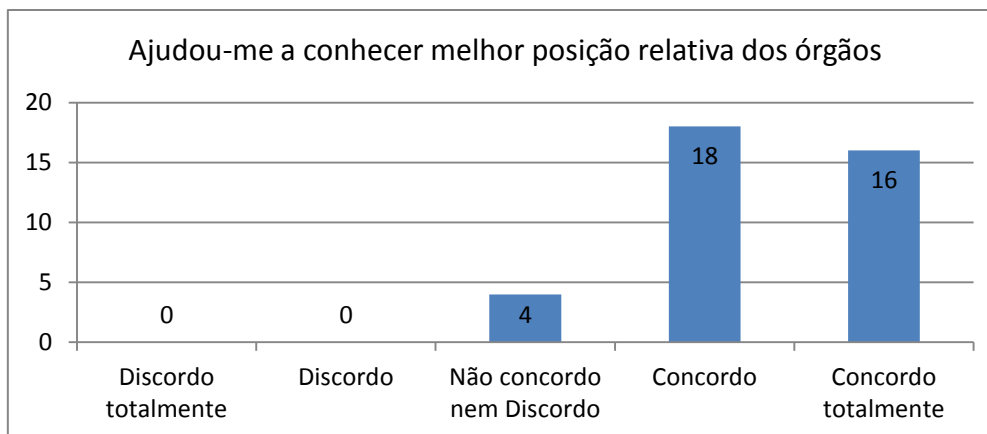


Gráfico 7 - Resposta dos alunos à questão "Ajudou-me a conhecer melhor a forma de um órgão".

O gráfico 7 mostra que 34 alunos (89%) consideram que a funcionalidade de rodar um órgão ajuda a conhecer melhor a sua forma, no entanto com diferentes graus (concordo ou concordo totalmente). Nenhum aluno considera que esta funcionalidade seja desvantajosa, só existindo 4 que não vêem vantagens nem desvantagens.



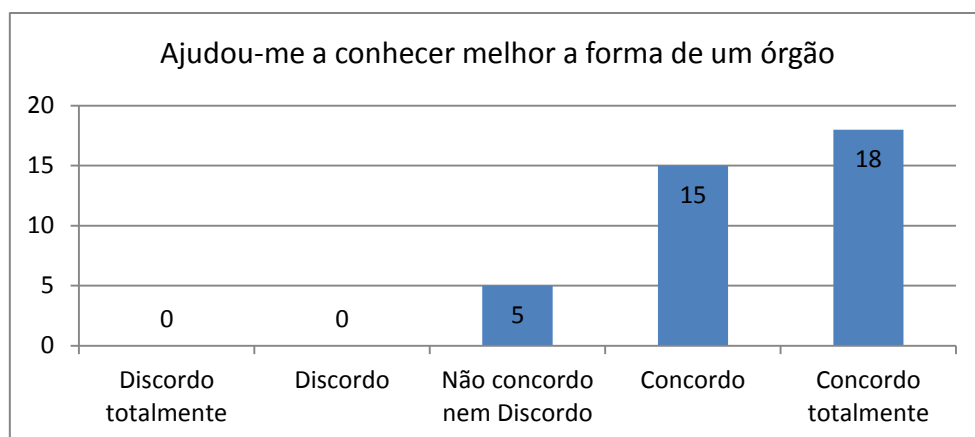
**Gráfico 8 - Resposta dos alunos à questão “Ajudou-me a conhecer melhor a posição relativa dos órgãos”.**

O gráfico 8 mostra que 34 alunos (89%) consideram que a funcionalidade de rodar um determinado órgão ajuda a conhecer melhor posição relativa deste, no entanto com diferentes graus (concordo ou concordo totalmente). Nenhum aluno considera que esta funcionalidade seja desvantajosa, só existindo 4 que não vêm vantagem nem desvantagens.

Perante as respostas obtidas e evidenciando que nenhum aluno assinalou na escala “discordo” ou “discordo totalmente”, depreende-se que a manipulação do modelo 3D do tipo “rotação” auxiliou a compreensão pelos alunos tanto da forma como da posição relativa dos órgãos.

#### **Mudar de escala (zoom):**

O organismo humano não tem os órgãos com o mesmo tamanho, pelo que a ampliação (mudar de escala) é imprescindível para visualizar alguns órgãos mais pequenos. O programa permite centrar no ecrã (“fixar”) um determinado órgão e ampliá-lo. Perguntou-se aos alunos se a ampliação contribui para conhecer melhor a forma de um determinado órgão. Os resultados estão apresentados no gráfico 9.



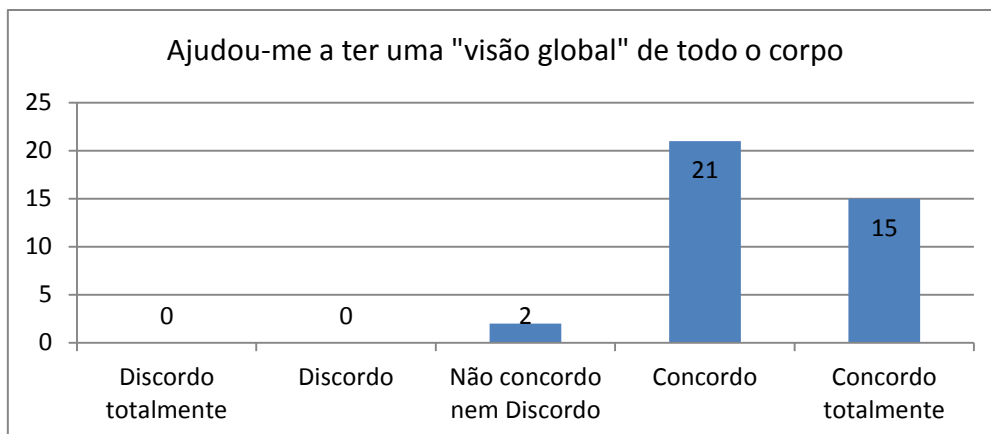
**Gráfico 9 - Resposta dos alunos à questão “Ajudou-me a conhecer melhor a forma de um dado órgão”.**

O gráfico 9 mostra que 33 alunos (87%) consideram que a funcionalidade de ampliar um determinado órgão ajuda a conhecer melhor a forma desse mesmo órgão, no entanto com diferentes graus (concordo ou concordo totalmente). Nenhum aluno considera que esta funcionalidade não tenha vantagens, só existindo 5 que não encontram vantagens nem desvantagens.

De acordo com estas respostas pode-se depreender que a maioria dos alunos considera que a ampliação também os ajudou a conhecer melhor a forma dos órgãos.

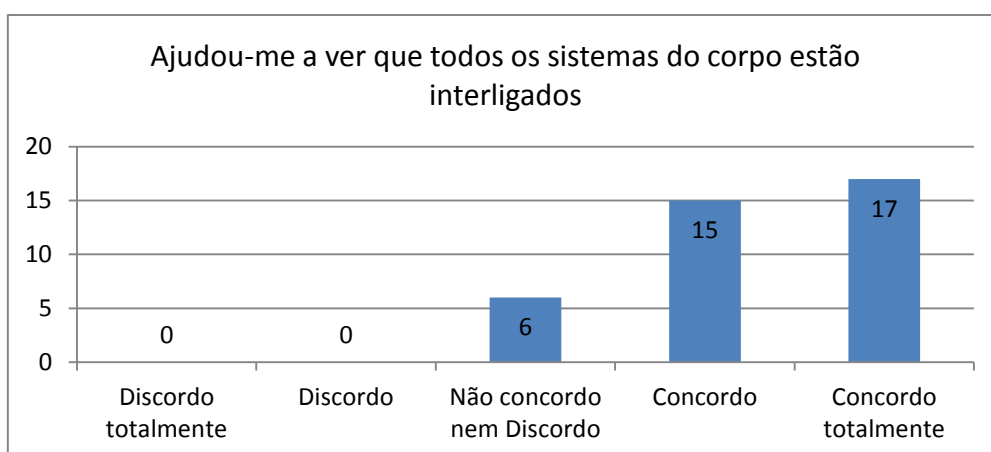
#### **Ver o corpo por camadas ("fora" para "dentro"):**

Simplificar, na Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia, significa diminuir a sobrecarga cognitiva retirando a informação não-essencial e deixando apenas a essencial. O programa apresenta uma funcionalidade que aumenta ou diminui a transparência das camadas do corpo permitindo uma dissecação virtual desde a pele até aos nervos e veias que, se tivesse que ser feito de forma manual, implicaria o professor seleccionar os órgãos individualmente e “apaga-los” (“eliminá-los” da visualização) através de uma funcionalidade da aplicação. Perguntou-se aos alunos se esta funcionalidade contribui para ter uma visão global de todo o corpo (noção de “contexto”) e se os ajudou a ver a interligação entre vários sistemas / órgãos. Os resultados estão apresentados nos gráficos 10 e 11.



**Gráfico 10 - Resposta dos alunos à questão “Ajudou-me a ter “uma visão global” de todo o corpo”.**

O gráfico 10 mostra que 36 alunos (95%) consideram que a funcionalidade lhes permite ter uma visão global de todo o corpo, existindo no entanto diferentes graus (concordo ou concordo totalmente) desta percepção. Nenhum aluno considera esta funcionalidade desvantajosa, só existindo 2 que não veem vantagens nem desvantagens nesta funcionalidade.



**Gráfico 11 - Resposta dos alunos à questão “Ajudou-me a ver que todos os sistemas do corpo estão interligados”.**

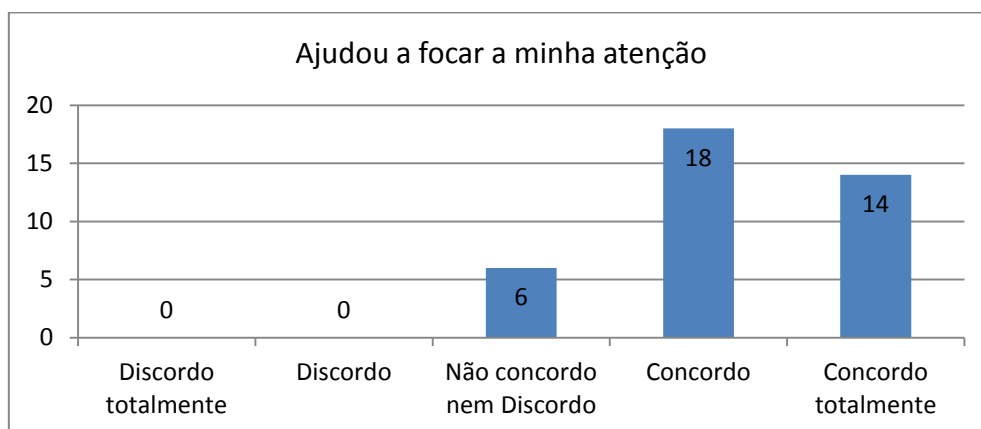
O gráfico 11 mostra que 32 alunos (84%) consideram que a funcionalidade ajuda a ver que os sistemas do corpo estão interligados existindo, no entanto diferentes graus (concordo ou concordo totalmente) desta percepção. Nenhum aluno considera esta funcionalidade desvantajosa, existindo 6 que não veem vantagem nem desvantagem nesta funcionalidade.

Perante as respostas apresentadas nos dois gráficos e evidenciando que nenhum aluno assinalou na escala de respostas “discordo” ou “discordo totalmente”, pode-se

depreender que a maioria considera que esta funcionalidade os ajudou a ter uma visão global de todo o corpo e também ver que todos os sistemas estão interligados.

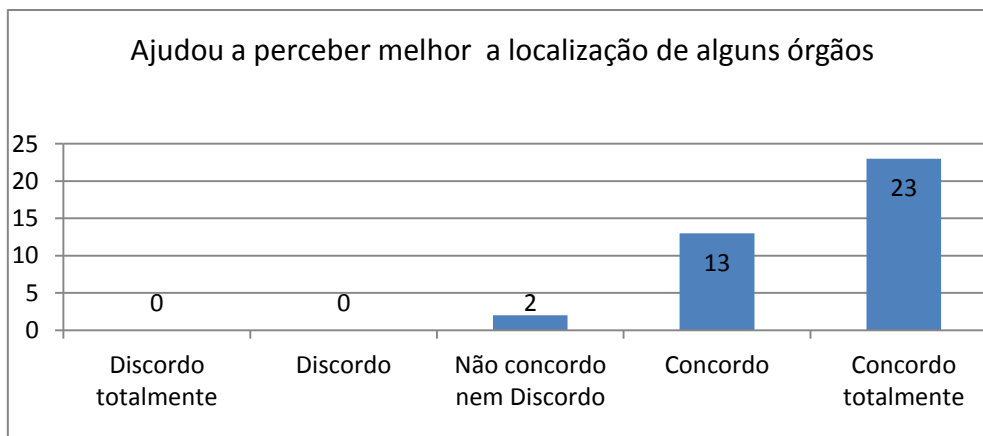
### **Tornar certos órgãos semi - transparentes (“Esbatidos”)**

Outra técnica que permite a simplificação, a par daquela vista anteriormente, é esbater (atenuar) um determinado órgão ou conjunto de órgãos. Procurou-se saber se a ferramenta de esbatimento de órgãos (aplicar transparência aos órgãos que não são relevantes) podia ser usada para focar a atenção dos alunos no órgão que se pretende ensinar. A função esbatimento total permite eliminar completamente um determinado órgão. Assim, procurou-se saber se esta funcionalidade podia ser usada para compreender melhor a localização órgãos que estão escondidos por outros (devido à perspectiva). Os resultados estão apresentados nos gráficos 12 e 13.



**Gráfico 12 - Resposta dos alunos à questão “Ajudou a focar a minha atenção no órgão que o professor estava a ensinar”.**

O gráfico 12 mostra que 32 alunos (84%) consideram que a funcionalidade de esbatimento ajuda a focar atenção no órgão que o professor pretendia ensinar, no entanto com diferentes graus (concordo ou concordo totalmente) desta percepção. Nenhum aluno considera esta funcionalidade desvantajosa, existindo 6 que não vêem vantagem nem desvantagens nesta funcionalidade.



**Gráfico 13 - Resposta dos alunos à questão “Ajudou a perceber melhor a localização de alguns órgãos que estão mais escondidos”.**

O gráfico 13 mostra que 36 Alunos (95%) consideram que a funcionalidade de esbatimento total (“delete”) ajuda a perceber melhor a localização dos órgãos mais escondidos, no entanto com diferentes graus (concordo ou concordo totalmente). Nenhum aluno considera que esta funcionalidade desvantajosa, só existindo 2 que não vêm vantagens nem desvantagens.

Perante os resultados apresentados nos dois gráficos e evidenciando que nenhum aluno assinalou na escala de respostas “discordo” ou “discordo totalmente”, pode-se depreender que a maioria dos alunos considera que a funcionalidade de esbatimento os ajudou a focar a atenção e o esbatimento total a conhecer melhor a localização dos órgãos que estão mais escondidos.

Os resultados apresentados neste subcapítulo parecem ser consistentes com alguns pressupostos da Teoria Cognitiva Multimédia de Richard Mayer, teoria que serviu de enquadramento teórico neste estudo. Nomeadamente, verifica-se que a alteração da forma de apresentar a informação alterou a perceção desta informação. Múltiplas perspetivas (permitidas pela funcionalidade rotação) e um maior detalhe dos objetos (permitido pela funcionalidade mudança de escala) oferecem uma imagem mais precisa produzindo no aluno representações mais consistentes com a realidade.

Por outro lado, os efeitos positivos ao nível da aquisição e compreensão dos conceitos devido à redução da quantidade de informação apresentada, permitido pelas funcionalidades de ver o corpo por camadas (de fora para dentro) e transparência (parcial e total) estão de acordo com alguns dos pressupostos da Teoria de Mayer, no que concerne à redução da carga cognitiva.

De igual forma, a análise global das notas de campo para verificar se os alunos viam mais-valias nas funcionalidades de interação com o modelo 3D, permitem evidenciar que a utilização das funcionalidades do programa facilitou a compreensão das relações entre estruturas anatómicas, principalmente quando estas relações não estavam suficientemente visíveis nas imagens do manual, conforme mostram as seguintes notas:

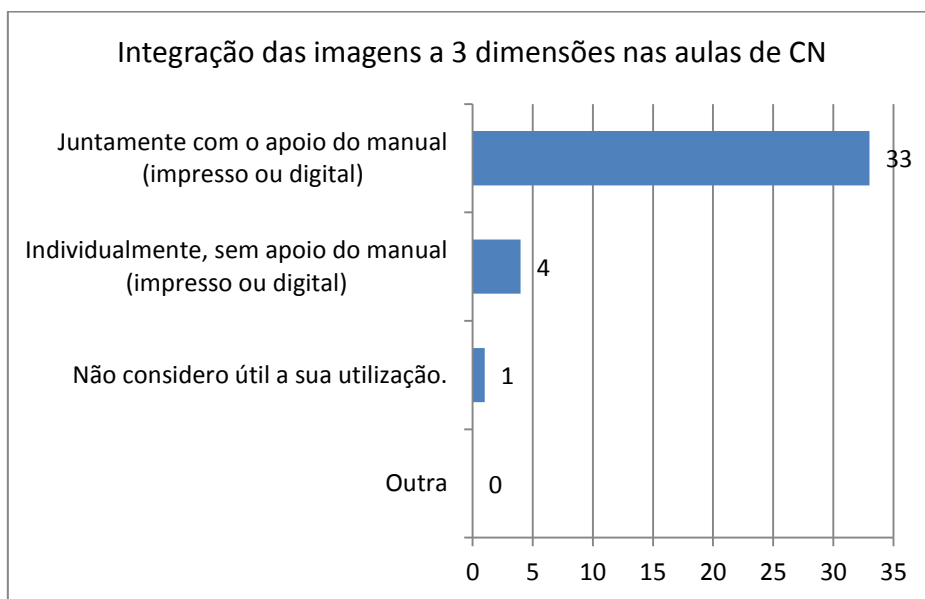
- Como resultado da utilização da funcionalidade **rotação** os alunos referiram: “...já consigo ver o esófago”; “....Já vejo o pâncreas”; “...há comunicação entre o estômago e os outros órgãos ”.
- Como resultado da utilização da funcionalidade **esbatimento** para visualização de algumas estruturas, nomeadamente as que estavam mais escondidas nas imagens do manual, os alunos referiram: “...já se vê o pâncreas”; “...o diafragma parece que tem a forma de um cogumelo”; “... ponha o fígado transparente”.
- Os alunos, ao solicitar o professor para esclarecer dúvidas, usaram termos como **ampliar**, **rodar**, **apagar** para verem o que pretendiam. Os alunos referiram: “pode rodar a laringe para vermos as cordas vocais”; “...pode ampliar e rodar para ver melhor os anéis da traqueia”, “....use a função ver de fora para dentro no outro modelo” , “... pode pôr o fígado transparente”. Estes termos parecem evidenciar que os alunos compreenderam as diferenças intrínsecas entre manipulação de 3D em detrimento do 2D pois evidenciaram que, enquanto *media*, o 3D admite interação através das funcionalidades do programa.

### 6.3 PAPEL DO PROFESSOR NO USO DO ZYGOTE BODY.

Seguidamente são apresentados os resultados que avaliam a **metodologia** implementada, **adaptação** do professor ao novo cenário de ensino aprendizagem e **autonomia** do aluno.

## Metodologia

Uma preocupação do investigador passou por saber se os alunos, tendo agora duas representações diferentes de um conceito, fosse uma vantagem (o 3D ajuda a perceber o 2D) ou desvantagem (os alunos poderiam achar que o crescente de complexidade - duas representações - obrigue a “memorizar” duas representações). Em suma, conhecer qual a opinião dos alunos relativamente ao modo como preferem que o 3D seja usado pelo professor em sala de aula. Os resultados estão representados no gráfico 14.

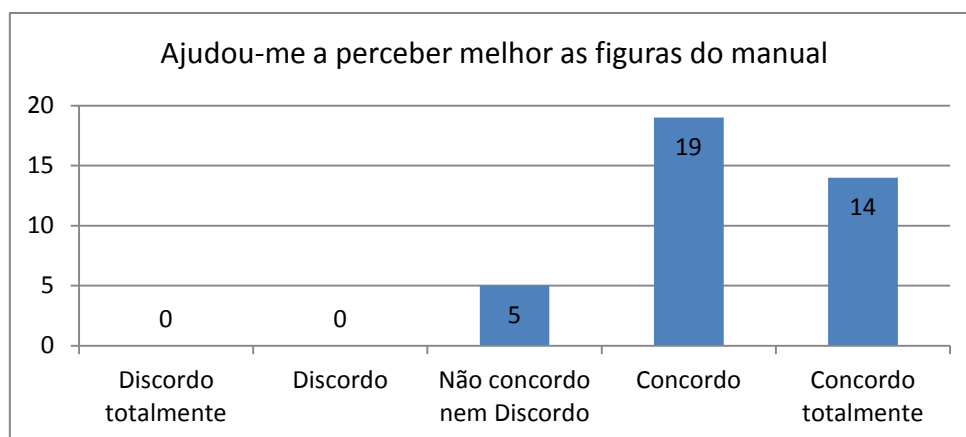


**Gráfico 14 - Integração das imagens a 3 dimensões nas aulas de CN.**

O gráfico 14 mostra que a grande maioria dos alunos (33 alunos) prefere que a integração do 3D seja efetuada com o apoio dos meios tradicionais. Porém, 4 preferem somente o 3D e 1 aluno não considera útil a sua utilização. Os resultados evidenciam que a grande maioria prefere trabalhar com os materiais 3D em complemento aos materiais 2D (em vez da homogeneidade, só o 3D ou só os materiais clássicos em 2D).

A abordagem pedagógica iniciou-se com a exploração dos esquemas e imagens 2D, sendo posteriormente introduzido o 3D. Perguntou-se aos alunos se consideram que a visualização em 3D ajudou a compreender melhor as imagens representadas nos manuais em 2D. Os resultados estão representados no gráfico 15.

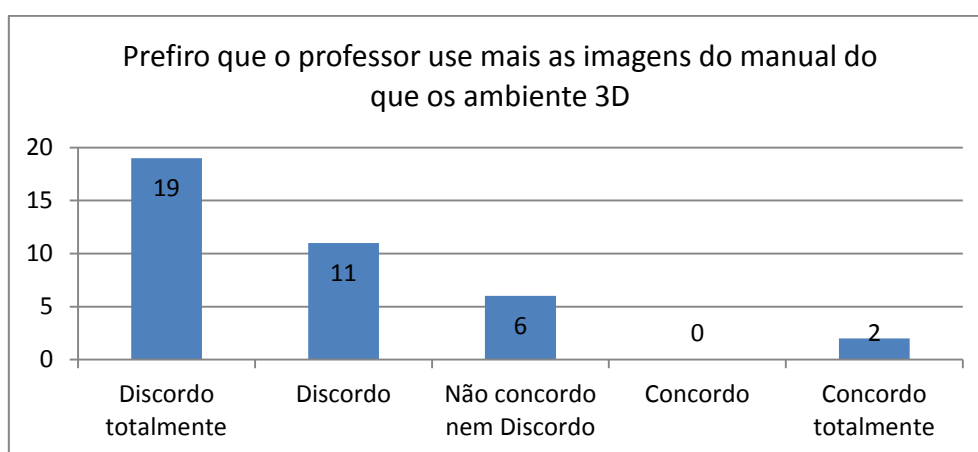




**Gráfico 15 - Resposta dos alunos à questão “Ajudou-me a perceber melhor as figuras do manual”.**

O gráfico 15 mostra que 33 alunos (87%) consideram que a complementaridade trouxe vantagem na compreensão das figuras do manual, no entanto com diferentes graus (concordo ou concordo totalmente). Ainda assim, 5 alunos não viram vantagens nem desvantagens da complementaridade, não existindo nenhum aluno a apontar desvantagens.

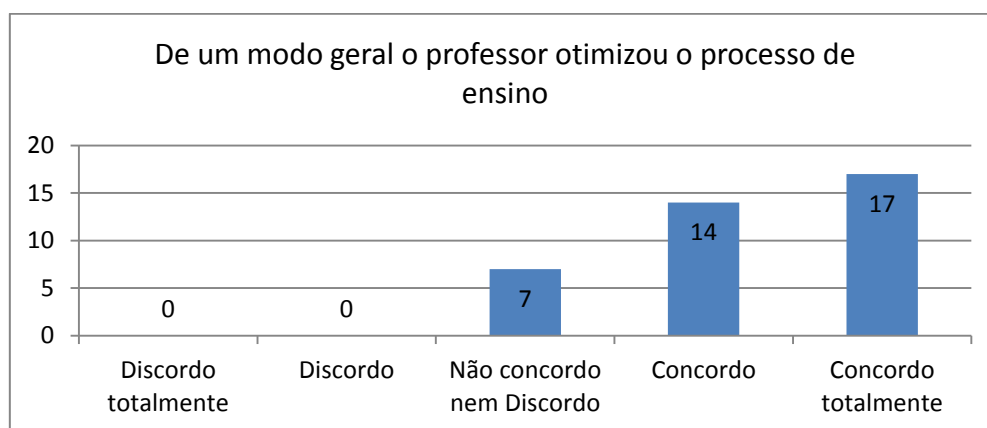
Sabendo que a complementaridade ajudou a compreender melhor as figuras do manual, pretendia-se ver o grau dessa complementaridade. Para conhecer a preferência dos alunos perguntou-se qual dos *media* preferiam que o professor usasse com maior frequência. Os resultados estão representados no gráfico 16.



**Gráfico 16 - Resposta dos alunos à questão “Prefiro mais as imagens do manual do que os ambientes 3D”.**

O gráfico 16 mostra que só 2 alunos (5%) preferem que o professor utilize mais as representações em 2D. A maioria, 30 alunos, respondeu que prefere que o professor use mais os ambientes 3D no entanto com diferentes graus (concordo ou concordo totalmente). Contudo, 6 alunos não mostram qualquer preferência definida.

Uma das preocupações do investigador seria saber se a implementação da proposta com uso da ferramenta melhorou o processo de ensino. Ou seja, é correto e adequado do ponto de vista pedagógico utilizar o Zygote Body no ensino do corpo humano. Os resultados estão representados no gráfico 17.



**Gráfico 17 - Resposta dos alunos à questão “O professor, ensinou melhor / melhorou a qualidade do processo de ensino”.**

O gráfico 17 mostra que 31 alunos (82%) consideram que houve melhoria no processo de ensino, no entanto com diferentes graus (concordo ou concordo totalmente). Contudo, 7 alunos consideram que a metodologia usada não melhorou nem piorou o processo de ensino, não existindo nenhum aluno a apontar que tenha efeitos negativos no ensino.

As respostas dos alunos ao conjunto de questões que pretendiam avaliar a metodologia indiciam que a grande maioria reconhece que a utilização em complementaridade dos dois *media* (manual do aluno e ambiente 3D) é positiva, na medida em que aumenta a compreensão dos materiais clássicos, ainda assim revelam uma maior preferência pelo modelo 3D virtual. Também se pode depreender que, na perspetiva dos alunos, o processo de ensino beneficiou com implementação da nova tecnologia em sala de aula, tendo em conta que o professor usou os princípios de Richar Mayer.

## Adaptação do professor ao novo cenário

A implementação de um novo recurso em sala de aula pressupõe que o professor tenha a literacia digital para uma utilização pedagógica correta do mesmo. Neste sentido, perguntou-se aos alunos se estavam satisfeitos com a estratégia adotada pelo professor na manipulação do programa nas aulas. Os resultados estão representados no gráfico 18.

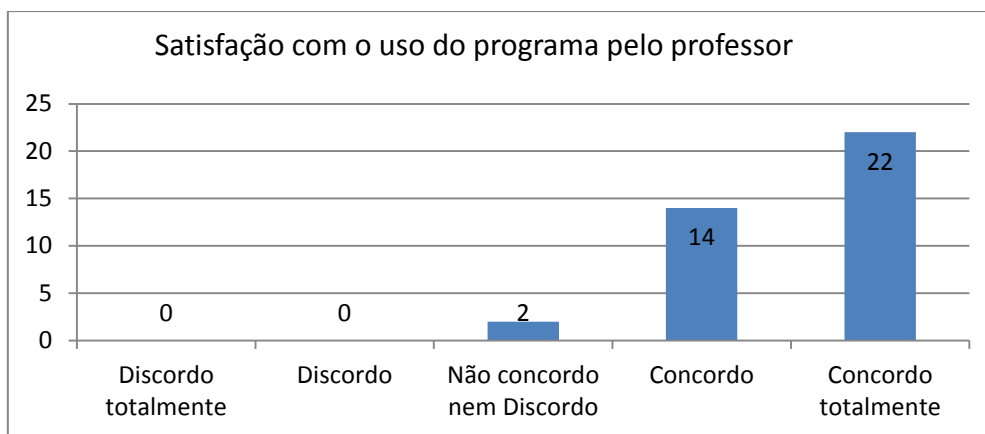
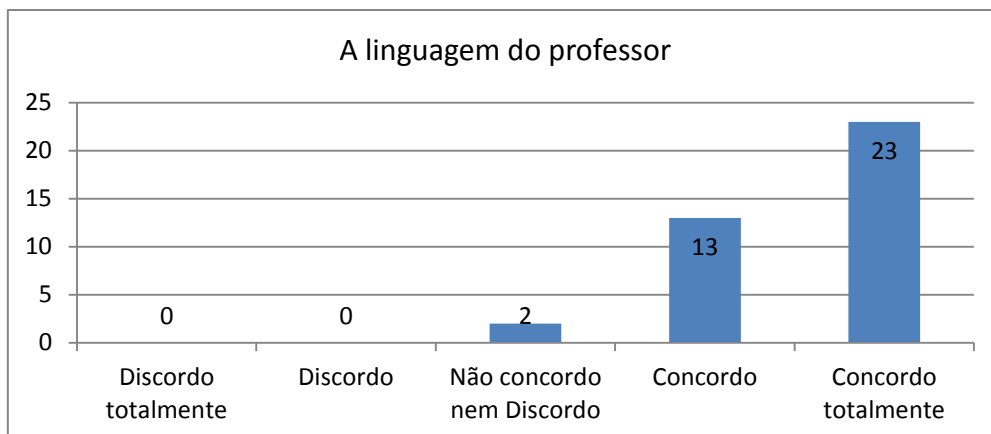


Gráfico 18 - Resposta dos alunos à questão “No geral, estás satisfeito com o modo como o professor usou o programa”.

O gráfico 18 mostra que 36 alunos (95%) estão satisfeitos com a forma como o professor usou o programa nas aulas, no entanto com diferentes graus (concordo ou concordo totalmente). Mesmo assim, 2 alunos não estão satisfeitos nem insatisfeitos e nenhum aluno menciona que esteja insatisfeito.

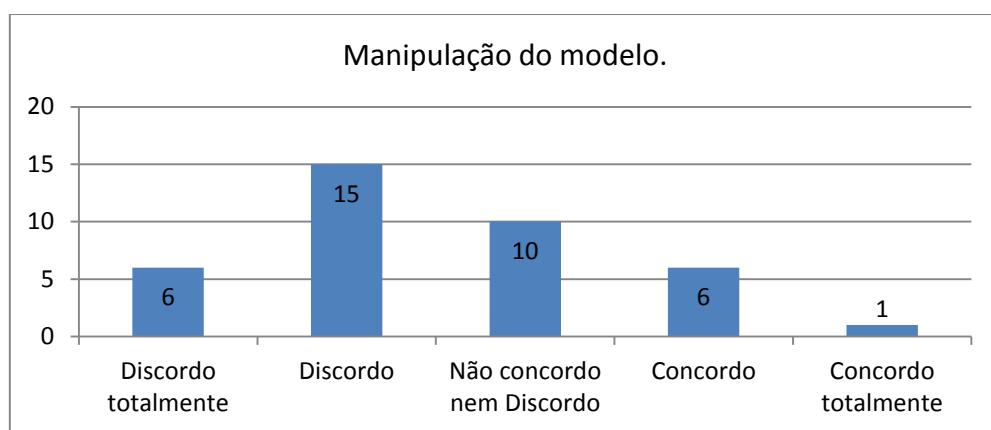
O professor quis, durante abordagem pedagógica, transmitir os conteúdos científicos assim como os técnicos (uso do *software*). Assim, para orientar a aprendizagem e evitar a desorientação o professor empregava um discurso do tipo: “*Vou fazer uma rotação para ver a parte de trás do fígado*”. É importante conhecer se as orientações que eram dadas durante a utilização do programa eram claras e pertinentes. Deste modo, procurou-se saber a opinião destes no questionário. Os resultados estão representados no gráfico 19.



**Gráfico 19 - Resposta dos alunos à questão “A linguagem do professor durante a utilização do programa foi pertinente para orientar as aprendizagens”.**

O gráfico 19 mostra que 36 alunos (95%) avaliam de forma positiva a linguagem usada pelo professor, no entanto com diferentes graus (concordo ou concordo totalmente). Contudo, 2 alunos não mostram nenhuma tendência definida e nenhum que discorda da afirmação.

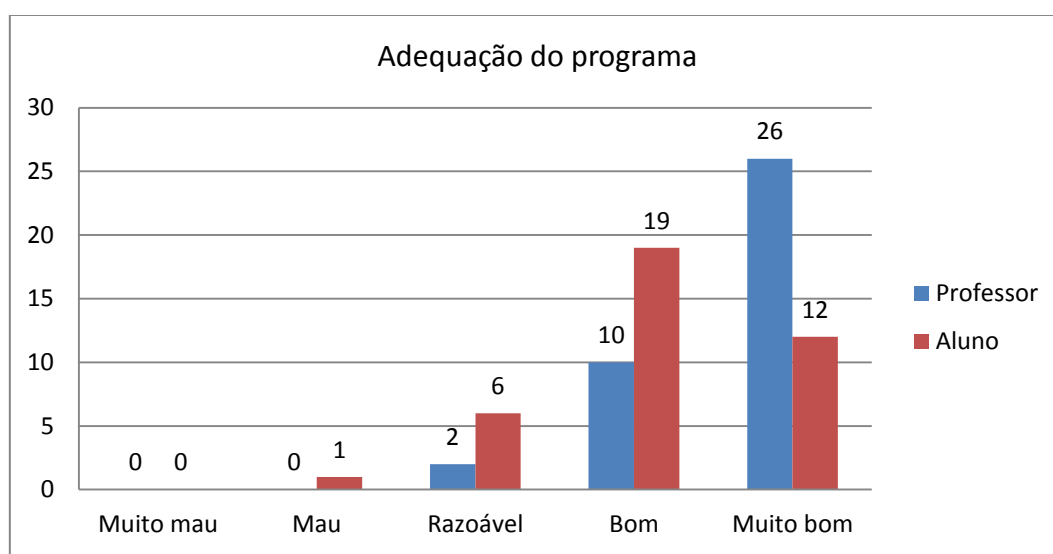
As tarefas realizadas com a manipulação do 3D envolveram mudanças de perspectiva dos objetos. É pertinente saber se essas mudanças podem conduzir a algum tipo de desorientação nos alunos. Os resultados estão representados no gráfico 20.



**Gráfico 20 - Resposta dos alunos à questão “Quando o professor manipulava o modelo, mudando a perspectiva em que este era visto sentia-me desorientado”.**

O gráfico 20 mostra que 7 alunos (18%) consideram que a manipulação do modelo 3D provocou a sua desorientação. Por outro lado, 21 alunos (55%) consideram que a manipulação do modelo 3D não provocou desorientação, existindo, no entanto, diferentes graus (discordo ou discordo totalmente) desta perceção. Contudo, 10 alunos consideram que a manipulação do modelo não interferiu na orientação.

Dado que o programa só foi utilizado pelo professor, considerou-se relevante saber qual a opinião dos alunos relativamente ao tipo de utilização que consideram mais adequada, isto é, saber até que ponto consideram o programa adequado para ser usado pelo professor ou pelos alunos. Os resultados estão representados no gráfico 21.



**Gráfico 21 - Resposta dos alunos à questão “Até que ponto consideras o programa adequado para ser usado nas aulas pelos alunos / professor”.**

A análise do gráfico 21 revela que os alunos consideram que o programa deve ser usado preferencialmente pelo professor.

As respostas dos alunos no conjunto de questões que pretendiam avaliar a adaptação do professor ao novo cenário de ensino-aprendizagem sugerem que a grande maioria dos alunos avaliam de uma forma positiva a estratégia pedagógica seguida durante a utilização do programa e consideraram que as orientações que o professor ia dando enquanto manipulava o programa foram importantes para orientar a aprendizagem dos conteúdos.

Alguns alunos (7 alunos) referiram que se sentiram desorientados com a manipulação da perspetiva dos objetos. Estas respostas podem ser interpretadas como resultado da

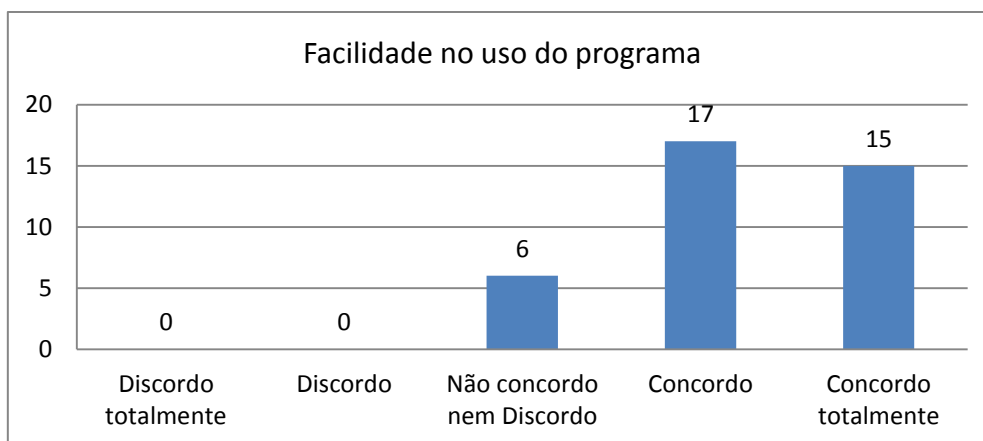
velocidade da excessiva rotação ou como resultado de ter usado a rotação em 3 eixos em simultâneo (em vez de, como sugere a Teoria de Mayer de forma a simplificar, rodar num eixo de cada vez).

Globalmente conclui-se que a maioria dos alunos não se sentiu desorientada com a mudança de perspectiva. Por fim pode-se referir que os alunos são da opinião de que este programa deve ser usado preferencialmente pelo professor. Este facto vai ao encontro do esperado, pois sendo uma ferramenta generalista (ambiente aberto) o professor deve ser orientador das aprendizagens.

A validação, por parte dos alunos, da metodologia/pedagogia usada pelo professor, e tendo em conta que o professor usou vários princípios da teoria de Richard Mayer (principalmente ligados ao papel do professor na manipulação do programa de forma a que existisse uma diminuição da carga cognitiva) sugere uma validação da própria teoria enquanto metodologia de ensino-aprendizagem em sala de aula no contexto deste estudo de caso.

### **Autonomia do aluno**

Considerando que só durante a implementação da proposta didáctica se fez uso do programa, procurou-se saber qual a percepção dos alunos em relação à sua utilização sem auxílio do professor. Os resultados estão representados no gráfico 22.



**Gráfico 22 – Resposta dos alunos à questão “O programa pareceu-te fácil de usar”.**

O gráfico 22 mostra que 32 alunos (84%) consideram o programa fácil de ser usado por eles, existindo no entanto diferentes graus (concordo ou concordo totalmente) desta percepção. Ainda assim, 6 alunos (16%) consideram que não é fácil, nem difícil. Não

existe nenhum aluno que considere que o programa seja difícil. Neste sentido a maioria dos alunos parece ter a noção de que é fácil de usar este programa pela observação das aulas dadas.

### Opinião sobre as atividades

O gráfico seguinte apresenta as respostas dadas pelos alunos à pergunta aberta que solicitava que referissem a sua opinião geral sobre as atividades feitas com o novo programa nas aulas. Depois de analisadas as respostas, foram categorizadas e elaboradas tabelas de frequências. Os resultados estão representados no gráfico 23.

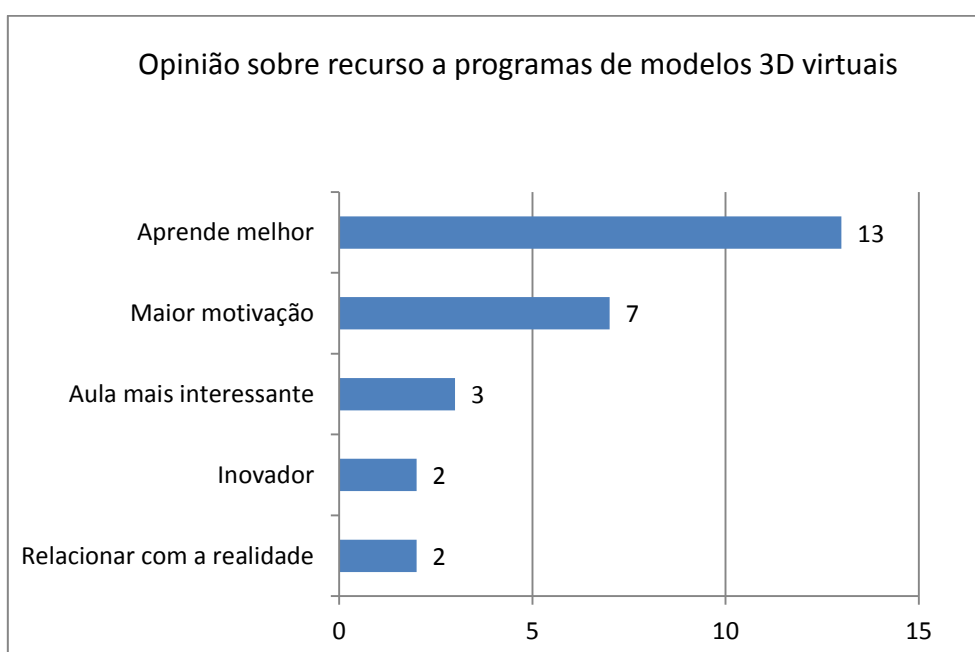


Gráfico 23 - Opinião geral sobre atividades feitas com recurso a programas que assentam no uso de modelos 3D.

O gráfico 23 mostra que a maioria dos alunos valorizou aspetos como aprender melhor (13 alunos) e maior motivação (7 alunos), 3 alunos consideram que as aulas foram mais interessantes, 2 alunos consideram inovador e outros 2 que houve maior relação com a realidade.

A análise global das notas de campo levou o investigador a fazer o seguinte balanço:

- Na globalidade os alunos evidenciaram interesse e vontade de ter mais aulas com este programa, porém registe-se que no início os alunos estavam muito entusiasmados com a nova tecnologia pelo que chegaram a referir no inquérito

que esta podia provocar distração. Refira-se que era uma pergunta aberta, e que a distração foi retirada de “...*mais distração devido ao entusiasmo*”.

- Embora a motivação não seja o enfoque deste estudo, constatou-se que os alunos ficaram desagrados quando o programa deixava de funcionar nas aulas quando o sinal da internet ficava mais fraco. Além disso, também não foi registado nenhuma expressão de desagrado em relação aos momentos em que foi usado o programa.
- Alguns alunos pediram para usar o programa durante a aula.
- Os alunos demonstraram grande interesse na utilização do programa e alguns quiseram saber mesmo como podiam ter acesso ao programa em casa. Os alunos referiram: “...*professor, tenho que ter esse programa*”; “...*qual é o nome do site*”. Alguns alunos chegaram a usar o programa durante a aula com autorização do professor.
- No geral, os alunos também registaram índices de envolvimento e interesse superiores.

Os resultados obtidos pelas respostas dos alunos às questões do questionário, e que procuraram recolher as perceções indicadas nos 3 objetivos de investigação (3D enquanto média, papel do *software*, papel do professor) parecem ir ao encontro dos principais pressupostos da teoria que serviu de enquadramento. Assim, no próximo capítulo será apresentada a conclusão final de todo o estudo.



## CAPÍTULO 7: CONCLUSÕES FINAIS, LIMITAÇÕES AO ESTUDO E TRABALHO FUTURO

### 7.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O advento das tecnologias tridimensionais na *web* 3D abriu a possibilidade de utilização destas ao processo de ensino / aprendizagem. A investigação aqui apresentada procurou conhecer a opinião dos alunos sobre as potencialidades de um *software* de manipulação 3D - Zygote Body - numa abordagem pedagógica baseada na Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia desenvolvida por Richard Mayer.

Com este trabalho procurou-se conhecer as perceções de alunos do 9º ano de escolaridade sobre a introdução de um programa que permite a manipulação 3D virtual no ensino do corpo humano, sustentada numa abordagem pedagógica apoiada na teoria referida. Participaram neste estudo 38 alunos de duas turmas de uma escola do distrito de leiria.

A metodologia utilizada no estudo foi baseou-se num estudo de caso, sendo usados como instrumentos de recolha de dados um inquérito por questionário e a observação participante. O questionário de opinião foi realizado no fim da implementação da proposta didática, tendo sido feita uma análise quantitativa e descritiva.

É com base nos resultados obtidos na avaliação feita pelos alunos e nas notas de campo elaboradas pelo investigador que se pretendeu responder às questões colocadas no início deste estudo e alcançar o principal objetivo desta dissertação: conhecer a opinião dos alunos sobre o uso do programa Zygote Body no ensino do corpo humano, assente numa abordagem pedagógica apoiada na Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia.

**Como objetivo de investigação geral, pretendeu-se identificar as vantagens / desvantagens do 3D digital, enquanto *media*, no ensino do corpo humano.**

Tendo em consideração as respostas dadas podemos concluir que de acordo com a perceção dos alunos, o 3D é um *media* **mais realista**; favorece **a compreensão da forma e posição relativa** de alguns órgãos do nosso corpo e também que este *media* **facilita a compreensão dos conceitos abordados**.

Os resultados também parecem estar em sintonia com a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia, na medida em que o 3D é uma representação visual mais realista do que o 2D exigindo do aluno um menor esforço para reconhecimento dos objetos, diminuindo a carga cognitiva, facilitando a aprendizagem dos conteúdos (facilitação da representação mental).

Como resultado da análise feita às respostas abertas, identificaram-se também as seguintes vantagens: maior facilidade em perceber a **forma** e a **localização** dos órgãos pretendidos, melhor **visualização** das estruturas, aulas mais **interessantes** e maior **atenção**. A desvantagem mais significativa apontada foi provocar alguma **distração**.

**O primeiro objetivo específico pretendeu avaliar as vantagens pedagógicas das funcionalidades de manipulação 3D do Zygote Body.**

Dos resultados obtidos podemos concluir que de acordo com a perceção dos alunos, a funcionalidade de **rotação** permite conhecer melhor a forma dos órgãos assim como a posição relativa dos mesmos. A funcionalidade de **aproximação (zoom)** proporcionou uma melhoria ao nível do conhecimento da forma dos órgãos. A funcionalidade de **ver o corpo por camadas** (de fora para dentro) auxilia a ter uma visão global de todo o corpo e da integração entre os vários sistemas. Por último, em relação à funcionalidade de **esbatimento** os resultados sugerem que ajuda a focalizar a atenção no órgão que está a ser ensinado e também a perceber a localização dos órgãos mais escondidos.

Estes resultados parecem ir ao encontro da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia na medida em que a alteração da forma como se apresentou a informação (permitida pelas funcionalidades **rotação** e **mudança de escala**) influenciou positivamente a perceção dos alunos, traduzindo-se numa melhoria do processo de ensino dos conceitos propostos. Por outro lado, o efeito de redução da quantidade de informação, permitido pelas funcionalidades de **ver o corpo por camadas** (de fora para dentro) e **transparência** (parcial e total), permite evitar a sobrecarga cognitiva, tendo consequências positivas ao nível do ensino dos objetivos educacionais propostos.

**O segundo objetivo específico pretendeu conhecer o papel do professor no uso do Zygote Body, enquanto *software* interativo e aberto.**

O estudo revelou que a maioria dos alunos prefere que a inclusão do **3D virtual em contexto educacional seja complementada com materiais clássicos (manual do aluno)**. Ou seja, os alunos preferem a heterogeneidade de *media*: o 3D e o 2D.

A metodologia usada permitiu que os alunos comparassem *media* diferentes. De acordo com a sua percepção reconheceram vantagens na metodologia usada para abordar os conteúdos, uma vez que a maioria considera que o novo *media* introduzido em contexto educativo os **ajudou a compreender melhor as imagens representadas em 2D nos manuais**. Também consideram que a implementação da proposta com uso da nova ferramenta **melhorou o processo de ensino**. A maioria dos alunos prefere que o **professor dê maior peso ao software de manipulação 3D** do que aos materiais clássicos, apesar de os considerarem indispensáveis.

Ainda de acordo com a percepção dos alunos, a maioria está satisfeita com a **metodologia usada pelo professor em contexto de aula**, considerando que a **linguagem usada durante a utilização orientou a aprendizagem** e que as mudanças de perspetiva permitidas pelo programa **não causaram desorientação**. Os resultados também parecem indicar que a maioria os alunos prefere que o uso deste programa seja feita pelo **professor**, apesar de também admitirem que é um programa que pode ser facilmente usado por eles. Sobre as atividades pedagógicas feitas com o programa Zygote Body identificaram-se ainda as seguintes opiniões: **melhor aprendizagem, maior motivação, aula mais interessante, inovador** e maior **relação com a realidade**.

A principal conclusão retirada neste estudo foi que a manipulação do **3D virtual para o ensino da morfologia do corpo humano ajuda a complementar o conteúdo representado em 2D nos manuais**, eliminando algumas dúvidas provocada pela perspetiva “*infeliz*” em que se encontram algumas imagens. **A mudança de perspetiva e simplificação de conteúdos** evidenciam ser importantes para compreender / ensinar o corpo humano com a tecnologia que foi implementada. Por outro lado, ao oferecer um modelo mais realista com uma metodologia adequada, pode-se contribuir para uma melhoria da aprendizagem, visto exigir-se menos esforço (processamento) para a representação mental dos objetos, indo ao encontro dos principais pressupostos da Teoria de Richard Mayer.

O 3D ajuda a compreender os manuais, pois os alunos parecem preferir que a tecnologia de manipulação 3D seja integrada **juntamente** aos materiais clássicos. Assim, este estudo sugere que se deve encorajar os professores a entender / relacionarem-se melhor com o 3D enquanto *media* de ensino. Este *media* permite interação (ou seja, pode ser rodado, ampliado, simplificado, etc) que pode ter vantagens pedagógicas no que diz respeito a complementar as limitações inerentes aos materiais visuais apresentados nos “*materiais clássicos*”.

Mayer (2009) e o seu cognitivismo multimédia defende que, enquanto teoria de aprendizagem, o cognitivismo pode ser especialmente útil em sistemas interativos uma vez que conseguem fazer aquilo que não é possível fazer com meios tradicionais ou seja, as técnicas pedagógicas podem ser as mesmas, contudo a tecnologia permite implementar melhor os seus princípios.

## 7.2 LIMITAÇÕES NO CONTEXTO

Uma das limitações na implementação da proposta didática deste estudo foi a limitação do *hardware* dos computadores portáteis e dos computadores das salas de informática, pelo que foi necessário recorrer a um computador portátil pessoal, com capacidades superiores de processamento em termos de placa gráfica (ainda uma condicionante do 3D) para que a aplicação pudesse funcionar corretamente. Outra limitação foi a velocidade de acesso à *internet*, uma vez que este programa em concreto requer uma ligação rápida e constante ao *site* que o disponibiliza. A velocidade de acesso à internet nem sempre foi suficientemente célere para permitir uma utilização satisfatória, o que levou a que o professor utilizasse, algumas vezes, uma ligação de banda larga. Este facto levou mesmo a provocar agitação e distração de alguns alunos.

## 7.3 TRABALHO FUTURO

O projeto desenvolvido neste estudo seguiu uma metodologia centrada preferencialmente no professor, mas outros projetos podem ser desenvolvidos com este programa de manipulação 3D se forem exploradas metodologias de ensino mais centradas no aluno, em particular o método IBSE – *Inquiry-Based Science Education* - aprendizagem baseada na resolução de problemas em que o computador pode ser usado para investigação e resolução de problemas da vida real ou propostos pelos alunos.

Outra linha de investigação que emerge deste estudo será o impacto destes programas para promoção da motivação e interesse pelo conhecimento da anatomia humana. Os resultados deste estudo também permitem levantar algumas questões interessantes, em particular o facto de os alunos referirem a necessidade do complemento entre manuais clássicos em 2D / materiais informáticos interativos em 3D.

Existirão ainda limitações no Zygote Body que levem os alunos a não o considerar ser um material de estudo sem necessidade de recorrer a um manual (a ausência de funcionalidades no programa que permitam o aluno tirar apontamentos, por exemplo?). Dito de outro modo, o que torna um manual “clássico” um suporte privilegiado de estudo? Pode um suporte informático ser adaptado para ser um material de estudo?



## BIBLIOGRAFIA

Alessi, S., & Trollip, S. (2001). *Multimedia for Learning* (3rd ed.). Massachusetts: Allyn and Bacon.

Asenova, A., & Reiss, M. (2011). The role of visualization of biological knowledge in the formation of sets of educational skills. *Списание на Софийския Университет за електронно обучение*, (1) 1-9 Retirado em 27 de março de 2012 de <http://journal.e-center.uni-sofia.bg/f/downloads/2011/Broi%201/A.Asenova.pdf>

Bamford, A. (2011). *The 3D in Education White Paper*. Retirado em 15 de janeiro de 2013 de [http://www.dlp.com/downloads/The\\_3D\\_in\\_Education\\_White\\_Paper\\_US.pdf](http://www.dlp.com/downloads/The_3D_in_Education_White_Paper_US.pdf)

Bardin, L. (2004). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.

Bento, J., & Gonçalves, V. (2011). Ambientes 3D no processo de ensino e aprendizagem. *EDUSER*, 3(1), 45-58. Retirado em 10 de fevereiro de 2012 de <https://www.eduser.ipb.pt/index.php/eduser/article/viewFile/67/42>

Blume, A., Chun, W., Kogan, D., Kokkevis, V., Weber, N., Petterson, R., & Zeiger, R. (2011). *Google Body: 3D Human Anatomy in the Browser*. Retirado em 20 de maio de 2012 de <http://webstaff.itn.liu.se/~perla/Siggraph2011/content/talks/09-blume.pdf>

Bodgan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.

Breisinger, M., Höllerer, T., Höllerer, J., & Folsom, D. (2006). Implementation and Evaluation of a 3D Multi Modal Learning Environment In: P. Kommers & G. Richards (Eds.), *Proc. of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications (ED-MEDIA)*. Orlando: AACE, 2282–2289. Retirado em 12 de abril de 2012 de <http://www.cs.ucsb.edu/~holl/pubs/Breisinger-2006-EdMedia.pdf>

Brenton, H., Hernandez, J., Bello, F., Strutton, P., Purkayastha, S., Firth, T., & Darzi, A. (2007). Using multimedia and Web3D to enhance anatomy teaching. *Computers & Education*, 49(1), 32-53. Retirado em 10 de fevereiro de 2012 de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131505000837>

Calado, I. (1994). *A utilização educativa das imagens*. Editora: Porto Editora.

Campos, C., & Delgado, Z. (2008). *Viver melhor na Terra – Ciências Naturais 9º ano*. Lisboa: Texto Editores.

Clark, R., & Craig, T. (1992). Research and theory on multimedia learning effects. In M. Giardina (Ed.), *Interactive multimedia learning*. Berlin: Springer-Verlag, 19-30.

Coutinho, C. (2011). *Metodologia de investigação em Ciências Sociais e Humanas: teoria e prática*. Coimbra: Almedina.

David, N. (2005). Mental Models: Theoretical issues for visualizations in science education. In J. Gilbert (Ed.), *Visualization in Science Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 43-60.

Fino, C. (2003). Avaliar software “educativo”. in P. Dias & C. Freitas (Org) *Atas da III Conferência Internacional de Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação: Desafios / Challenges 2003*. Braga: Centro de Competência Nónio Século XXI da Universidade do Minho, 686-694. Retirado em 10 de junho de 2012 de <http://www3.uma.pt/carlosfino/publicacoes/16.pdf>

Fiscarelli, S., Oliveira, L., & Bizelli, M. (2009). *Desenvolvimento de animações para o ensino de Química : fundamentos teóricos e desenvolvimento*. Retirado em 24 de março de 2012 de <http://www.calculo.iq.unesp.br/PDF/deseanima-teometodo.pdf>

Freixo, M. (2010). *Metodologia Científica – Fundamentos, Métodos e Técnicas*. Lisboa: Instituto Piaget.

Gardner, H. (2006). *Multiple intelligences: New horizons*. New York: Basic Books. Retirado em 20 de maio de 2012 de <http://books.google.com/books>.

Gilbert, J., & Boulter, C. (2000). *Developing models in science education*. Holanda: Kluwer.

Gilbert, J. (2005). Visualization: A Metacognitive Skill In Science and Science Education. In J. Gilbert (Ed.), *Visualization in Science Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 9-27.

Giordano, V., Amaral, N., Soares, M., Pallottino, A., Albuquerque, R., Santos N., José F., Souza, F., & Miguel F. (2011). Fratura da escápula: resultados do tratamento



cirúrgico em 15 pacientes. *Revista Brasileira de Ortopedia*, 46(1), 28-33. Retirado em 4 de outubro de 2013 de [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_serial&pid=0102-3616&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_serial&pid=0102-3616&lng=en&nrm=iso)

Gobert, J. (2005). Leveraging Tecnology and Cognitive Tehory on Visualization to Promote Students Science. In J. Gilbert (Ed.), *Visualization in Science Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 73-90.

Huk, T., Mattias, S., & Floto, C. (2010). The educational value of visual cues and 3D-representational format in a computer animation under restricted and realistic conditions. *Instructional Science*, 38 (5), 455-469. Retirado em 24 de março de 2012 de <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11251-009-9116-7>

Keating, T., Barnett, M., Barab, S., & Hay, E. (2002). The Virtual Solar System Project: Developing Conceptual Understanding of Astronomical Concepts Through Building Three-Dimensional Computational Models. *Journal of Science Education and Technology*, 11 (3), 261-275. Retirado em 24 de março de 2012 de <http://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1016024619689>

Kelc, R. (2012). Zygote Body: A New Interative 3- Dimensional Dadactical Tool for Teaching Anatomy. *Webmed Central*, 3(1), 1-14. Retirado em 15 de maio de 2012 de [http://www.webmedcentral.com/wmcpdf/Article\\_WMC002889.pdf](http://www.webmedcentral.com/wmcpdf/Article_WMC002889.pdf)

Korakakis, G., Pavlatou, E., Palyvos, J., & Spyrellis, N. (2009). 3D visualization types in multimedia applications for science learning: A case study for 8th grade students in Greece. *Computers & Education*, 52(2), 390-401. Retirado em 24 de maço de 2012 de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131508001449>

Korakakis, G., Boudouvis, A., Palyvos, J., & Pavlatou, E. (2011). The impact of 3D visualization types in instructional multimedia applications for teaching science. *Social and Behavioral Sciences*, 31(2012), 145-149. Retirado em 24 de março de 2012 de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042811029612>

Laugksch, R. (2000). Scientific literacy: a conceptual overview. *Science Education*, 84 (1), 71-94. Retirado em 22 de abril de 2012 de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/%28SICI%291098-237X%28200001%2984:1%3C71::AID-SCE6%3E3.0.CO;2-C/pdf>

- Mayer, R. (2001). *Multimedia learning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mayer, R. (2009). Teoria cognitiva da aprendizagem multimédia. In G. Miranda (Org.), *Ensino online e aprendizagem multimédia*. Lisboa: Relógio D'Água, 207-235.
- Mayer, R., & Anderson, R. (1991). Animations need narrations: An experimental test of a dual-coding hypothesis. *Journal of Educational Psychology*, 83(4), 484 - 490. Retirado em 21 de janeiro de 2012 de <http://psycnet.apa.org/index.cfm?fa=buy.optionToBuy&id=1992-07871-001>
- Mayer, R., & Sims, V. (1994). For Whom Is a Picture Worth a Thousand Words? Extensions of a Dual-Coding Theory of Multimedia Learning. *Journal of Educational Psychology*, 86(3), 389 - 401. Retirado em 21 de janeiro de 2012 de <http://psycnet.apa.org/index.cfm?fa=buy.optionToBuy&id=1995-00422-001>
- Mayer, R., & Moreno, R. (2003). Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 43-52. Retirado em 22 de janeiro de 2012 de [http://www.uky.edu/~gmswan3/544/9\\_ways\\_to\\_reduce\\_CL.pdf](http://www.uky.edu/~gmswan3/544/9_ways_to_reduce_CL.pdf)
- Ministério da Educação. (2001). *Ciências Físicas e Naturais. Orientações Curriculares 3º ciclo*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Novak, J. (2000). *Aprender, criar e utilizar o conhecimento*. Lisboa: Plátano Editora.
- Oliveira, M. (1991). *Didáctica Da Biologia*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Paivio, A. (1990). *Mental representations: A dual-coding approach*. New York: Oxford University Press. Retirado em 15 de abril de 2012 de <http://books.google.com/books>.
- Pardal, L., & Correia, E. (1995). *Métodos e técnicas de investigação social*. Porto: Areal Editores.
- Perry, M. (2012). *Zygote Body Free 3D Human Anatomy App Review*. Retirado em 5 de dezembro de 2012 de <http://www.builtlean.com/2012/03/29/zygote-body/#more-7585>

Pommerta, A., Höhnea, K., Pflessner, B., Richter, E., Riemer, M., Schiemann, T., Schubert, R., Schumacher, U., & Tiede, U. (2001). Creating a high-resolution spatial/symbolic model of the inner organs based on the Visible Human. *Medical Image Analysis*, 68 (3), 221-228. Retirado em 10 de maio de 2012 de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11524228>

Ponte, J. (1999). Didáticas específicas e construção do conhecimento profissional. In J. Tavares, A. Pereira, A. Pedro, & H. Sá (Org) *Actas do IV Congresso da SPCE: Investigar e formar em educação*. Porto: SPCE, 59-72. Retirado em 10 de julho de 2012 de [http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt%5C99-Ponte\(Aveiro\).pdf](http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt%5C99-Ponte(Aveiro).pdf)

Portal do Professor. (2008). *O corpo humano masculino*. Retirado de <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/recursos/10533/homem.swf> em 4 novembro de 2013

Quivy, R., & Campenhoudt, L. (2008). *Manual de Investigação em Ciências Sociais*. (5ªEd). Lisboa: Edições Gradiva.

Santos, F. (2010). *Sistema de controlo de versões em mundos virtuais para negociação de configurações espaciais*. Tese de doutoramento. Universidade de Trás os Montes e Alto Douro. Retirado em 12 março de 2012 de <http://hdl.handle.net/10348/2188>

Serafim, M., & Sousa, R. (2011). O vídeo digital integrado ao contexto escolar. In R. Sousa, F. Moita, & A. Carvalho (Ed.), *Tecnologias Digitais na Educação*. Campina Grande: eduepb, 19-50. Retirado em 10 de maio de 2012 de <http://books.scielo.org/id/6pdyn/02>

Stieff, M., Bateman, R., & Huttal, D. (2005). Teaching and Learning With Three-Dimensional Representations. In J. Gilbert (Ed.), *Visualization in Science Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 93-120.

Sweller, J. (2003). Evolution of human cognitive architecture. In B. Ross (Ed.), *The Psychology of Learning and Motivation Psychology of Learning and Motivation*. San Diego: Academic Press, vol. 43, 215-266.

Tuckman, B. (2000). *Manual de investigação em Educação*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Tversky, B. (2005). Prolegomenon to scientific visualizations. In J. Gilbert (Ed.), *Visualization in Science Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 29-42.

UNESCO (2002). *Forum on the Impact of Open Courseware for Higher Education in Developing Countries- FINAL REPORT*. Paris. Retirado em 23 de junho de 2012 de <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001285/128515e.pdf>

Vidal, B. (2011). *Interactive simulations for health education: a case study on the cardiovascular disease in Portugal*. Tese de Mestrado. Instituto Superior Técnico. Retirado em 15 de janeiro de 2012 de <https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/1001481/1/dissertacao.pdf>

ANEXOS:

## ANEXO I

### **Pedido de autorização para a realização de atividades com o seu educando (a).**

Eu, Sérgio Ricardo Brandão Teixeira, professor da disciplina de Ciências Naturais do seu educando (a) venho, por este meio, solicitar a sua autorização para que o (a) seu (sua) educando (a) possa participar numa atividade no âmbito de um projeto de Mestrado em Utilização Pedagógica das TIC.

Neste projeto, pretende-se que o aluno responda a um **questionário** de avaliação de uma tecnologia educativa (visualização do corpo a três dimensões – 3D).

Comprometo-me a garantir que os dados recolhidos neste inquérito são confidenciais e usados somente no âmbito deste projeto de mestrado.

Agradeço a colaboração de V. Ex.<sup>a</sup>, solicito que assine a seguinte declaração, devendo depois destacá-la e devolvê-la.

Com os meus melhores cumprimentos,

\_\_\_\_\_  
Sérgio Teixeira

Benedita, maio de 2012.

-----  
Declaro que **autorizo** / **não autorizo** (riscar o que não interessa) o meu educando (a) \_\_\_\_\_ a participar na atividade conduzida pelo professor Sérgio Teixeira.

Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / 2012

Assinatura: \_\_\_\_\_

## ANEXO II

### **Pedido de autorização para a realização de investigação.**

Exmo.

Sr. Diretor do Externato Cooperativo da Benedita

Venho por este meio solicitar, a V. Ex.<sup>a</sup>., autorização para realizar o meu estudo nesta escola, com alunos do 9º ano de escolaridade (turmas F e G) no âmbito de um projeto de Mestrado em Utilização Pedagógica das TIC.

Neste projeto pretendo investigar junto dos alunos qual a sua opinião sobre a introdução de um programa que permite a manipulação 3D virtual no ensino do corpo humano. Pretende-se que os alunos respondam no fim da implementação da proposta didática a um questionário de avaliação desta tecnologia educativa.

Comprometo-me a garantir que os dados recolhidos são confidenciais e usados somente no âmbito deste projeto de mestrado.

Agradeço a colaboração de V. Ex.<sup>a</sup>;

Atenciosamente;

---

Sérgio Teixeira

---

O Diretor do ECB

### ANEXO III

#### **Informação ao participante:**

*Durante o terceiro período nas aulas de CN o teu professor realizou atividades em ambientes 3D para ensinar alguns aspetos da anatomia do corpo humano, assim como esclarecer algumas dúvidas que foram surgindo durante a aula.*

*Este questionário tem como objetivo recolher informação sobre a utilização da ferramenta Zygote Body pelo professor na sala de aula para um estudo no âmbito de uma tese de mestrado.*

*A resposta a este questionário é fundamental para o prosseguimento deste estudo. A informação fornecida é estritamente confidencial e anónima. Nota que não existem respostas certas ou erradas.*

*Agradeço desde já a tua colaboração (tempo médio de preenchimento: ± 20 minutos)*

I

#### **Dados pessoais:**

Nome: \_\_\_\_\_ nº \_\_\_\_\_ turma: \_\_\_\_\_

#### **Dados académicos:**

Classificação obtida na disciplina de TIC no final do 2º período: nível \_\_\_\_\_

#### **Já jogaste jogos de computador em 3D?**

- ☐ Sim
- ☐ Não

#### **Se respondeste sim, indica com que frequência jogas esses jogos.**

- ☐ Sempre (todos os dias).
- ☐ Frequentemente (algumas vezes por semana).
- ☐ Às vezes (algumas vezes por mês).
- ☐ Raramente (algumas vezes por ano).



## II

Indica o teu grau de concordância ou discordância, relativamente a cada uma das afirmações que se seguem, marcando com um círculo o número que considerares mais apropriado. Considera que a escala de 1 a 5 e o significado de cada um dos pontos.

<b>Discordo Totalmente</b>	<b>Discordo</b>	<b>Não concordo Nem discordo</b>	<b>Concordo</b>	<b>Concordo Totalmente</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

**Indica até que ponto concordas com as seguintes afirmações sobre a representação em 3D.**

1. É mais realista (oferece um modelo mais próximo da realidade).  
1      2      3      4      5
2. Ajudou-me a perceber melhor a forma de alguns órgãos do nosso corpo.  
1      2      3      4      5
3. Ajudou-me a perceber melhor a posição relativa dos vários órgãos.  
1      2      3      4      5
4. Fez-me perceber melhor os conceitos.  
1      2      3      4      5
5. Quais as vantagens que encontras no uso do 3D em sala de aula?  
\_\_\_\_\_
6. Quais as desvantagens que encontras no uso do 3D em sala de aula?  
\_\_\_\_\_

**Indica até que ponto concordas com as seguintes afirmações sobre algumas das funcionalidades do programa usado nas aulas.**

**Mudar de perspetiva (rotação e translação):**

7. Ajudou-me a conhecer melhor a forma de um órgão.  
1      2      3      4      5
8. Ajudou-me a conhecer melhor a posição relativa dos órgãos.  
1      2      3      4      5

**Aproximar/ afastar (zoom):**

9. Ajudou-me a perceber melhor a forma de um determinado órgão.  
1      2      3      4      5

Ver o corpo de "fora" para "dentro":

10. Ajudou-me a ter “uma visão global” de todo o corpo.

1      2      3      4      5

11. Ajudou-me a ver que todos os sistemas do corpo humano estão interligados.

1      2      3      4      5

Tornar certos órgãos semi-transparentes (“Esbatidos”):

12. Ajudou a focar a minha atenção no órgão que o professor estava a ensinar.

1      2      3      4      5

Poder retirar um órgão (“delete”)

13. Ajudou-me a perceber melhor a localização de alguns órgãos que estão mais “escondidos”.

1      2      3      4      5

Indica até que ponto concordas com as seguintes afirmações sobre a utilização do ambiente 3D nas aulas pelo professor.

14. De um modo geral, prefiro que a integração das imagens a 3 dimensões nas aulas de CN seja feita... (assinala uma das seguintes opções)

- ☐ Individualmente, sem apoio do manual (impresso ou digital);
- ☐ Juntamente com o apoio do manual (impresso ou digital);
- ☐ Não considero útil a sua utilização;
- ☐ Outra, qual?

15. Ajudou-me a perceber melhor as figuras dos manuais (impresso ou digita).

1      2      3      4      5

16. Prefiro que o professor use mais os manuais (impresso ou digita) nas aulas do que o ambiente 3D para realizar atividades pedagógicas.

1      2      3      4      5

17. De um modo geral o professor, ensinou melhor / melhorou a qualidade do processo de ensino.

1      2      3      4      5

18. No geral, estás satisfeito com o modo como o professor usou o programa.

1      2      3      4      5

19. Qual a tua opinião sobre atividades feitas com recurso a programas que assentam no uso de modelos 3D?

20. A linguagem do professor durante a utilização do programa foi pertinente para orientar as aprendizagens.

1      2      3      4      5

21. Quando o professor manipulava o modelo, mudando a perspetiva em que este era visto, por vezes sentia-me desorientado por ter falta de pontos de referência.

1      2      3      4      5

**Indica a tua opinião geral sobre o programa usado em aula.**

22. O programa Zygote Body pareceu-te fácil de usar, caso tivesses de o fazer, pela observação da aula dada pelo professor?

1      2      3      4      5

23. Até que ponto consideras o programa Zygote Body adequado para ser usado pelo professor?

- ☐ Muito mau
- ☐ Mau
- ☐ Razoável
- ☐ Bom
- ☐ Muito bom

24. Até que ponto consideras o programa Zygote Body adequado para ser usado nas aulas pelos alunos?

- ☐ Muito mau
- ☐ Mau
- ☐ Razoável
- ☐ Bom
- ☐ Muito bom