



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Ciências Sociais e Humanas

**A utilização da mesa interativa por multitoque na sala
de aula e o seu impacte na aprendizagem de conteúdos
de Astronomia**

Helder José Carvalheiro Ramalho

Tese para obtenção do Grau de Doutor em
Educação
(3.º Ciclo de Estudos)

Orientadora: Prof. Doutora Maria de Fátima de Jesus Simões
Coorientador: Prof. Doutor Paulo André de Paiva Parada

Covilhã, junho de 2019

Ao meu filho e à minha esposa

Agradecimentos

A tese que agora apresentamos é o resultado de um grande esforço e dedicação conseguido ao longo de vários anos. É justo afirmar que foi preciosa a ajuda dos nossos orientadores, dos nossos colegas professores e dos nossos alunos, sem os quais não seria possível a conclusão deste projeto que encerra um importante período da nossa vida. Com todos eles temos uma enorme dívida de gratidão, pois, sem qualquer dúvida, contribuíram para as nossas reflexões e escrita. Assim, nesta ocasião, não poderíamos deixar de agradecer o apoio e o estímulo de todos esses atores que tornaram possível a apresentação deste trabalho:

À orientadora, Professora Doutora Fátima Simões, o nosso maior agradecimento pela disponibilidade, orientação e auxílio ao longo desta caminhada e pela partilha do seu conhecimento profundo.

Ao coorientador, Professor Doutor Paulo Parada, também o maior grande agradecimento pelas orientações e ideias partilhadas ao longo deste percurso, as quais constituíram fonte de inspiração.

À diretora de curso, Professora Doutora Luísa Branco, por ter sido decisiva para a minha inscrição no 3.º ciclo de estudos.

À Diretora do Agrupamento de Escolas de Paião, professora Ana Paula Carrito, pelo seu grande interesse na implementação da nossa investigação e por ter disponibilizado os meios materiais, humanos e financeiros, sem os quais não seria possível o desenvolvimento e a concretização deste projeto.

Às professoras Cláudia Machado e Cristina Santos por terem disponibilizado os seus alunos para participarem na investigação, o nosso muito obrigado.

Aos alunos das turmas B e D do sétimo ano que, pacientemente, responderam aos desafios propostos de forma entusiasta e que, amavelmente, se disponibilizaram no preenchimento dos inquéritos, a nossa gratidão.

À professora Helena Ramos, pela partilha de ideias.

Ao meu filho e à minha esposa, agradeço o apoio dado e a compreensão mostrada quando privados da minha presença.

À Universidade da Beira Interior pelo apoio e qualidade dos serviços prestados.

Resumo

A Mesa Interativa por Multitoque (MIM) é um ecrã de grandes dimensões com tecnologia *touch-screen de ecrã tátil*, disposto horizontalmente, que funciona de modo análogo ao *tablet*, mas com a vantagem de permitir vários utilizadores em simultâneo. Alguns autores referem que as MIM estarão disseminadas pelas escolas num futuro muito próximo e já existem vários estudos que apresentam evidências dos efeitos positivos que estas mesas têm na aprendizagem, embora não sejam abundantes as pesquisas realizadas com estes dispositivos em contextos educativos reais. Algumas das empresas que comercializam os quadros interativos multimédia que equipam as nossas escolas também já apresentam a MIM como uma solução educativa, pois depressa se aperceberam das vantagens que a combinação do multitoque/ multiutilizadores permite no âmbito do trabalho cooperativo entre alunos. Estes dispositivos comercializam-se atualmente com preços proibitivos, pelo que são muito poucas as nossas escolas que as possuem. No entanto, existem soluções funcionais de baixo custo que são possíveis de implementar nas salas de aula, embora haja necessidade de uma plataforma multitoque acessível aos professores para construir os seus recursos educativos. Assim, neste trabalho apresentamos um estudo piloto da construção de uma mesa interativa por multitoque *low cost de baixo custo*, a ser utilizada por alunos na faixa etária dos 11-15 anos de idade, a qual testámos com um pequeno grupo cooperativo de três elementos numa experiência de ensino-aprendizagem no ano letivo 2015/16. O principal objetivo da nossa investigação foi averiguar qual o impacto direto que a utilização dessas mesas tem nos resultados da aprendizagem da Física. Este trabalho apresenta também as conclusões de um estudo empírico que realizámos numa sala de aula do Agrupamento de Escolas de Paião (Figueira da Foz), utilizando como recursos educativos três Mesas Interativas por Multitoque. A pesquisa foi desenvolvida durante o ano letivo de 2016/17 com uma turma experimental do 7.º ano de escolaridade no âmbito da disciplina de Físico-Química. Realizámos quatro experiências de ensino-aprendizagem, tendo nós, o professor investigador, elaborado previamente recursos educativos digitais multitoque para serem explorados pelos alunos, em grupo, com as mesas. A metodologia de trabalho de grupo que implementámos teve por base a aprendizagem cooperativa, concretamente o método “cabeças numeradas juntas” que é o indicado para atividades de revisão de conteúdos. Na aula seguinte à utilização da mesa, os alunos da turma experimental foram sujeitos a uma mini ficha de avaliação formativa e individual cujas questões incidiram nos conteúdos explorados com as MIM. Outros alunos de uma turma diferente (turma de controlo), não sujeitos às mesmas estratégias e recursos, realizaram também a mesma mini ficha de avaliação, tendo os seus resultados sido comparados com os da turma experimental. Mais tarde, todos os alunos do 7.º ano deste Agrupamento foram avaliados nos mesmos conteúdos através de uma ficha de avaliação formativa. A comparação e análise de todos os resultados sugere que a utilização sistemática

das MIM na sala de aula tem consequências positivas no sucesso educativo dos alunos e na sua motivação para as aprendizagens.

Palavras-chave

Mesa interativa por multitoque, aprendizagem cooperativa, aprendizagem significativa, aprendizagem ativa, motivação, mesa interativa em contexto educativo

Abstract

The Interactive Multi-Touch Table is a large size touch screen display laid out horizontally. It works like a tablet, but it has the advantage of allowing several simultaneously interacting users. Some authors assert that these tables will be widespread throughout schools in a near future and there are several studies that present evidence of the positive effects that these tables have on learning. However, the research done with these devices in real educational contexts isn't abundant. Some of the companies that sell the interactive multimedia whiteboards that equip our schools, currently also offer the multi-touch table as an educational solution, because they were quick to realize the advantages that the multi-touch / multi-user combination brings to the collaborative work between students. These devices currently are marketed with prohibitively expensive prices, so very few schools have them, however, there are low cost functional solutions that it is possible to implement in classrooms, although there is a need for an accessible multi-touch platform on which teachers can build their educational resources. So, in this work we present a pilot study of the construction of an interactive low-cost multi-touch table, to be used by students aged 11-15 years old, which we validated with a small cooperative group of three elements in a real learning experience. This study also synthesizes the conclusions of a qualitative study that we conducted in a classroom of the Agrupamento de Escolas do Paião (Figueira da Foz), using as educational resources three Interactive Multi-touch Tables (IMT). The research was developed during the year of 2016/17 with an experimental group of the 7th year of schooling within the discipline of Physics and Chemistry. We performed four teaching-learning experiences, and we, as researcher, previously developed digital multi-touch educational resources to be explored by the students, in a group, with the tables. The methodology of group work that we implemented was based on cooperative learning, concretely the "numbered heads together" method that is indicated for content review activities. In the class following the use of the table, the students of the experimental group were subject to a small and individual evaluation test whose questions focused on the contents explored with the IMT. Other students from a different class (control group), not subject to the same strategies and resources, also performed the same small and individual evaluation test, and their results were compared with those of the experimental group. Later, all the students of the 7th year of schooling of this Agrupamento were evaluated in the same contents through a formative evaluation test. Our main objective of the investigation was to investigate the direct impact that the use of these tables has on the results of the learning of Physics. The comparison and analysis of all the results suggests that the systematic use of the Interactive Multi-touch Tables in the classroom has positive consequences on the educational success of students and their motivation for learning.

Keywords

Multi-touch interactive table, interactive tabletop, cooperative learning, meaningful learning, active learning, motivation, interactive table in an educational context

Índice

Lista de Figuras	xv
Lista de Quadros	xix
Lista de Gráficos	xxi
Lista de Acrónimos	xxii
Introdução	1
Capítulo I - Fundamentação teórica	5
1- A aprendizagem significativa na sala de aula	7
1.1- A importância dos conhecimentos prévios na aprendizagem	7
1.2- Processos de aprendizagem significativa	10
1.3- Aprendizagem significativa crítica	12
1.4- Reflexões sobre a importância da aprendizagem significativa	14
2- Aprendizagem cooperativa na sala de aula	17
2.1- Aprendizagem e desenvolvimento	17
2.2- Aprendizagem cooperativa como estratégia pedagógica	18
2.3- Aprendizagem cooperativa <i>versus</i> aprendizagem colaborativa	19
2.4- Os pilares da aprendizagem cooperativa	20
2.5- Os grupos cooperativos e os papéis dos alunos	21
2.6- Métodos de aprendizagem cooperativa	23
2.7- Algumas reflexões sobre a aprendizagem cooperativa	26
3- A importância da motivação na aprendizagem	29
3.1- O conceito de motivação humana	29
3.2- Motivação intrínseca e motivação extrínseca	30
3.3- Motivação para a aprendizagem na escola	31
3.4- Algumas reflexões sobre a motivação escolar.....	34
4- As TIC no contexto educativo	35
4.1- A introdução das tecnologias no quotidiano escolar atual	35
4.2- Impacto das TIC no processo ensino-aprendizagem	37
4.3- Reflexões sobre o uso das TIC na escola	41
5- Estudos com MIM na educação	43
5.1- A escassez de estudos realizados com mesas interativas	43
5.2- Impacto das mesas interativas na educação	44
5.3- <i>Design</i> das MIM para a educação	47
6- As superfícies de toque	51
6.1- A evolução dos ecrãs táteis	51
6.2- A mecânica dos ecrãs táteis	53

6.3-	As tecnologias táteis	55
6.3.1-	Tecnologia ótica	55
	a) <i>Frustrated Total Internal Reflection</i>	56
	b) <i>Rear Diffused Illumination</i>	56
	c) <i>Laser Light Plan</i>	57
	d) <i>LED-Light Plane</i>	58
	e) <i>Diffused Surface Illumination</i>	58
6.3.2-	Tecnologia capacitiva	59
6.3.3-	Tecnologia resistiva	59
6.3.4-	Tecnologia acústica	60
Capítulo II	Investigação Empírica	61
7-	Problema e questões de investigação	63
8-	Construção do instrumento: protótipo de mesa interativa para a educação formal	67
8.1-	Mesas interativas para a educação	67
8.2-	Escolha da tecnologia tátil	70
8.3-	Construção do protótipo	72
8.4-	Teste de plataformas multitoque	76
9-	Contextualização da investigação	79
9.1-	Projeto Educativo da escola onde se realiza o estudo	79
9.2-	Avaliação Externa	80
9.3-	Sucesso académico	80
10-	Estudo 1: validação do instrumento	85
10.1-	Objetivo	85
10.2-	Método	85
	10.2.1- Participantes	85
	10.2.2- Instrumentos	87
	10.2.3- Procedimentos	88
10.3-	Resultados: Análise qualitativa e descrita	92
10.4-	Discussão dos resultados do estudo 1	94
11-	Estudo 2: Experiências de ensino-aprendizagem com recurso a múltiplas mesas interativas por multitoque na sala de aula	97
11.1-	“Touchin’ box” na sala de aula	97
11.2-	Objetivo	99
11.3-	Método	99
	11.3.1- Participantes no estudo	100
	11.3.2- Instrumentos de recolha de dados	102
	11.3.3- Procedimentos	104
	a) As atividades com as mesas interativas	104
	a.1- Código Galáctico	105
	a.2- As Medidas do Universo	107
	a.3- Vizinhos do Sol	110
	a.4- As Fases da Lua	112

b) Formação dos grupos	114
c) Os grupos e os papéis dos alunos	115
11.4- Resultados: Análise qualitativa e descrita	116
11.4.1- Respostas dos alunos ao questionário prévio sobre trabalhos de grupo na sala de aula	116
11.4.2- Respostas dos alunos às fichas de autoavaliação	119
11.4.3- Resultados dos alunos nas mini fichas de avaliação formativa	124
10.4.4- Resultados dos alunos na ficha de avaliação formativa	129
11.5- Discussão dos resultados do estudo 2	134
11.6- Discussão geral dos dois estudos	139
Conclusões	141
Considerações finais e limitações	145
Referências bibliográficas	147
Anexo A - Ficha de Avaliação de Físico-Química/ turma dos alunos que testaram a protótipo	
Anexo B- Questionário prévio sobre trabalho de grupo na sala de aula	
Anexo C- Código do trabalho cooperativo estabelecido com os alunos	
Anexo D1- Ficha de autoavaliação 1 sobre a prestação individual, dos grupos e dos dispositivos	
Anexo D2- Ficha de autoavaliação 2 sobre a prestação individual, dos grupos e dos dispositivos	
Anexo D3- Ficha de autoavaliação 3 sobre a prestação individual, dos grupos e dos dispositivos	
Anexo D4- Ficha de autoavaliação 4 sobre a prestação individual, dos grupos e dos dispositivos	
Anexo E- Mini ficha sobre a atividade 1 - O Código Galáctico	
Anexo F- Mini ficha sobre a atividade 2 - As Medidas do Universo	
Anexo G- Mini ficha sobre a atividade 3- Vizinhos do Sol	
Anexo H- Mini ficha sobre a atividade 4- As Fases da Lua	
Anexo I- 1.ª Ficha de Avaliação do 7.º ano	
Anexo J- 2.ª Ficha de Avaliação do 7.º ano	
Anexo L- Autorização de uso de dados do Agrupamento	

Anexo M- Planificação da Unidade Didática/ Domínio Espaço

Lista de Figuras

Figura 1: Variações contínuas das aprendizagens significativa/ memorística e aprendizagem recetiva/ aprendizagem por descoberta e diferentes atividades representativas destes tipos de aprendizagens. Adaptado de Novak e Gowin, 1984, p. 24.

Figura 2: Grupos de alunos a trabalhar em mesas interativas no âmbito do projeto *SynergyNet Multi-touch in Education* - Adaptado de Mercier e Higgins, (2012), p.15.

Figura 3: Classificação de nível superior e inferior da tipologia das mesas interativas (adaptado de Higgins et al., 2011, p.526).

Figura 4: Ecrã interativo do computador PLATO IV. Adaptado de Martinet (2011), p.14.

Figura 5: A mesa interativa The DigitalDesk. Adaptado de The DigitalDesk calculator: tangible manipulation on a desk top display, p.28, Wellner (1991).

Figura 6: A primeira mesa Interativa por multitoque comercializada pela Microsoft. Adaptado de Shahzunique, 2008. Disponível em <http://shahzunique.blogspot.pt/2010/11/new-technology-microsoft-surfaces.html>.

Figura 7: Esquema ilustrativo do funcionamento dos três componentes principais dos sistemas gestuais. Adaptado de Saffer (2009), p. 13.

Figura 8: Componentes fundamentais e funcionamento da técnica FTIR. Adaptado de Han (2005), p. 117.

Figura 9: Componentes fundamentais e funcionamento básico da técnica RDI. Adaptado de Singla et al (2013), p. 2.

Figura 10: Componentes fundamentais e funcionamento básico da técnica LLP. Adaptado de Singla et al (2013), p. 3.

Figura 11: Componentes fundamentais e funcionamento básico da técnica LED-LP. Adaptado de Singla et al (2013), p. 3.

Figura 12: Componentes fundamentais e funcionamento básico da técnica DSI. Adaptado de Singla et al (2013), p. 2.

Figura 13: Componentes fundamentais e funcionamento básico da técnica capacitiva. Adaptado de EIZO (2010). Imagem disponível em www.eizo.com/global/library/basics/basic_understanding_of_touch_panel

Figura 14: Componentes fundamentais e funcionamento básico da técnica resistiva. Adaptado de EIZO (2010). Imagem disponível em www.eizo.com/global/library/basics/basic_understanding_of_touch_panel65

Figura 15: Componentes fundamentais e funcionamento básico da técnica acústica. Adaptado de EIZO (2010). Imagem disponível em www.eizo.com/global/library/basics/basic_understanding_of_touch_panel.

Figura 16: Um grupo colaborativo na ActivTable. Adaptado de Prometheanworld, 2017; disponível em www.prometheanworld.com.

Figura 17: Aprendizagem informal na Wingsys. Adaptado de famalicaomadein, 2016; disponível em <http://www.famalicaomadein.pt/>.

Figura 18: Pormenor da moldura de LED infravermelhos construída vista por baixo do ecrã.

Figura 19: Aspeto do CCV em funcionamento na mesa construída. É visível o conjunto dos cinco *blobs* correspondente aos cinco dedos da mão quando tocam no ecrã.

Figura 20: Esquema do interior da mesa interativa com os componentes fundamentais.

Figura 21: Aspeto final da mesa interativa que se construiu e vista dos componentes no interior.

Figura 22: Tipos de toques: toque simples, duplo e com arrastamento, respetivamente. Adaptado de Openexhibits, 2016 - disponível em <http://openexhibits.org/support/gesture-library/>.

Figura 23: Gestos com dois dedos. Adaptado de Openexhibits, 2016 - disponível em <http://openexhibits.org/support/gesture-library/>.

Figura 24: Imagens das fases da Lua utilizadas na mesa interativa. Adaptado de Maciel, 2015, p. 107 e de NASA, 2016, disponível em

<https://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/index.html>.

Figura 25: Imagem para identificação das fases principais da Lua utilizada na mesa interativa. Adaptado de Maciel, 2015, p. 107.

Figura 26: Disposição triangular dos três alunos A, B e C à volta da mesa e respectivas áreas a, b e c de manipulação do ecrã. T é a área onde todos podem interagir.

Figura 27: As imagens na mesa interativa construída e o menu inferior da aplicação *MicroSoft Collage*.

Figura 28: Grupo experimental na mesa interativa.

Figura 29: Excerto da ficha de avaliação escrita sobre as fases da Lua a que o grupo experimental e a sua turma foram sujeitos.

Figura 30: Interior da mesa interativa número 3 do projeto, em tudo idêntica à do protótipo inicial.

Figura 31: Disposição na sala de Física das três MIM construídas.

Figura 32: Trabalho de grupo de nove alunos (um turno) nas mesas interativas do projeto.

Figura 33: Momentos, procedimentos e metodologia de avaliação dos participantes no estudo.

Figura 34: Ecrã das MIM que ilustra a disposição das imagens dos astros nas três zonas pessoais de manipulação de cada aluno (esquerda, em baixo e direita).

Figura 35: Trabalho de grupo cooperativo com a Touch'in Box 1 durante a experiência de ensino-aprendizagem de “O Código Galáctico”.

Figura 36: Segundo e sétimo diapositivos da atividade “As Medidas do Universo” e as três unidades de distância manipuláveis por toque e arrasto para a zona branca (área de resposta).

Figura 37: Diapositivo inicial da segunda parte da atividade “As Medidas do Universo” e os dados em que os alunos se deveriam basear para responder.

Figura 38: Exemplo da primeira “Conta de Cabeça” da segunda atividade. Neste caso, a resposta correta seria 3 ua, pelo que seria o aluno possuidor deste objeto

resposta que, por toque e arrasto, o deslocaria para a zona central branca.

Figura 39: Trabalho de grupo cooperativo com a Touch'in Box 2 durante a experiência de ensino-aprendizagem de “As Medidas do Universo”. Aula assistida pelos elementos da Direção.

Figura 40: Ecrã das MIM que ilustra a disposição das informações a associar ao planeta Marte, de acordo com o oitavo diapositivo do recurso educativo.

Figura 41: Trabalho de grupo cooperativo com a Touch'in Box 3 durante a experiência de ensino-aprendizagem de “Vizinhos do Sol”.

Figura 42: Ecrã das MIM que ilustra a disposição das imagens necessárias para a correta identificação das fases da Lua para um observador colocado no hemisfério Norte, no âmbito do quarto recurso educativo.

Figura 43: Trabalho de grupo cooperativo com a Touch'in Box 1 durante a experiência de ensino-aprendizagem de “As Fases da Lua”.

Lista de Quadros

Quadro 1: Suposições dos três paradigmas das TIC na Educação. Adaptado de Aviram e Talmi, 2005, p. 186.

Quadro 2: Vantagens e desvantagens das configurações da tecnologia tátil ótica. Adaptado de Singla, 2013.

Quadro 3: Características dos alunos participantes no teste do protótipo.

Quadro 4: Nível médio dos alunos na escala de 1 a 5 e algumas observações sobre o empenho nas aulas.

Quadro 5: Sucesso dos alunos na resposta à questão 2.2 sobre a identificação das fases da Lua.

Quadro 6: Algumas informações pertinentes sobre o perfil da turma experimental.

Quadro 7: Habilitações académicas dos agregados familiares dos alunos da turma experimental.

Quadro 8: Os grupos de alunos nas mesas interativas e os respetivos papéis.

Quadro 9: Percentagens de respostas nas fichas de autoavaliação relativas ao desempenho dos alunos e das mesas interativas.

Quadro 10: Percentagens dos tipos de respostas dos alunos nas fichas de autoavaliação relativas ao desempenho no trabalho individual.

Quadro 11: Linhas de código em AS3 aplicado à imagem da galáxia espiral g1 que permitem o multitoque (*multitouch*) e o arrasto (*touchdrag*) do item no ecrã.

Quadro 12: Linhas de código da linguagem de programação AS3 aplicado a um item de resposta (imagem) que permite o toque (*press*) e o arrasto (*drag*) do item no ecrã.

Quadro 13: Valores da probabilidade da diferença dos dados comparativos das duas turmas em estudo relativos à avaliação dos mini fichas 1, 2, 3 e 4 realizados após a utilização dos dispositivos (pós testes).

Quadro 14: Valores da probabilidade da diferença dos dados comparativos dos grupos “turma experimental” e “restantes turmas” relativos à avaliação das fichas formativas, realizadas mais tarde, que também abordaram conteúdos das atividades 1, 2, 3 e 4 (retestes).

Quadro 15: Sucesso dos alunos *versus* aplicação utilizada em cada experiência de ensino-aprendizagem com as mesas interativas.

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Comparação da taxa de retenção dos alunos do 7.º ano da escola com a taxa de retenção nacional no mesmo ano. Adaptado de InfoEscolas (2016), disponível em <http://infoescolas.mec.pt/3Ciclo/>.

Gráfico 2: Percentagem de alunos do 7.º ano, a nível nacional, com classificação negativa às várias disciplinas em 2014/15. Adaptado de DGEEC (2017), disponível em <http://www.dgeec.mec.pt/np4/399>.

Gráfico 3: Taxas de sucesso dos alunos da escola nas disciplinas teóricas no ano letivo de 2014/15.

Gráfico 4: Comparação do insucesso dos alunos dos 7.º, 8.º e 9.º anos em 2014/15. Adaptado de DGEEC (2017). Disponível em <http://www.dgeec.mec.pt/np4/399>.

Gráfico 5: Evolução do insucesso dos alunos da escola a Físico-Química ao longo dos três períodos nos anos letivos de 2012/13, 2013/14 e 2014/15.

Gráfico 6: Instrumentos preferidos para desenvolver tarefas em grupo.

Gráfico 7: Opinião sobre os comportamentos corretos dos alunos durante as tarefas em grupo.

Gráfico 8: Importância para os alunos da atribuição de tarefas no grupo pelo professor.

Gráfico 9: Percentagens médias dos resultados nos quatro mini fichas dos alunos da turma experimental e de controlo, avaliados nos mesmos conteúdos de revisão, sendo que a cada mini ficha corresponde a respetiva atividade.

Gráfico 10: Comparação do sucesso dos alunos da turma experimental com os restantes alunos da escola em termos da percentagem média dos resultados obtidos nas questões das fichas de avaliação sobre os conteúdos programáticos abordados nas quatro experiências de ensino-aprendizagem.

Lista de Acrónimos

3D	Três Dimensões
a.l.	ano-luz
AS3	Action Script 3
CCV	Community Core Vision
CEB	Ciclo do Ensino Básico
CNJ	Cabeças Numeradas Juntas
DGEEC	Direção Geral de Estatísticas da Educação e Ciência
DIY	Do It Yourself
DSI	Diffused Surface Illumination
ERTE	Equipa de Recursos e Tecnologias Educativas
fps	frames per second
FTIR	Frustrated Total Internal Reflection
IA	Investigação-ação
IHC	Interação Humano Computador
LCD	Light Cristal Display
LED	Light Emiting Diode
LED-LP	LED-Light Plane
LLP	Laser Light Plan
Mb/s	Mega bite por segundo
MIM	Mesa Interativa por Multitoque
MS	MicroSoft
NUI	Natural User Interface
PLATO	Programmed Logic for Teaching Operation
PNPSE	Plano Nacional de Promoção do Sucesso Escolar
PUD	Planificação da Unidade Didática
RDI	Rear Diffused Illumination
RED	Recurso Educativo Digital
REDM	Recurso Educativo Digital Multitoque
SAF	Sala de Aula do Futuro
SI	Sistema Internacional
SO	Sistema Operativo
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
TED	Technology Entertainment Design
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
TUIO	Tangible User Interface Object
ua	unidade astronómica

USB Universal Serial Bus
ZDP Zona de Desenvolvimento Proximal

Introdução

O estudo que agora se apresenta situa-se no domínio do conhecimento em Educação. No entanto, tendo em conta a natureza da nossa investigação, como se trata de um projeto desenvolvido com um dispositivo tecnológico educativo - a mesa interativa por multitoque - foi necessário enveredar por outros domínios do conhecimento numa tentativa de resposta ao problema em investigação. Assim, a pesquisa cruzou áreas como a Interação Humano Computador, a Computação Ubíqua, a Didática da Física, a Psicologia da Educação, a Tecnologia Educativa, entre outras. Com este estudo, procurámos contribuir para o desenvolvimento do conhecimento nas ciências da educação e também que o mesmo tivesse impacto na nossa prática profissional, enquanto docentes de Físico-Química no 3.º ciclo do ensino básico há quase trinta anos.

O nosso objeto de estudo foi escolhido por duas razões:

- (1) Deteção de falta de motivação para o estudo e de dificuldades recorrentes de aprendizagem da Física dos alunos do 7.º ano da escola onde lecionamos, concretamente, de conteúdos no âmbito da Astronomia;
- (2) Possibilidade de implementação de mesas interativas por multitoque na sala de aula, estimulantes da aprendizagem, em princípio, sendo que estas são, provavelmente, os recursos tecnológicos mais recentes da área das tecnologias da informação e comunicação (TIC) com aplicação na educação introduzidas nas salas de aula.

O contexto específico do nosso estudo teve o foco na disciplina de Físico-Química do 7.º ano de escolaridade da Escola Básica dos 2.º e 3.º Ciclos Dr. Pedrosa Veríssimo (Paião, Figueira da Foz) onde lecionamos há vários anos. Desde há muito tempo que temos assistido a algumas dificuldades de aprendizagem e falta de interesse e de motivação por parte dos estudantes. Mas sabemos que os nossos alunos, os nativos digitais, passam várias horas do dia a realizar determinadas tarefas, possivelmente, algumas escolares, com ecrãs táteis, como os *smarphones* e os *tablets*. Aliando estes factos e consultando a literatura da especialidade, procurámos responder ao seguinte problema de investigação:

- (1) Qual é o impacto, na aprendizagem de conteúdos de Física, da utilização da mesa interativa por multitoque, por alunos, em grupo, na sala de aula?

Assim, os objetivos da investigação são:

- (1) Conceber mesas interativas por multitoque de baixo custo, tendo em conta o público-alvo;
- (2) Desenvolver, testar e validar aplicações multimédia multitoque com interesse educativo;

- (3) Desenvolver, testar e validar recursos educativos digitais multitoque (REDM), que fomentem o trabalho cooperativo entre os alunos;
- (4) Produzir e testar instrumentos de avaliação para avaliar que impacto tem a utilização das MIM na aula, nas aprendizagens formais;
- (5) Conceber e implementar uma estratégia de índole cooperativa com recurso a aplicações multimédia com interação por multitoque;
- (6) Avaliar o impacto dessa implementação ao nível das aprendizagens significativas dos alunos e do seu gosto pela aprendizagem da Física;
- (7) Produzir conhecimento científico sobre o impacto das estratégias de aprendizagem implementadas com recurso à aplicação das MIM nas aulas, abrindo caminhos para investigações futuras na área em estudo.

No nosso estudo interessou-nos compreender o fenómeno da desmotivação para a aprendizagem da Física, bem como os baixos resultados dos alunos nesta disciplina no contexto específico da nossa escola. Tratou-se, assim, de uma investigação qualitativa em educação que visa proporcionar-nos, como professores-investigadores, métodos e técnicas fundamentais para a melhoria da prática letiva. Esperamos que a mesma venha a ter implicações noutros contextos, nomeadamente de outras disciplinas, sempre na busca da melhoria do processo de ensino-aprendizagem e, conseqüentemente, do sucesso académico dos alunos.

Esta investigação partiu do princípio de que a utilização das mesas interativas por multitoque na sala de aula era possível e útil. A mesma foi centrada em dois estudos sequenciais. O primeiro diz respeito a um estudo piloto (empírico) de construção de uma mesa interativa de baixo custo e teste/validação desse protótipo com alunos num contexto educativo menos formal. O segundo estudo empírico já foi desenvolvido em sala de aula, com múltiplas mesas, também construídas propositadamente para esta investigação, tendo-se planificado, no âmbito da mesma, várias experiências de ensino-aprendizagem cujos recursos educativos foram esses dispositivos. Ambos os estudos se centraram na escolha, adaptação, conceção, implementação e avaliação de estratégias didáticas promotoras de uma aprendizagem significativa e ativa.

No que concerne à natureza da metodologia, a nossa investigação, de carácter prático, teve como finalidade analisar e refletir sobre o impacto de estratégias de aprendizagem cooperativa implementadas com recurso às mesas interativas e aos recursos educativos digitais multitoque (REDM), recorrendo aos métodos de investigação qualitativa. Tratou-se assim de uma investigação-ação centrada fundamentalmente na sala de aula onde assumimos, além do papel de professor, também o de investigador. Dividimo-la em quatro etapas: planeamento, ação, observação (avaliação) e reflexão (teorização). Este conjunto de procedimentos permitiu um novo ciclo para a investigação que, por sua vez, desencadeou novas espirais de experiências de ação reflexiva, de acordo com a dialética da investigação-

ação. A nossa metodologia assentou no modelo de Kemmis (1988), pois pretendemos contribuir para a resolução de problemas e para a compreensão das práticas educativas, considerando a interação constante dos quatro fatores atrás citados e o desenvolvimento do plano de ação com base numa informação crítica: a desmotivação dos alunos.

Durante o nosso estudo, e após o teste de aplicabilidade do protótipo de MIM a um grupo de alunos em ambiente educativo, realizámos na sala de aula de Física quatro experiências de ensino aprendizagem de Astronomia, implementando nesse espaço três mesas que foram suficientes para todos os alunos trabalharem em simultâneo. De seguida, explorámos e analisámos com consistência todo o conjunto de interações ocorridas durante o processo, tendo havido necessidade de proceder a reajustes na investigação, adaptando, assim, o plano inicialmente traçado, como será explicado mais tarde.

Esta tese encontra-se dividida em dois capítulos, sendo o Capítulo I a fundamentação teórica e o Capítulo II a investigação empírica, incluindo-se no final deste as conclusões, as considerações finais, as referências bibliográficas e os anexos que facilitam a compreensão do estudo realizado.

No Capítulo I apresenta-se a revisão da literatura da especialidade que alicerça este estudo e que está organizada em vários tópicos: a aprendizagem significativa na sala de aula, a aprendizagem cooperativa, a importância da motivação na aprendizagem, as Tecnologias de Informação e Comunicação no contexto educativo, estudos com MIM na educação, as superfícies de toque e algumas reflexões no final dos vários capítulos.

No Capítulo II apresenta-se o problema e as questões de investigação, as fases da construção do instrumento (protótipo) do primeiro estudo, a contextualização e os dois estudos empíricos. Assim, referem-se inicialmente algumas considerações sobre as mesas interativas destinadas à educação, descreve-se o estudo da construção de um protótipo de mesa interativa para a educação formal, implementado num contexto educativo da escola onde o mesmo se realizou, destacando-se as razões da escolha da tecnologia tátil para o dispositivo, a caracterização da escola e a descrição do teste do protótipo com os alunos. O segundo estudo, realizado na sala de aula de Física, foi relativo às experiências de ensino-aprendizagem com recurso às três mesas interativas por multitoque. No final resumem-se as conclusões da investigação, tecem-se as considerações finais, referindo limitações e implicações, quer ao nível do ensino e da aprendizagem, quer da investigação.

Capítulo I

Fundamentação teórica

1- A aprendizagem significativa na sala de aula

1.1- A importância dos conhecimentos prévios na aprendizagem

Uma das mais reconhecidas teorias da educação que procura conhecer a dinâmica envolvida na ação de ensinar e de aprender é a Teoria da Aprendizagem Significativa (Ausubel, Novak e Hanesian, 1980). Ao contrário dos behavioristas, “estes autores preocuparam-se com o aprender a pensar e o aprender a aprender, e não com a obtenção de comportamentos observáveis” (Vasconcelos, Praia e Almeida, 2003, p. 14). Esta teoria assenta nas ideias do construtivismo de Piaget e de Vygostky, a corrente pedagógica segundo a qual a aquisição do conhecimento aprendido por alguém é uma construção sua que ocorre quando há interação entre o indivíduo e o meio que o rodeia. No campo educativo, de acordo com as ideias construtivistas, a aprendizagem não ocorre de forma passiva, devendo o professor criar oportunidades de aprendizagem a partir da apresentação de situações problema que promovam o avanço cognitivo do aluno, ou seja, o desenvolvimento das estruturas do pensamento e do raciocínio lógico e a sua capacidade de argumentação.

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) foca-se na aprendizagem cognitiva, ou seja, as informações adquiridas são armazenadas e organizadas na mente do aprendente, sendo que esse complexo organizado se denomina de estrutura cognitiva (Praia, 2000). De acordo com a TAS, o fator mais importante para que ocorra a aprendizagem é o conhecimento prévio que o aluno já tem sobre um determinado conceito que é abordado na aula, pois as novas informações que o professor faculta sobre esse conceito vão sendo incorporadas nas estruturas do conhecimento do aluno, adquirindo, assim, significado a partir da relação com o conhecimento prévio.

Quando se dá a aprendizagem significativa, o aprendente transforma o significado lógico do material pedagógico em significado psicológico, à medida que esse conteúdo se insere de modo peculiar na sua estrutura cognitiva (Tavares, 2003). Mas “a aprendizagem significativa não é sinónimo de aprendizagem de material significativo. Em primeiro lugar, o material de aprendizagem apenas é potencialmente significativo. Em segundo, deve existir um mecanismo de aprendizagem significativa” (Ausubel, 2003, p. 1). Moreira et al. (2001) salientam que uma tarefa de aprendizagem só será potencialmente significativa para cada aluno, se disser respeito a algo lógico e plausível ou sensível e o aluno dispuser de conceitos prévios na sua estrutura cognitiva adequados para transformar o significado lógico do assunto a aprender em significado psicológico. Este mecanismo humano para adquirir vastas quantidades de informação chama-se assimilação (Ausubel, 2003).

Os conhecimentos prévios, ou ideias-âncora, são também chamados de subsunçores (Ausubel et al, 1980), ou seja, conceitos que realizam a “ancoragem” (Ausubel, 2003, p. 3) com as novas informações armazenadas na estrutura cognitiva. Em termos simples, subsunçor é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto (Moreira, 2012). A estabilidade cognitiva do subsunçor depende de como está elaborado em termos de significados e, quando serve de ideia-âncora para um novo conhecimento, modifica-se, adquirindo novos significados. Podemos dizer que “a estrutura cognitiva é um conjunto hierárquico de subsunçores dinamicamente inter-relacionados” (Moreira, 2012, p. 33), havendo subsunçores que são hierarquicamente subordinados a outros, mas essa hierarquia pode mudar se, por exemplo, houver uma aprendizagem superordenada, na qual um novo subsunçor passa a incorporar outros. Quando “uma nova ideia, um novo conceito, uma nova proposição, mais abrangente, passa a subordinar conhecimentos prévios, ocorre a chamada aprendizagem significativa superordenada” (Moreira, 2012, p.31), embora a forma de aprendizagem significativa mais comum seja a aprendizagem significativa subordinada, que começámos por abordar inicialmente.

De acordo com Valadares (2011), “a aprendizagem significativa é substantiva porque é a «substância», o «recheio» do conceito que é apreendido e não apenas um nome e/ou um enunciado sem qualquer significado para quem aprende” (p.11). Este autor propõe um esquema, idêntico a um esquema químico, para compreendermos como se processa a aprendizagem de uma nova ideia ou informação, *i*, potencialmente significativa:



S representa o subsunçor, ou seja, a ideia já estabelecida e *i'S'* será o produto interacional resultante do subsunçor prévio mas agora modificado, *S'* e da ideia, *i'*, pessoal e idiossincrásica, que o aprendente atribui à informação nova, mais ou menos diferente da ideia *i* de quem lha pretende transmitir. Atribuindo o significado de “interação” ao sinal de mais e “resultado” à seta, o esquema pode ser traduzido por outras palavras: a nova informação *i* interage com o subsunçor prévio *S* dando origem a um significado/ conhecimento *i'S'*.

Portanto, a aprendizagem significativa caracteriza-se pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, sendo que essa interação é não-literal e não-arbitrária. O modo não-literal significa não-verbal ou substantivo, ou seja, uma característica básica do processo de ensino-aprendizagem que refere que o que é incorporado na estrutura cognitiva é o significado propriamente dito da nova informação e não as palavras exatas usadas para expressá-la (Praia, 2000). A não-arbitrariedade implica que o material potencialmente significativo se relacione de modo não-aleatório com os conhecimentos, especificamente relevantes, já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo e que servirão para compreender e fixar os novos conhecimentos por ancoragem.

Mas, muitas vezes na sala de aula, o aluno depara-se com conceitos nunca trabalhados que se enquadram como assuntos estranhos. Neste caso, na ótica da aprendizagem significativa, não existem subsunçores disponíveis para a apreensão dos novos significados, pelo que o aluno vai memorizando. Assim, quando conceitos relevantes não existem na estrutura cognitiva, as novas informações têm que ser aprendidas “mecanicamente”, não se relacionando a nova informação com os conceitos já existentes. Nestes casos, para tornar a aprendizagem significativa, uma das alternativas é escolher um “organizador prévio” da aprendizagem (Ausubel et al., 1980; Tavares, 2004), de tal modo que os subsunçores sejam modificados e ampliados para apreender o novo conhecimento. Tais organizadores são informações e materiais introdutórios apresentados pelo professor antes dos conteúdos a lecionar que terão a função de servir de ponte entre o que o aluno já sabe e o que ele deverá vir a saber para que o conteúdo possa ser realmente aprendido de forma significativa (Teixeira, 2015).

São vários os autores que têm contribuído para o aperfeiçoamento e consolidação da TAS. Destacamos, por exemplo, Novak (1993) que teve a ideia de introduzir um organizador gráfico denominado mapa concetual ou mapa de conceitos, considerado um dos grandes contributos para a aprendizagem significativa guiado pelo construtivismo. De acordo com este autor:

Concept maps are a tool or heuristic to illustrate the cognitive or meaning frameworks through which individuals perceive and process experiences. If new experiences provide a basis for meaningful learning, new concepts are added to an individual's concept map and/or new relationships become evident between previous concepts. Over time, concept relationships may take on new hierarchical organization. (Novak, 1993, p.180).

Assim, os mapas concetuais são considerados instrumentos em que os conceitos estão hierarquicamente dispostos e ligados entre si na forma de proposições, através do recurso a palavras de ligação, servindo para representar as estruturas cognitivas dos alunos e as mudanças nelas operadas.

Outro organizador gráfico que permite ao aluno aprender significativamente é o V do Conhecimento (Novak e Gowin, 1984) criado por Gowin para ajudar o aluno nas tarefas investigativas na sala de aula e no laboratório de ciências (Valadares, 2006). Esse V Heurístico, quando construído por um aluno, para além de servir de orientação à produção da sua pesquisa pessoal ou em grupo, é um instrumento que acaba por revelar o modo como cada aluno construiu o seu conhecimento numa dada experiência educativa, realçando as suas dificuldades conceptuais e metodológicas.

Os variados estudos desenvolvidos com “o mapa concetual e o diagrama em V melhoram a

aprendizagem, combinando a teoria com a prática” (Novak e Gowin, 1984, p.11), embora tenham sido testados outros organizadores. No entanto, como o nosso projeto de investigação não incorpora os organizadores gráficos, não iremos desenvolver este assunto.

1.2- Processos de aprendizagem significativa

De acordo com a TAS, são quatro os processos de aprendizagem do ponto de vista escolar:

(1) Aprendizagem por receção:

É um processo automático que “ocorre quando o conteúdo a ser aprendido é apresentado de uma forma mais ou menos final” (Praia, 2000, p. 122). De acordo com este processo, quando se apresentam proposições substantivas ao aprendiz, apenas se exige que o mesmo apreenda e recorde o significado das mesmas (Ausubel, 2003), ou seja, o novo conhecimento é recebido pelo aprendiz, sem necessidade de o descobrir, tratando-se, por excelência, do mecanismo humano para assimilar a informação. Porém, este processo de aprendizagem não implica a passividade do aluno. Pelo contrário, é um processo dinâmico de interação, diferenciação e integração entre conhecimentos novos e pré-existentes. “A Aprendizagem significativa é sobretudo aprendizagem por receção” (Ausubel, 2003, p. 5).

(2) Aprendizagem por descoberta:

É o tipo de aprendizagem própria das fases iniciais do desenvolvimento cognitivo e dos problemas do quotidiano (Praia, 2000). A característica essencial é que o conteúdo principal do que vai ser aprendido não é dado, mas deve ser descoberto pelo aluno antes que possa ser incorporado, significativamente, na sua estrutura cognitiva. Neste processo, a aprendizagem é ativa (Vasconcelos et al, 2003), obrigando o aluno a explorar e a realizar descobertas efetivas que suscitem a verdadeira compreensão dos conceitos abordados nas aulas.

Assim, “as relações que as crianças descobrem a partir das suas próprias explorações são mais passíveis de serem utilizadas e tendem a ser melhor retidas do que os factos meramente memorizados” (Vasconcelos et al, 2003, p. 14).

(3) Aprendizagem mecânica (repetitiva ou memorística):

Ocorre quando o aprendiz se depara com um novo corpo de informações e decide absorver esse conteúdo de maneira literal (Tavares, 2008). Deste modo, o aluno conseguirá simplesmente reproduzir o conteúdo de maneira idêntica àquela que lhe foi apresentada. Assim, a estrutura da informação não foi compreendida e o aluno não conseguirá transferir a aprendizagem da estrutura

da informação apresentada para solucionar problemas equivalentes noutros contextos.

Por isso, a aprendizagem mecânica ocorre através da memorização com a absorção literal e não substantiva do novo material. É um tipo de aprendizagem que acontece quando os alunos se preparam para os exames que exigem respostas literais às perguntas e que não exijam do aluno uma capacidade de articulação entre os tópicos do conteúdo em questão, pois o esforço necessário é muito menor (Tavares, 2004). Apesar de custar menos esforço, a aprendizagem por memorização é volátil, pois o aluno memoriza a informação para um determinado propósito (exame), sendo que a mesma poderá ser perdida logo que esse propósito tenha sido cumprido (Praia, 2000). Assim, a aprendizagem mecânica tem um grau de retenção muito baixo a médio e a longo prazo.

(4) Aprendizagem significativa:

Ocorre quando o aprendiz se depara com um novo conjunto de informações e realiza conexões entre esse material e o seu conhecimento prévio em assuntos relacionados. Deste modo, o aluno constrói significados pessoais dessas informações, transformando-as em conhecimentos, ou seja, em significados sobre o conteúdo apresentado. Essa construção de significados não é uma apreensão literal da informação, mas é uma percepção substantiva (não-verbal) do material apresentado (Tavares, 2004).

Esclarecemos que, de acordo com as definições apresentadas, as aprendizagens significativa e memorística não são opostas, mas localizam-se ao longo de uma dimensão, como dois extremos de um *continuum* (Moreira, 2001; Praia, 2000) e o mesmo acontece com o *continuum* aprendizagem por receção - aprendizagem por descoberta - figura 1. Significa isto que tanto a aprendizagem por receção como a aprendizagem por descoberta podem ser mecânicas ou significativas.

Em resumo, as tarefas de aprendizagem mecânica (por memorização) não resultam na aquisição de novos significados, pois somente se conseguem interiorizar tarefas relativamente simples e estas apenas conseguem ficar retidas por curtos períodos de tempo, contrariamente à aprendizagem significativa. Já na aprendizagem por receção, o conteúdo é apresentado sob a forma de uma proposição substantiva ou que não apresenta problemas, que o aprendiz apenas necessita de compreender e lembrar. “Por outro lado, na aprendizagem pela descoberta, o aprendiz deve em primeiro lugar descobrir este conteúdo, criando proposições que representem soluções para os problemas suscitados, ou passos sucessivos para a resolução dos mesmos” (Ausubel, 2003, p. 5).

1.3- Aprendizagem significativa crítica

De acordo com (Moreira, 2000), um aspeto fundamental da aprendizagem significativa, é o aprendiz estar predisposto para aprender, pois se o mesmo “tiver a intenção de memorizar o material arbitraria e literalmente, então não ocorrerá aprendizagem significativa” (Praia, 2000, p.133). O papel do professor será, então, o de criar condições de modo a facilitar

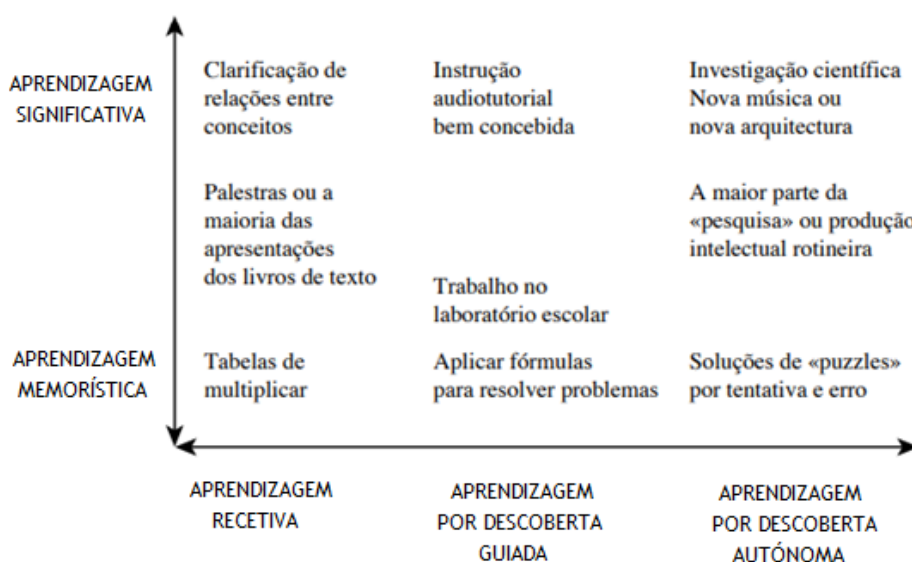


Figura 1. Variações contínuas das aprendizagens significativa/ memorística e aprendizagem recetiva/ aprendizagem por descoberta e diferentes atividades representativas destes tipos de aprendizagens. Adaptado de Novak e Gowin, 1984, p. 24.

e a promover a aprendizagem significativa na sala de aula como atividade crítica, provocando no aluno a predisposição para aprender e levando-o a compreender que o conhecimento que se pretende que construa é relevante. O mesmo autor propõe oito princípios, ideias ou estratégias facilitadoras da aprendizagem significativa crítica, passíveis de serem implementadas na sala de aula:

- (1) Princípio da interação social e do questionamento. Ensinar/ aprender perguntas ao invés de respostas: através da interação social entre professor e aluno, ambos partilham significados relativos a materiais educativos, envolvendo uma permanente troca de perguntas em vez de respostas. Deste modo, é fomentado um ensino crítico que suscita uma aprendizagem significativa crítica, contrariamente ao ensino baseado em respostas que tende a gerar uma aprendizagem mecânica. De acordo com este princípio, quando o aluno formula uma pergunta relevante e apropriada, está a utilizar o seu conhecimento prévio de um modo não-arbitrário e não-literal, evidenciando aprendizagem significativa.

- (2) Princípio da não centralidade do livro de texto. Uso de documentos, artigos e outros materiais educativos: o conhecimento não existe somente no manual adotado para uma disciplina, pois existem outros modos de o documentar através de artigos científicos, crônicas, obras de arte, etc. Assim, deve-se descentralizar o livro de textos, diversificando a utilização de outros materiais devidamente selecionados, uma vez que a simples utilização do manual promove a aprendizagem mecânica.
- (3) Princípio do aprendiz como perceptor/representador: os alunos não devem ser considerados como simples recetores das informações emanadas pelo professor. O aprendiz é um perceptor/representador que compreende o mundo e o representa a partir de percepções prévias. Como cada aluno tem percepções únicas originadas pelas suas percepções prévias e o professor é um perceptor que ensina que de acordo com as suas percepções, a comunicação entre ambos só ocorrerá se compreenderem do mesmo modo os materiais educativos, o que corrobora a importância da interação pessoal e do questionamento na facilitação da aprendizagem significativa.
- (4) Princípio do conhecimento como linguagem: a linguagem está implicada na tentativa de compreendermos a realidade que nos rodeia, pois o conhecimento do mundo está codificado através de símbolos (tipicamente palavras). Aprender um conteúdo de maneira significativa é aprender a sua linguagem, principalmente palavras, de modo substantivo e não-arbitrário. Aprender a de maneira crítica é perceber essa nova linguagem como uma nova maneira de perceber o mundo.
- (5) Princípio da consciência semântica: os significados das palavras foram atribuídos pelas pessoas, tendo em conta os seus conhecimentos prévios, ou seja, os significados prévios. Portanto, quando o aprendiz não tem condições, ou não quer, atribuir significados às palavras, a aprendizagem é mecânica, não significativa. No entanto, as palavras não são aquilo ao qual ostensivamente se referem, algumas são mais abstratas, enquanto outras são mais concretas, com diferente direção do significado.
- (6) Princípio da aprendizagem pelo erro: neste caso, não estamos a referir-nos à aprendizagem por ensaio e erro. O conhecimento não é permanente, pois não há certezas nem verdades absolutas. O método científico, por exemplo, espelha como o conhecimento humano é limitado e construído através da superação do erro. Assim, o erro pode ser visto como o mecanismo humano para, por excelência, construir o conhecimento, conhecimento este que, não sendo definitivo, é provisório, ou seja, errado.
- (7) Princípio da desaprendizagem: trata-se de um princípio importante quando em certas situações os alunos não conseguem captar os significados de novos conceitos. Nesse caso, é necessário desaprender e não usar o subsunçor que capta os significados compartilhados a respeito do novo conhecimento, distinguindo

entre o relevante e o irrelevante no conhecimento prévio e libertar-se do irrelevante, ou seja, desaprendê-lo.

- (8) Princípio da incerteza do conhecimento: este princípio considera que a aprendizagem significativa crítica ocorre quando o aluno compreende que as definições do mundo são invenções ou criações, que tudo o que sabemos tem origem em perguntas e que todo o nosso conhecimento é metafórico.

Também Praia (2000) refere que a aplicação da teoria da aprendizagem significativa na sala de aula assenta em dois princípios:

- (1) As ideias mais gerais devem ser apresentadas em primeiro lugar sendo posteriormente e progressivamente diferenciadas em termos de maior detalhe e especificidade.
- (2) As unidades programáticas devem proceder à integração dos novos materiais com uma prévia informação introdutória, através de comparações e referências cruzadas entre as ideias novas e as já existentes.

Por isso, os materiais introdutórios são importantes, os materiais de aprendizagem devem estar bem organizados, as novas ideias e conceitos devem ser potencialmente significativos para o aluno e a ancoragem dos novos conceitos a estruturas cognitivas previamente existentes nos alunos, tornará os novos conceitos recordáveis e, conseqüentemente, passíveis de serem utilizados em futuras aprendizagens.

1.4- Reflexões sobre a importância da aprendizagem significativa

O que referimos nas secções anteriores induz a concluir que a aprendizagem significativa é ativa. Refletindo na aplicação prática da teoria da aprendizagem significativa, pensamos que, de facto, professores podem aperfeiçoar o ensino que ministram tendo como referência esta conceção teórica. No entanto, para que a aprendizagem significativa ocorra é necessário fomentar um ambiente propício nas aulas, através da utilização de estratégias que despertem o interesse dos alunos, pois só assim adquirem a tão necessária predisposição para aprender.

Concordamos que os alunos podem aprender novos conceitos e evoluir na aprendizagem, tendo como ponto de partida os conhecimentos prévios sobre as matérias em estudo, pois estes podem servir de âncora para as novas informações fornecidas pelo professor, ajudando o aluno na construção de significados, aprendendo significativamente. Mas, muitas vezes, os alunos já possuem na sua estrutura cognitiva concepções alternativas, erradas e muito

enraizadas, sobre as noções em estudo, adquiridas, por exemplo, em ambientes de aprendizagem informal, que tornam difícil a apreensão dos novos conteúdos.

Consideramos também que o professor deve evitar metodologias que tornem a aprendizagem mecânica, pois parece óbvio que desse modo os alunos armazenam os conceitos isoladamente, esquecendo-os no futuro próximo e, conseqüentemente, não consolidam as suas aprendizagens. Por isso, o professor deve dinamizar a sua aula a partir de questões-problema motivadoras do interesse, ou seja, relevantes, que estimulem o aluno a aprender, sempre que possível, por descoberta. Mas para que isto se verifique, pensamos que o professor deve adotar um papel de mediador entre o aluno e o conhecimento, lançando desafios através de perguntas e de apresentação de imagens ou notícias, que provoquem o aluno a refletir e a argumentar.

2- A aprendizagem cooperativa na sala de aula

2.1- Aprendizagem e desenvolvimento

O conceito de aprendizagem cooperativa é fundamentado no trabalho de Vygotsky (1934). De acordo com a sua teoria socio-construtivista, um aluno não constrói o seu conhecimento na forma puramente individual, mas através da ação recíproca com outros, sendo que a aprendizagem será tanto maior quanto o nível de interação social a que o aluno estiver exposto, pois os processos mentais superiores desenvolvem-se através da sua interação com o meio onde se insere. Vygotsky distingue também a aprendizagem do desenvolvimento. A primeira trata-se de um processo organizado, social, cultural, complexo e especificamente humano que precede o desenvolvimento, ou seja, é a aprendizagem que se transforma em desenvolvimento.

Segundo Vygotsky existem três zonas de desenvolvimento diferentes:

- (1) Zona de desenvolvimento real: diz respeito às tarefas que o aluno é capaz de fazer por si mesmo.
- (2) Zona de desenvolvimento potencial: aquela onde o aluno necessita de ajuda para elaborar uma determinada tarefa.
- (3) Zona de desenvolvimento proximal (ZDP): resulta da diferença entre o que o aluno realmente já possui e as ações para as quais ele necessita de apoio.

A ZDP está relacionada com o que os alunos poderão ser capazes de aprender para além das suas capacidades, correspondendo a um avanço da aprendizagem relativamente ao desenvolvimento real. Por isso, uma tarefa realizada num certo momento pelo aluno com assistência de outro mais sabedor, será realizada no futuro pelo mesmo aluno sem necessitar de ajuda (Fontes e Freixo, 2004), ou seja, o aluno pode não ter a capacidade de resolução de certos problemas num determinado momento, no entanto, se as capacidades cognitivas necessárias à resolução desses problemas se encontrarem na sua ZDP e o aluno tiver oportunidade de observar a resolução através de outro mais capaz, então aprenderá a resolução (Bessa e Fontaine, 2002).

Os alunos desenvolvem a sua zona de desenvolvimento proximal através da interação e da partilha, num processo em que a aprendizagem é eminentemente social (Fontes e Freixo, 2004). Esta zona é inerente a todos os que aprendem com outras pessoas e induz novas maneiras de aprender. É nesta zona de desenvolvimento que o professor deve atuar no sentido de desenvolver as habilidades desejadas nos alunos, ou seja, o desafio do professor é desenvolver a ZDP e, tendo em conta que a mesma se desenvolve num contexto social,

privilegiar o recurso ao trabalho de grupo, assegurando a heterogeneidade do mesmo (Fontes e Freixo, 2004).

2.2- A aprendizagem cooperativa como estratégia pedagógica

De acordo com Lopes e Silva (2009), a aprendizagem cooperativa trata-se de “uma metodologia com a qual os alunos se ajudam no processo de aprendizagem, atuando como parceiros entre si e com o professor, visando adquirir conhecimentos sobre um dado objeto” (p. 4). Por isso, é conceptualizada como uma estratégia pedagógica que privilegia uma aprendizagem personalizada (Salazar, Silva e Poças, 2011), conseguida através da cooperação entre todos os membros de um grupo, sendo o desempenho de cada um dependente do desempenho de todos. Uma das características mais importantes presentes nesta metodologia é a aceitação, por parte de todos os elementos do grupo, de que só conseguem alcançar os seus objetivos individuais se os restantes membros alcançarem os seus (Cunha e Uva, 2016). Os mesmos autores referem ainda que “colocar um grupo a trabalhar em cooperação é muito mais do que trabalhar em grupo” (p.138).

Portanto, não se pode confundir aprendizagem cooperativa com trabalho em grupo, uma vez que o professor, observando e intervindo, tem a preocupação pela aprendizagem de todos os alunos do grupo, o que não acontece em simples trabalhos de grupo (Freitas e Freitas, 2002). De facto, nesta metodologia, a função do professor é ser facilitador e mediador das aprendizagens, adequando o processo de ensino e aprendizagem às especificidades e necessidades dos alunos (Caetano, 2017).

Slavin (1987) afirma que a aprendizagem cooperativa é usada em algum nível por milhões de professores. Por exemplo, um estudo que pretendia averiguar em que medida a aprendizagem cooperativa seria mais adequada do que a aprendizagem individual em situações de resoluções de problemas no âmbito da disciplina de Ciências Naturais do 5.º ano, apresentou resultados que revelaram que os estudantes sentiram mais satisfação em aprender segundo o processo cooperativo de resolução de problemas do que os alunos que aprenderam pelo método tradicional (Sanches, 1994). Uma outra investigação sobre a aprendizagem cooperativa no ensino-aprendizagem também concluiu que o método cooperativo desencadeou uma melhoria do rendimento escolar, da autoestima e do autoconceito dos alunos (Ramos, 2008).

A aprendizagem cooperativa é uma importante estratégia alternativa de ensino-aprendizagem cuja aplicação prática em sala de aula tem vindo a crescer, proporcionando benefícios aos estudantes quando comparada com as estruturas de aprendizagem competitiva e individualista (Bessa e Fontaine, 2002). A sua eficácia já tinha sido anteriormente

comprovada por Slavin (1996) quando, num trabalho envolvendo cerca de uma centena de estudos com implementação da aprendizagem cooperativa, verificou diferenças positivas significativas no sucesso dos alunos na maioria dos casos. Na mesma linha, também Johnson e Johnson (1990) mostraram uma maior eficácia da aprendizagem cooperativa em relação a outras metodologias.

Bessa e Fontaine (2002) realçam que este tipo de aprendizagem é benéfico para a maioria dos alunos, sendo que esses benefícios ao nível da realização escolar mostram ser independentes das suas características individuais, do nível de definição da tarefa, do nível de ensino e da localização das escolas. Barbosa e Jófili (2004) também referem que os métodos de aprendizagem cooperativa são importantes, não só na facilitação do processo ensino-aprendizagem, mas também na formação profissional, preparando cidadãos mais aptos para o trabalho em equipa e mais comprometidos com os valores sociais e os princípios da solidariedade.

De acordo com Johnson, Johnson e Holubec (1999), a aprendizagem cooperativa tem vantagens em relação às outras metodologias (aprendizagem individualista e aprendizagem competitiva), pois há mais produtividade e rendimento num grupo cooperativo, aumentam as relações positivas de solidariedade e espírito de equipa e promove-se a autoestima e o aumento da capacidade dos alunos de resolução de problemas. Também Lopes e Silva (2009) referem algumas dezenas de benefícios sociais, psicológicos, académicos e de avaliação da aprendizagem cooperativa.

Nesta linha de pensamento, foi definido recentemente o perfil do aluno para o século XXI (Ministério da Educação, 2017), considerando-se que o aluno deverá ser capaz de pensar crítica e autonomamente, ser criativo e ter competência de trabalho cooperativo e de capacidade de comunicação. Uma das competências determinantes neste perfil dos alunos, numa perspetiva de construção coletiva, é o relacionamento interpessoal, sendo que o aluno deve “adequar comportamentos em contextos de cooperação,... trabalhar em equipa,... ouvir, interagir, argumentar, negociar e aceitar diferentes pontos de vista” (Ministério da Educação, 2017, p. 15). Assim, uma das ações relacionadas com a prática docente será “organizar e desenvolver atividades cooperativas de aprendizagem” (idem, p.18).

2.3- Aprendizagem cooperativa *versus* aprendizagem colaborativa

De acordo com diversos estudos sobre a aprendizagem em grupo (Bessa e Fontaine, 2002; Cohen, 1994; Lopes e Silva, 2009; Smith e MacGregor, 1992), há diferença entre aprendizagem colaborativa e aprendizagem cooperativa. Quando falamos em trabalho

cooperativo e trabalho colaborativo, não os devemos referir como sinónimos, embora ambos os conceitos partilhem da mesma ideia de «trabalhar com alguém» (Cruz, 2009). De facto, a utilização de ambos os termos como palavras sinónimas é bastante frequente no nosso quotidiano, contudo vários autores afirmam que ambos os conceitos não apresentam o mesmo significado, embora haja algum consenso em caracterizar estes métodos de aprendizagem como aprendizagem baseada no trabalho em grupo.

Relativamente à origem das palavras colaboração e cooperação, estas surgem como sinónimas devido à utilização do prefixo «co» em ambas, o que significa uma ação conjunta (Boavida e Ponte, 2002). Se dividirmos o prefixo «co» em ambas as palavras ficamos com co-operar e co-laborar, ocorrendo a diferença entre os significados de operar e laborar (trabalhar). Assim, os autores concluem que a co-laboração é a realização de um trabalho conjunto, que necessita de mais partilha e interação do que a simples realização de diversas operações em conjunto, a co-operação. No entanto, Freitas e Freitas (2002) e Cunha e Uva, (2016), referem que o termo colaboração é mais abrangente e, por isso, a aprendizagem cooperativa será um subtipo da aprendizagem colaborativa.

Portanto, num trabalho de cooperação as tarefas devem ser divididas pelos elementos do grupo, atribuindo-se a cada um a responsabilidade de uma parte do trabalho, a qual será integrada na reunião de todos os trabalhos desenvolvidos pelos restantes elementos do grupo. Já num ambiente de colaboração o trabalho é desenvolvido por todos os elementos do grupo através de diálogo, negociação e partilha de ideias (Henri e Riguault, 1996).

2.4- Os pilares da aprendizagem cooperativa

Ao contrário do trabalho de grupo, a aprendizagem cooperativa tem as suas regras próprias. Para que a aprendizagem seja cooperativa têm que se verificar certas características específicas interdependentes (Johnson et al., 1999), consideradas elementos cruciais desta metodologia:

(1) Interdependência positiva:

É caracterizada pela dependência mútua que se cria entre os alunos do grupo, sendo atingida através da divisão de tarefas entre os elementos, da diferenciação de papéis, da atribuição de recompensas, do estabelecimento de objetivos comuns para todo o grupo e da realização de um único produto. Assim, os alunos têm que estar convencidos de que dependem uns dos outros para atingir o objetivo proposto pelo professor. Os mesmos autores afirmam que a interdependência positiva é uma componente fundamental para que a aprendizagem cooperativa funcione e que se podem considerar múltiplos tipos de interdependência positiva, pois quanto mais formas de interdependência se implementarem numa aula, melhores serão os

resultados.

(2) Responsabilidade individual:

Este pilar da aprendizagem refere-se à prestação e ao contributo de cada elemento para a avaliação do grupo. Ao sentirem-se responsabilizados os alunos sentem-se mais motivados e esforçam-se mais para dar visibilidade ao seu desempenho (Kagan, 2001).

(3) Interação face a face:

Ocorre quando os alunos se reconhecem como grupo, ou seja, cooperam entre si porque se conhecem e se aceitam.

(4) Competências interpessoais:

Verificam-se quando todos os elementos partilham e aceitam as suas ideias e se ouvem mutuamente sem se interromperem.

(5) Avaliação do modo de funcionamento do grupo:

Acontece quando os alunos refletem sobre o trabalho que desenvolveram, avaliando se o objetivo proposto foi alcançado.

Assim, num grupo de aprendizagem cooperativa os alunos organizam-se para concretizarem uma tarefa que lhes é atribuída. Cada um tem a sua tarefa destinada e é responsável pela sua realização, compreendendo que se falhar, falha todo o grupo. Como cada elemento tem um papel que está dependente dos outros, para que o grupo consiga atingir os seus objetivos, cada elemento tem que desempenhar com responsabilidade e eficácia o papel que lhe foi atribuído. Através desta metodologia, incute-se nos alunos a responsabilidade de aprender o que o professor lhes ensina e estes procuram que todos aprendam o mesmo, trabalhando para um fim comum, sendo que o êxito alcançado constitui um incentivo e aumenta o entusiasmo. No entanto, os grupos devem refletir periodicamente como estão a funcionar enquanto equipa, no sentido de averiguarem o que se pode alterar para melhorarem a produtividade (Caetano, 2017).

2.5- Os grupos cooperativos e os papéis dos alunos

Num verdadeiro grupo cooperativo todos os elementos se entreejudam, partilham informação e conhecimentos e apoiam-se, tanto ao nível escolar como pessoal, pois o foco do grupo é maximizar a aprendizagem de todos os seus elementos, independentemente das suas capacidades, promovendo um verdadeiro trabalho de equipa. Assim, o estabelecimento correto de grupos cooperativos é determinante para a sua eficácia, o que implica o conhecimento prévio dos professores sobre o nível de competência atingido por cada aluno nas atividades de sala de aula ou em disciplinas anteriores.

Relativamente à formação de grupos Leitão (2006) considera que a heterogeneidade dos

grupos é um dos aspetos decisivos no contexto da aprendizagem cooperativa em relação a variáveis como competências académicas e sociais, género, etnia e cultura. Pujolás (2009) refere que a heterogeneidade dos grupos de trabalho contribui para a formação de um pensamento mais profundo. Por isso, devem ser estruturados pequenos grupos que contemplem alunos de diferentes níveis de conhecimento, uma vez que este é um requisito importante para que os alunos com mais dificuldades beneficiem do suporte dos seus colegas com mais capacidades (Pujolás, 2009; Slavin, 1987).

De acordo com Lopes e Silva (2009), existem três tipos de grupos de aprendizagem cooperativa: (1) os grupos formais, os quais podem funcionar de uma aula até várias aulas; (2) os grupos informais, que funcionam somente durante uma parte da aula e (3) os grupos de base, que podem durar um ano inteiro e ter elementos permanentes. Os mesmos autores acrescentam que nos grupos formais os alunos realizam as tarefas em conjunto no sentido de atingirem o mesmo objetivo e, simultaneamente, certificam-se de que todos concluem as tarefas atribuídas. Ainda sobre estes grupos, referem Fontes e Freixo (2004) que os alunos exploram e explicam os materiais de apoio necessários à realização da tarefa, integrando-os nas estruturas concetuais existentes. Com os grupos informais, o professor pratica o ensino direto, prende a atenção dos alunos e cria um ambiente propício à aprendizagem (Fontes e Freixo, 2004). Este tipo de grupos pode ser usado para a realização de uma tarefa pontual (Freitas e Freitas, 2002), como por exemplo, em demonstrações, explicações ou diálogos, em que os alunos interatuam durante um intervalo de tempo pequeno.

A contribuição dos alunos para o sucesso e para o funcionamento equilibrado do seu grupo cooperativo faz-se através da atribuição de papéis ou funções específicas a desempenhar, além das tarefas decorrentes da própria atividade a executar. Mas, para que tal aconteça, é necessário que os alunos estejam convictos da importância dos seus papéis e do respetivo cumprimento, e, simultaneamente, que sintam alguma coisa que os una, pois só assim é possível fomentar a indispensável interdependência positiva. Portanto, o professor, além de explicar a responsabilidade individual, tem que convencer os alunos de que a atribuição de diferentes funções aos elementos de um grupo é um procedimento normal, como acontece com a eleição do delegado de turma e a escolha do chefe de fila ou do porta-voz, e deve também promover em cada grupo um espírito de equipa, de tal modo que os alunos tenham um sentimento de pertença: “we’re all in this together” (Slavin, 1987, p. 9).

A definição de papéis ajuda na gestão do grupo e “reduz a probabilidade de alguns elementos assumirem uma posição passiva ou dominadora” (Fontes e Freixo, 2004, p. 45). Lopes e Silva (2009) propõem alguns papéis que os alunos podem desempenhar durante o trabalho cooperativo: (1) controlador do tempo: faz a gestão do tempo de realização da tarefa; (2) verificador: certifica-se de que todos compreenderam o conteúdo abordado; (3) intermediário: é o elo de ligação com o professor; (4) facilitador: orienta o trabalho do grupo; (5) observador: observa e anota se todos cooperam e (6) harmonizador: mantém todos os

alunos atentos.

Ainda podem ser atribuídos outros papéis que favoreçam, por exemplo, a integração dos alunos, o desenvolvimento das tarefas do grupo e a gestão dos recursos. De acordo com Johnson e Johnson (1999), o professor deve analisar objetivamente os papéis com os alunos, relacionando-os com as funções a desempenhar, e estabelecer a rotatividade dos papéis para não fomentar protestos.

2.6- Métodos de aprendizagem cooperativa

Existe um conjunto de métodos de aprendizagem cooperativa destinados a serem aplicados em sala de aula, podendo ser adaptados a determinados conteúdos e contextos, desde o jardim-de-infância ao ensino superior. Apresentam-se, resumidamente, alguns dos métodos já testados, como por exemplo:

(1) STAD (Student Team Achievement Divisions):

Metodologia desenvolvida por Slavin na década de 1970 para implementar o ensino laboratorial das ciências através de pequenos grupos organizados, embora também possa ser aplicado noutras áreas disciplinares (Bessa e Fontaine, 2002). De acordo com esta técnica, o professor forma grupos heterogéneos de quatro ou cinco alunos de diferentes níveis de rendimento e sexo e explica-lhes os conteúdos. Os alunos clarificam os conceitos, colocam questões, aumentam o volume de informação e sintetizam-na no caderno diário, ajudando-se mutuamente e confirmando que todos apreenderam os conteúdos. De seguida, os alunos são sujeitos a avaliação individual e recebem pontos se melhorarem o seu resultado. A soma dos pontos de cada aluno dá origem à pontuação do grupo, sendo esta dada a conhecer à turma. Este método prevê uma igualdade de oportunidades para o sucesso, pois cada aluno pode contribuir de igual forma para o sucesso do seu grupo, independentemente da sua capacidade e a avaliação reforça a responsabilidade individual de aquisição de conhecimentos.

(2) TGT (Teams-Games Tournaments):

Esta atividade de aprendizagem foi desenvolvida por DeVries e Edwards em 1973 (Bessa e Fontaine, 2002) e tem pontos comuns com a metodologia STAD relativamente à formação dos grupos e à função do professor. De acordo com este método, os alunos trabalham em grupo um tema apresentado pelo professor, mas depois, em vez de serem avaliados individualmente, pares de alunos com nível de desempenho semelhante oriundos de grupos diferentes participam em torneios semanais. Estes torneios consistem em jogos em que os alunos respondem às

questões sobre a matéria trabalhada e adquirem pontuação para o seu grupo se responderem corretamente.

(3) Co-op-Co-op:

Este método foi criado por Kagan na década de 1980, tendo sido desenvolvido mais tarde por outros pedagogos. A grupos de pequenas dimensões são atribuídos temas para trabalhar e de seguida atribui-se um subtema a cada aluno. Este irá preparar individualmente o seu tema, recorrendo ao professor e aos materiais fornecidos, e na aula seguinte apresenta os resultados ao grupo. Cada grupo integra os vários subtemas e realiza uma apresentação à turma. No final, o professor avalia o desempenho global de grupo e a prestação de cada aluno.

(4) Controvérsia académica:

De acordo com esta técnica desenvolvida por Johnson e Johnson na década de 1970 (Freitas e Freitas, 2002), os alunos escolhem um tema relevante, suscetível de gerar posições antagónicas, mas têm vontade em chegar a acordo de forma construtiva. Os quatro elementos do grupo são divididos em pares, analisam a documentação fornecida pelo professor e cada par assume uma posição oposta em relação ao tema, que pode não estar de acordo com os seus princípios, proferindo argumentos que convençam o outro par, cuja opinião diverge. Depois, os pares trocam de posição, adicionam a informação obtida e defendem a opinião que antes refutaram. No final do trabalho, termina a divisão dos pares e todos os elementos trabalham conjuntamente no sentido de realizarem um resumo das posições defendidas e do acordo conseguido. O professor avalia individualmente os alunos, considerando a coerência da sua argumentação (Fontes e Freixo, 2004).

(5) Classe Jigsaw I:

De acordo com Bessa e Fontaine (2002), esta técnica foi apresentada por Aronson na década de 1970. Estabelecem-se grupos heterogéneos de quatro ou cinco elementos e o professor escolhe um líder para cada grupo, cuja função é organizar o grupo, resolver os conflitos e servir de elo de ligação com o professor. O tema a trabalhar é dividido em várias partes por cartões, calhando a cada elemento um cartão com a informação específica de uma parte. Cada aluno prepara então a sua parte, questionando o professor e estudando o material que este lhe forneceu. Os grupos separam-se e cada aluno integra outro grupo constituído por elementos cuja informação do cartão é comum, trocando informações, esclarecendo dúvidas, elaborando esquemas, etc. De seguida, cada elemento regressa ao seu grupo original e explica a sua parte, sendo assim possível que, no final, cada aluno domine todo o tema.

(6) Classe Jigsaw II:

Como na Class Jigsaw I, também neste modelo a interdependência é criada através da divisão de tarefas de aprendizagem, como foi atrás explicado. No entanto, de acordo com as alterações introduzidas, o número de alunos do grupo é diferente do modelo original, o professor não necessita de elaborar materiais de apoio específicos, pois os alunos dispõem de toda a informação, e é atribuída uma pontuação a cada aluno, sendo que a mesma contribui para a pontuação do grupo. No final, os resultados dos grupos podem ser, por exemplo, afixados num jornal de parede (Bessa e Fontaine, 2002).

(7) Grupos de investigação:

Esta técnica foi apresentada por Sharan em 1976 (Bessa e Fontaine, 2002) e tem em conta a aprendizagem baseada na investigação. A turma trabalha um tema decidido pelo professor, mas são os alunos que no seu grupo planificam e dividem as tarefas entre si, escolhendo os seus subtemas. Durante o desenvolvimento dos trabalhos, o professor, se solicitado, presta ajuda individualmente aos alunos e aos grupos. O produto final do trabalho de grupo é o somatório dos subtemas e a apresentação do trabalho à turma é da responsabilidade de todos. No final, a avaliação é realizada pelo professor e pelos alunos e tem em conta o conhecimento científico, a apresentação do trabalho e a forma de funcionamento do grupo.

(8) Estruturas de aprendizagem cooperativa:

Trata-se de métodos informais que fazem parte das estruturas cooperativas difundidas por Kagan na década de 1980 com o objetivo de desenvolver nos alunos capacidades de cooperação (Freitas e Freitas, 2002). Na literatura encontra-se a descrição e a respetiva nomenclatura destes métodos, como por exemplo, senhas para falar, cabeças numeradas juntas, filas ordenadas, cantos, mesa redonda, par gelado, círculos concêntricos, *grafitti* coletivo e tutoria entre pares, no entanto, vamos somente descrever o que é designado por Cabeças Numeradas Juntas (CNJ), tendo em conta a sua pertinência para o nosso estudo.

Segundo Lopes e Silva (2009), o método CNJ pode ser utilizado em qualquer disciplina e ano de escolaridade, sendo que um dos seus objetivos é “verificar os conhecimentos anteriormente abordados” (idem, p.92). Também Arends (2008) refere que a estrutura CNJ promove um maior envolvimento dos alunos na revisão das matérias, servindo também para verificar a compreensão dos conteúdos.

Nesta metodologia formam-se grupos heterogêneos de quatro elementos e atribui-se um número de um a quatro a cada aluno. O professor coloca uma questão e os alunos pensam e discutem em conjunto até encontrarem uma resposta consensual. De seguida, o professor escolhe um número correspondente a um dos alunos para dar a resposta do grupo. De acordo com Lopes e Silva (2009), com este método

envolvem-se ativamente os alunos durante o ensino, pois permite que todos desenvolvam respostas e revelem as razões para a sua obtenção, partilhando as ideias uns com os outros. Assim, os alunos trabalham em conjunto na resolução do problema, certificando-se de que todos conseguem responder.

2.7- Algumas reflexões sobre a aprendizagem cooperativa

Consideramos, sem qualquer dúvida, que a realização do trabalho de grupo cooperativo na sala de aula é uma importante metodologia de ensino-aprendizagem que se traduz em ganhos substanciais para o aluno, quer ao nível dos conhecimentos, quer das competências sociais, pois, em grupo, *“students are often able to translate the teacher language into ‘kid language’ for one another”* (Slavin, 1987, p. 9). Neste sentido, os grupos de trabalho devem ser pequenos, permitindo uma aprendizagem mais ativa, pois assim torna-se mais fácil para o professor observar o desempenho individual dos alunos e intervir em caso de necessidade. A heterogeneidade dos elementos é para nós um fator primordial, uma vez que tal característica permite que os alunos com menos rendimento escolar possam ser assistidos por outros com mais capacidades. Por isso, é essencial que o professor tenha conhecimento prévio do rendimento escolar dos alunos e das suas competências sociais. No entanto, pensamos que deve ser o professor a formar os grupos, decidindo quem trabalha com quem, pois tal garante que não haja alunos passivos nem monopolizadores durante a realização das tarefas e nem “grupos de amigos”, o que se pode traduzir em grupos mais equilibrados. Também é importante que os alunos sintam confiança e respeito no seio do seu grupo.

Consideramos muito importante a atribuição de papéis aos alunos, uma vez que contribuem para o desenvolvimento da sua autonomia, ao serem executados conjuntamente com as tarefas inerentes ao próprio trabalho, geram interdependência entre todos os elementos e permitem que as responsabilidades sejam distribuídas. Mas o professor deve consciencializar os alunos de que não há papéis mais importantes que outros no sentido de evitar o surgimento de hierarquias ou lideranças.

Relativamente ao tipo de grupos a constituir nas aulas, pensamos que os grupos formais são os que mais se adequam à nossa investigação, uma vez que se pretende que os alunos realizem vários trabalhos de grupo antes e durante a implementação das experiências de ensino-aprendizagem que serão objeto de estudo.

Sobre os vários métodos de aprendizagem cooperativa, alguns incluem aspetos competitivos, como é o caso, por exemplo, das técnicas STAD e TGT, outros são mais adequados quando se usam textos como recursos materiais (Jigsaw) e ainda outros são complexos e fomentam a homogeneidade, como é o caso dos Grupos de Investigação. Há também métodos que nos

parecem centrados fundamentalmente na aquisição de competências cooperativas. Assim, ponderando a adequação ao nosso trabalho, consideramos que a estrutura de aprendizagem CNJ é a mais vantajosa, pois alia a capacidade de cooperação à aquisição de conhecimentos, fomentando uma aprendizagem ativa.

Finalmente, pensamos que o professor deve ter um importante papel na implementação da aprendizagem cooperativa na sala de aula, organizando e planificando previamente o trabalho, definindo claramente, junto dos alunos, os objetivos das tarefas propostas e motivando-os constantemente. No entanto, parece-nos que a eficácia do grupo cooperativo pode depender da idade dos alunos e da sua experiência em trabalho cooperativo.

3- A importância da motivação na aprendizagem

3.1- O conceito de motivação humana

Atualmente, aceita-se que a motivação é um fator determinante do comportamento humano (Pereira, 2013) e que a mesma está associada aos processos do pensamento, da linguagem, da aprendizagem e da memória, entre outros. É comum definir a motivação “como um estado interno que ativa, direciona e mantém comportamentos” (Pereira, 2013, p. 448), podendo afirmar-se que o estudo da motivação trata do aspecto dinâmico ou energético da ação, ou seja, aquilo que move o comportamento (Barrera, 2010).

Contudo, existe alguma controvérsia na literatura sobre a definição científica de motivação (Paraíso, 2016) e a falta de consenso torna difícil a clarificação deste conceito. Sobre esta questão, Barrera (2010) refere que:

- (1) A teoria behaviorista dá ênfase aos fatores ambientais na determinação do comportamento, levando em conta os estímulos antecedentes e consequentes;
- (2) A teoria psicanalítica concebe a ação humana como sendo motivada por forças inconscientes;
- (3) A teoria motivacional da hierarquia das necessidades dá ênfase às forças internas do indivíduo, as quais desencadeiam e direcionam a sua ação;
- (4) As teorias cognitivas da motivação consideram que a atividade cognitiva do ser humano é indissociável da sua motivação.

Portanto, as abordagens psicológicas da motivação dão ênfase a determinantes ambientais, a forças internas do sujeito, como a necessidade, o desejo, o impulso, o instinto, a vontade, etc., e a incentivos. Pode então falar-se de um ciclo motivacional caracterizado por termos como incentivos, ativação, impulso, instintos, necessidades e motivos (Weiner, 1992, citado por Pereira, 2013). De acordo com este ciclo da motivação, uma necessidade psicológica ou fisiológica dá origem a um impulso que incita à adoção de um determinado comportamento para atingir um dado objetivo ou meta.

Como referido em Genari (2006), o motivo tem dois componentes: o impulso (interno) que incita o sujeito à ação e a meta (objetivo) que quando alcançada reduz o impulso inicial. Já o incentivo é um estímulo, objeto ou acontecimento que encoraja ou desencoraja um comportamento (Pereira, 2013). As motivações podem ser classificadas de diferentes formas: as fisiológicas (fome, sede, sono, etc.), as combinadas (por exemplo, o comportamento sexual), as sociais e cognitivas (como a afiliação, a realização e a necessidade de obtenção de conhecimento). Os motivos podem ainda ser primários (de sobrevivência), sendo considerados

inatos, como a fome ou a necessidade de respirar ou de dormir, e secundários, que correspondem às necessidades sociais, sendo que estes são aprendidos com associação com os primários.

Contudo, não há uma teoria que garanta a motivação, pois supor que os mesmos estímulos causam as mesmas reações em todos os indivíduos é menosprezar a identidade e individualidade de cada ser humano. Encontrar respostas aos motivos individuais é o grande desafio que se impõe às escolas (Paraíso, 2016). Portanto, no contexto educacional, torna-se imperioso abordar os aspectos da motivação que interferem no processo de ensino e aprendizagem.

3.2- Motivação intrínseca e motivação extrínseca

As teorias da motivação reconhecem a existência de duas orientações motivacionais, a motivação intrínseca e a motivação extrínseca que, no contexto escolar, podem ter influência no desempenho acadêmico dos alunos. A motivação intrínseca de um aluno ocorre quando ele realiza uma atividade por prazer, por esta ser interessante ou atraente e geradora de satisfação, sendo que a recompensa recebida advém da própria realização da atividade. Estudar pode ser um exemplo claro de um comportamento motivado intrinsecamente se o estudante executa o comportamento de ler o livro pelo prazer de adquirir o conhecimento nele contido (Genari, 2006), ficando verdadeiramente satisfeito pela atividade em si. Portanto, o aluno intrinsecamente motivado procura, naturalmente, novidades e desafios, não sendo necessárias quaisquer pressões ou prêmios pelo cumprimento da tarefa.

Já o aluno extrinsecamente motivado realiza uma atividade devido a causas externas, que podem ser o receio de punições, o anseio de reconhecimento e de obtenção de compensações, ou ainda por reconhecê-la como necessária, embora não seja do seu agrado (Lourenço e Paiva, 2010). Quando o aluno se dedica a estudar apenas para passar no exame, ou para receber um elogio ou mesmo um prêmio por parte dos pais e/ou professores, ocorre a motivação extrínseca (Barrera, 2010).

Procurando compreender os determinantes motivacionais e descobrir contextos promotores das formas autodeterminadas de motivação, foi desenvolvida a Teoria da Autodeterminação na década de 1970 por Deci e Ryan, através de centenas de estudos, cujo objetivo principal foi comparar a motivação intrínseca com a extrínseca (Guimarães e Boruchovitch, 2004). Os resultados dessas investigações indicavam que as recompensas materiais prejudicariam a motivação intrínseca, reduzindo o envolvimento na atividade para níveis menores do que os apresentados antes da introdução das recompensas.

Também Guimarães, Bzuneck, e Sanches (2002), como citado em Genari (2006), referem que, de acordo com estudos na área da motivação escolar, a aprendizagem e o desempenho do aluno é facilitada quando o mesmo se envolve em atividades por razões intrínsecas. Assim, o aluno motivado intrinsecamente escolhe tarefas no sentido de aperfeiçoar os seus conhecimentos, procura novas informações e aplica o conhecimento noutros contextos. Além disso, demonstra maior retenção dos conteúdos aprendidos frente a novas situações de aprendizagem, na maioria das vezes completa as tarefas escolhidas e mostra-se satisfeito em realizá-las. Desta forma, o aluno gera expectativas positivas de desempenho que realimentam a motivação.

Em contraste, o aluno extrinsecamente motivado realiza uma tarefa escolar para, por exemplo, melhorar as suas notas ou receber recompensas e elogios e evitar problemas como o de ser punido. Assim, a pouca persistência é relacionada com este tipo de motivação, pois, sendo retirada a consequência, a motivação para o trabalho desaparece (Guimarães, 2003, como citado em Genari, 2006). Desta forma, acredita-se que a qualidade do desempenho e da aprendizagem de um aluno se diferenciará à medida que este for intrínseca ou extrinsecamente motivado.

Entretanto, como diz Barrera (2010), na maior parte das atividades quotidianas os dois tipos de motivação estão presentes, embora possa haver a predominância de um sobre o outro. Em alguns casos, inclusive, são utilizadas deliberadamente estratégias de motivação extrínseca, como por exemplo, o oferecimento de recompensas, com o objetivo de desenvolver a motivação intrínseca, como o prazer pelo estudo, determinado pela percepção de que por meio desse comportamento ocorre a obtenção do conhecimento.

A Teoria da Autodeterminação propõe ainda a existência de três necessidades psicológicas inatas, subjacentes à motivação intrínseca: (1) a necessidade de autonomia; (2) a necessidade de competência e (3) a necessidade de pertencer ou de estabelecer vínculos.

Em situações de aprendizagem escolar, as interações em sala de aula e na escola, como um todo, precisam de ser fonte de satisfação dessas três necessidades psicológicas básicas para que a motivação intrínseca e as formas autodeterminadas de motivação extrínseca possam ocorrer. Nesse sentido, a figura do professor tem um papel essencial na promoção de um clima de sala de aula favorável ou não ao desenvolvimento dessas orientações motivacionais (Guimarães e Boruchovitch, 2004).

3.3- Motivação para a aprendizagem na escola

A aplicação dos conceitos gerais da motivação humana no contexto escolar deve ter em conta as características particulares deste ambiente, uma vez que as tarefas e as atividades

vivenciadas na escola estão associadas a processos cognitivos, como as capacidades de atenção, de concentração, de processamento de informações, de raciocínios e de resolução de problemas (Lourenço e Paiva, 2010). A motivação na escola depende de vários fatores, como as ações desenvolvidas pelo professor e o seu estilo motivacional, o ambiente da sala de aula, as características da personalidade do aluno e o contexto familiar em que estão inseridos os jovens (Genari, 2006; Guimarães e Boruchovitch, 2004; Leite, Oliveira, e Oliveira; 2014; Veiga e Antunes, 2005).

Atualmente, não se contesta o papel que a motivação tem na aprendizagem e no desempenho dos estudantes. Muitos professores, ao refletirem sobre os resultados da avaliação obtidos pelos seus alunos, referem a desmotivação como uma das principais causas de insucesso, o que compromete a sua progressão na aprendizagem e a eficácia do professor na sua ação de ensinar. Por isso, a motivação dos alunos deve ser considerada muito importante para o seu sucesso escolar, bem como para o processo de aprendizagem, tornando-se mesmo um determinante crítico na qualidade da aprendizagem e do desempenho (Guimarães e Boruchovitch, 2004).

Compreende-se que, na escola, o aluno motivado demonstra predisposição para aprender, procura novos conhecimentos e envolve-se com entusiasmo nas tarefas propostas pelo professor (Alcará e Guimarães, 2007). É um estudante que se mostra ativamente envolvido no processo de aprendizagem, despendendo esforços que poderão influenciar positivamente o seu rendimento escolar. No entanto, as pesquisas mais atuais permitiram concluir que a relação entre motivação e aprendizagem não se restringe a uma pré-condição da primeira para a ocorrência da segunda, mas que há uma relação de reciprocidade entre ambas, ou seja, a motivação é capaz de produzir um efeito na aprendizagem e no desempenho, assim como, a aprendizagem pode interferir na motivação (Mitchell, 1992; Pfromm, 1987; Schunk, 1991; citado por Martinelli e Genari, 2009).

Segundo Pintrich (2000), citado por Lourenço e Paiva, (2010), a motivação é planificada e ativada, mas para que tal aconteça é necessário que: (1) o aluno adote metas de acordo com a tarefa a que se propõe e (2) sejam estimuladas as suas crenças motivacionais, tais como as crenças de autoeficácia, os interesses pessoais nas tarefas propostas e as crenças sobre a importância dessas mesmas tarefas.

As metas e as crenças são considerados componentes cognitivos das teorias sobre a motivação, ou seja, são variáveis ligadas ao *self* (Bzuneck, 2009, citado por Paraíso, 2016). Também a consciência de si mesmo e da realidade envolvente potencia um processo de desenvolvimento pessoal onde as escolhas são organizadas em torno do “Eu” (Paraíso, 2016). Segundo Kauffman e Husman (2004), citado por Alcará e Guimarães (2007), as concepções de futuro dos alunos têm uma influência real e significativa sobre as suas crenças e sobre a sua motivação para aprender, pois os alunos motivados têm a percepção de que as atividades

realizadas no presente consistem em meios para atingir as suas metas futuras. Assim, as metas que os alunos assumem para o seu futuro são consideradas como um determinante motivacional e têm a função de orientar a ação do aluno para alcançar um objetivo, influenciando positivamente o seu desempenho.

Garrido (1990) e Lens (1994), referem que, como citado por Lourenço e Paiva (2010), a questão motivacional talvez esclareça por que razão alguns estudantes gostam e aproveitam a vida escolar, revelando comportamentos adequados, alcançando novas capacidades e desenvolvendo todo o seu potencial, enquanto outros demonstram pouco interesse nas atividades, muitas vezes fazendo-as por obrigação, ou de forma pouco responsável e, em alguns casos, desprezando uma grande parte da vida escolar. Também Paraíso (2016), de acordo com Boruchovitch e Bzuneck (2010), refere que os efeitos imediatos da motivação do aluno consistem em ele envolver-se ativamente nas tarefas pertinentes ao processo de aprendizagem, o que implica ele ter escolhido esse curso de ação, entre outros possíveis ao seu alcance.

Por isso, o professor deve ter um papel muito importante na motivação do aluno e no seu envolvimento no processo de aprendizagem. Se a falta de motivação escolar dos alunos constitui, hoje em dia, um problema preocupante para os professores (Martinelli e Genari, 2009), um desafio atual é construir um ambiente de aprendizagem estimulante e motivador (Rito, 2011). O professor terá então a responsabilidade de estimular nos alunos o planeamento e a adoção de metas futuras de maneira autónoma, possibilitando que estes as valorizem pessoalmente (Alcará e Guimarães, 2007). Contudo, é pertinente que o professor seja criativo, incremental e incorpore práticas pedagógicas significativas capazes de otimizar a motivação (Leite et al., 2014). Compete ainda ao professor “identificar os níveis reais de desenvolvimento ou conhecimento dos seus alunos para propiciar em sala de aula desafios ótimos, nem demasiadamente altos ou baixos” (Alcará e Guimarães, 2007, p. 177), mas considera-se também imprescindível que o professor esteja disposto para refletir sobre a sua ação pedagógica, procurando compreender e interpretar as ações dos seus alunos em sala de aula.

Assim, a motivação dos adolescentes é uma tarefa desafiadora para o professor devido as suas características nessa faixa etária. Trabalhar em prol da motivação para aprender consiste em fazer com que os alunos se possam envolver nas atividades escolares, mesmo que eles não considerem tais atividades prazerosas, mas que possam abraçá-las com seriedade, esforçando-se para alcançar os benefícios que a aprendizagem proporciona (Cavenaghi e Bzuneck, 2009).

3.4- Algumas reflexões sobre a motivação escolar

Existem muitos estudos sobre a motivação que confirmam a existência de uma relação entre o desempenho escolar e as orientações motivacionais. A motivação é um tema complexo que envolve várias teorias que refletem diferentes abordagens e recebe influências e contribuições de outras áreas do conhecimento, até mesmo da Filosofia.

É para nós indiscutível que sem orientações motivacionais dificilmente os alunos progredem na aprendizagem, o que sugere uma relação de causa/ efeito entre motivação e aprendizagem. Se é hoje unanimemente aceite que a motivação para o estudo é um fator determinante do sucesso escolar, então um dever primordial do professor é criar as condições necessárias, empreender esforços, planificar e por em prática estratégias para que os alunos se sintam motivados para a aprendizagem formal de conteúdos. Pensamos que, idealmente, convém ao professor que o aluno participe nas tarefas escolares motivado mais por razões intrínsecas do que por razões extrínsecas, pois as conclusões dos estudos nesta área apontam nesse sentido. Concordamos também que o estilo motivacional do professor é um fator determinante, mas não único, que influencia o envolvimento do aluno no processo de aprendizagem. Assim, o professor deve conduzir a sua prática pedagógica, sendo criativo e planificando as aulas cuidadosamente, organizando os conteúdos em consonância com os interesses reais da turma e de forma interdisciplinar, fazendo uso de recursos educativos e materiais que estimulem a motivação dos alunos para a obtenção de conhecimentos. O professor deve ainda incentivar os alunos, aliciando-os e convencendo-os de que a tarefa a realizar é uma atividade/ experiência interessante e importante com uma finalidade valiosa.

Pensamos que, muitas vezes, motivar os alunos intrinsecamente não é tarefa fácil devido às características do próprio currículo que o professor leciona, à postura da família no processo de motivação do aluno e ao próprio sistema de ensino instaurado, muito focado nos resultados académicos dos alunos, pelo que, admitimos que a ocorrência da motivação por razões extrínsecas também possa ser vantajosa. Parece-nos que as características do nosso sistema de ensino propiciam situações de aprendizagem que promovem a motivação extrínseca em detrimento da intrínseca, pois no final do ensino secundário, por exemplo, os alunos são confrontados com exames de acesso ao ensino superior cujo ingresso depende de uma nota (média), havendo assim uma valorização das recompensas extrínsecas.

4- As TIC no contexto educativo

4.1- A introdução das tecnologias no quotidiano escolar atual

A revolução tecnológica no domínio das tecnologias de informação e comunicação iniciou-se na década de 1980 com o fácil acesso aos computadores e ao evento generalizado da Internet. As TIC incluem hoje, para além dos computadores e da Internet, um conjunto cada vez mais vasto de tecnologias de pequena escala: portáteis, *tablets*, *netbooks*, telemóveis, *iPads*, *iPods* e *iPhones*, de dispositivos de reconhecimento a ativação por voz, televisão móvel, etc. Em consequência, o acesso a estas TIC abre a porta a uma multiplicidade de programas e aplicações muito variadas, como *software* social, jogos, cursos, imagens, animações e simulações com aplicações em várias áreas, entre outros. Todas estas tecnologias despertaram a curiosidade e o desejo de as aplicar no campo da educação, especialmente os professores que aceitaram o desafio da sua exploração numa perspetiva educativa (Ramos, Teodoro, e Ferreira, 2011).

Nos últimos anos, as tecnologias quase que invadiram as escolas, estando hoje muitas vezes presentes no quotidiano escolar dos alunos. Por exemplo, Wastiau et al. (2013) realizou uma pesquisa sobre o uso das TIC nas escolas, com base na análise de 156 634 questionários aplicados a estudantes e professores de 27 países europeus, tendo concluído que, relativamente a 2006, o número de computadores disponíveis por cada 100 estudantes aumentou para o dobro, revelando, na União Europeia, entre três e sete alunos por computador e banda larga de 10 Mb/s (mega bite por segundo) omnipresente em 95% das escolas. O mesmo estudo revelou que em Portugal 61% dos alunos do 4.º ano e 59% dos alunos do 11.º ano estudavam numa escola com elevados níveis de equipamento digital, incluindo banda larga rápida, alta conectividade, ambiente de aprendizagem virtual, entre outros.

O estudo de Blamire (2009), como citado em Flores, Escola, e Peres, (2011), envolvendo 30 mil professores do ensino primário em 27 países europeus com o objetivo de encontrar linhas do efetivo uso das TIC, permitiu obter as seguintes ilações: (1) 75% dos professores usa computador na sala de aula (90% nos países nórdicos e 35% na Grécia, Letónia e Hungria); (2) os professores do Reino Unido, Portugal, Chipre, Holanda e Polónia são mais otimistas do que outros como a Suécia, França e Áustria, mas há pouca ou nenhuma correlação entre o otimismo, o impacto, os níveis de ensino, o equipamento e as competências do professor e (3) as TIC também têm aumentado a qualidade da formação dos professores e a sua motivação, mas são pedagogicamente subutilizadas.

O autor deste estudo mostrou-se preocupado com a formação contínua em TIC, pois os

professores não revelaram um nível desejado de competências para integração na sala de aula e a formação não se traduziu em ganhos para a aprendizagem dos alunos. A pesquisa mostrou ainda que é necessário tempo para assimilar as TIC, mas uma vez introduzidas são utilizadas pelos professores.

Em Portugal, no ano de 2005 e no sentido de por em prática os projetos de apetrechamento tecnológico das escolas, o Ministério da Educação criou a unidade de missão CRIE (Computadores, Redes e Internet nas Escolas) com competências para conceber, desenvolver, concretizar e avaliar iniciativas mobilizadoras e integradoras do domínio do uso dos computadores, redes e Internet nas escolas nos processos do ensino-aprendizagem. Um dos projetos da equipa CRIE foi a Iniciativa “Escola, Professores e Computadores Portáteis”, lançada no início do ano letivo de 2006/07, com uma duração prevista de 3 anos e cujo objetivo era a utilização flexível dos computadores noutras salas de aula e espaços da escola, provocando a rutura com o modelo “sala de informática” enquanto estratégia de integração das tecnologias nas escolas. Esta iniciativa foi a maior na área das TIC, lançada até então, tendo por base duas preocupações e metas (Ramos, Espadeiro, Carvalho, Maio, e Matos, 2009):

(1) assegurar a média de 24 computadores portáteis por estabelecimento, nos 2.º e 3.º ciclos do Ensino Básico e de Ensino Secundário (10 para utilização pessoal por parte de professores e 14 para serem usados por professores com os seus alunos, em ambiente de sala de aula). Acresceu a esta dotação um projetor de vídeo e um acesso sem fios à Internet;

(2) alcançar o real empenho das escolas em receber o equipamento e a infraestrutura acima, com base na elaboração de um projeto, colocado a concurso nacional pelo Ministério da Educação.

Em termos muito gerais, as conclusões do estudo foram bastante positivas e os objetivos da iniciativa foram alcançados em larga medida. Também as escolas cumpriram os objetivos delineados, sendo de realçar uma grande adesão dos alunos à utilização das TIC como fator instrumental para a aprendizagem. Uma das recomendações resultantes da avaliação do impacto deste projeto foi a promoção da formação dos professores no uso educativo das TIC (Ramos et al., 2009).

Também o Plano Tecnológico da Educação, colocado em marcha em 2007, foi uma iniciativa nacional de promoção do uso dos computadores, quadros interativos, projetores de vídeo e outras tecnologias digitais e de rede, no sentido de responder aos desafios da Sociedade de Informação, de forma a potenciar as mudanças desejáveis no paradigma organizacional e curricular. O objetivo do plano seria colocar Portugal entre os cinco países europeus mais avançados na modernização tecnológica do ensino em 2010. Do estudo de avaliação do projeto, que consistiu em analisar e sintetizar as informações de um conjunto alargado de relatórios das escolas, conclui-se que houve um esforço visível de algumas em integrar as TIC em atividades curriculares, mas denotou-se uma lenta adesão dos docentes às TIC e falta de

formação nesta área (Silva, 2011). A implementação do plano permitiu, em 2008/09, atingir uma média de 2,3 alunos do ensino básico e secundário por computador ligado à Internet, representando um aumento de 5 a 6 vezes em relação ao ano letivo de 2004/05 (UMIC - Agência para a Sociedade do Conhecimento, 2012).

Em Novembro de 2009, tinham sido entregues no âmbito do Plano Tecnológico da Educação às escolas públicas com 2.º e 3.º ciclos do ensino básico (CEB) e com ensino secundário 111 486 novos computadores, 28 711 novos videoprojectores e 5 613 novos quadros interativos. Em Outubro de 2010, 75% das escolas dispunham de redes de área local com e sem fios, com acesso à Internet em 100% das respetivas salas de aula/ espaços letivos. Em Maio de 2011, 100% das escolas dispunham de ligação à Internet em fibra ótica a pelo menos 64Mb/s, 65% destas escolas tinham sistemas de videovigilância instalados, mais de 1700 Recursos Educativos Digitais (RED) estavam disponíveis através do Portal das Escolas em integração com a Rede de Repositórios Educativos Europeia, que permitia o acesso a quase 40 000 RED, e mais de 120 blogs educativos de professores estavam publicados no mesmo portal (UMIC, 2012).

Ultimamente, a introdução de novas tecnologias nas escolas tem vindo a ser realizada através da inauguração de um número crescente de salas de aula do futuro (ERTE-2016), também conhecidas como “Ambientes Educativos Inovadores” que pretendem constituir-se como laboratórios de aprendizagem, ou seja, salas de aula repletas de tecnologia que podem incluir, além, dos “tradicionais” computadores e quadros interativos, os *tablets*, as impressoras 3D, os *drones* e as mesas interativas por multitoque.

4.2- Impacto das TIC no processo ensino-aprendizagem

As TIC têm atualmente um papel muito importante em educação, sendo utilizadas como ferramentas de inovação educacional que auxiliam no processo ensino-aprendizagem e no desenvolvimento das práticas pedagógicas. São vários os estudos que referem que o uso das TIC em contexto educativo apresenta efeitos positivos na aprendizagem dos alunos, sendo fator de motivação e inovação e uma mais-valia no processo de ensino-aprendizagem, desde que as metodologias aplicadas sejam adequadas (Laferrière, Bracewell, e Grégoire, 1996; Pinto e Sobral, 2013; Ricoy e Couto, 2009). As ferramentas tecnológicas têm-se espalhado explosivamente na educação, principalmente na área das ciências e, de acordo com os estudos citados, há dez anos o conjunto de simulações computacionais existentes na Internet era já vastíssimo, muitas delas na área da Física.

Citando Flores et al. (2011), o estudo europeu de Blamire (2009) em 27 países sobre a utilização das TIC no âmbito do 1.º ciclo permitiu verificar a ocorrência de impacto nos alunos e na aprendizagem, no ensino, nos modos de ensinar, no professor, na escola e nas

planificações. O autor refere também que: (1) os professores acreditaram que as TIC tiveram um efeito positivo nos alunos e nas aprendizagens e que estes adquiriram competências digitais, sociais e cognitivas; (2) em termos curriculares, os alunos desenvolveram competências de leitura, escrita e aritmética; (3) as TIC, além de melhorarem a motivação, a concentração, o comportamento, a confiança dos alunos e de estimularem a aprendizagem colaborativa, ajudaram também a compreender melhor os conteúdos curriculares, nomeadamente os alunos que tinham mais dificuldades de aprendizagem e (4) há escolas que utilizaram as TIC para estabelecer ligações entre a aprendizagem dentro e fora da escola, envolvendo os pais.

Conclusões semelhantes foram obtidas relativamente ao impacto da iniciativa da CRIE no processo ensino-aprendizagem. O estudo da avaliação do projeto permitiu concluir que o envolvimento dos alunos em atividades com recurso aos computadores portáteis traduziu-se em mudanças de sinal positivo na sua atitude em relação ao estudo, à escola e à aprendizagem (Ramos et. al., 2011). Existiram também evidências de maior entusiasmo e empenhamento nas atividades escolares com reflexos positivos e os professores reconheceram igualmente contributos do projeto na diversificação de estratégias e métodos de trabalho educativo, também com reflexos positivos nos processos de ensino e aprendizagem. A última dimensão do estudo em análise, centrada nos alunos e nas aprendizagens, evidenciou um impacto positivo ao nível das competências no uso das tecnologias, interesse e motivação nas disciplinas onde as mesmas foram utilizadas e participação dos alunos nos processos de aprendizagem.

Numa pesquisa com alunos de uma escola do ensino secundário, Ricoy e Couto (2009) pretenderam conhecer as condições de acessibilidade dos alunos às TIC e qual o papel motivador destes e outros recursos, dando especial atenção à disciplina de Matemática. Entre as principais conclusões obtidas, estes autores destacaram que os alunos consideraram a utilização da Internet elemento motivador no processo de ensino e aprendizagem e que a utilização dos computadores não constituía condição para que se gostasse da disciplina e nela houvesse sucesso. Contudo, gostariam de poder estudar mais pela Internet do que pelos livros e pensavam que se aplicariam mais se os trabalhos fossem elaborados com o computador.

Noutra pesquisa, convictos de que a aplicação das novas tecnologias, como o computador, a Internet e o quadro interativo, poderia contribuir para a criação de novos ambientes de trabalho que promovessem a motivação e o sucesso na aprendizagem, Menezes e Sobral (2013) realizaram um estudo junto dos alunos dos 8.º e 9.º anos para concluir se os mesmos tinham papel ativo e motivador na construção das aprendizagens aquando da utilização das TIC em sala de aula. De acordo com as suas conclusões, os resultados do estudo mostraram que o nível de motivação dos alunos foi muito mais forte, tendo mais concentração, aprendendo mais e a relação aluno-professor tornou-se muito mais próxima. Desse modo, os autores sugeriram que a utilização de um processo de ensino-aprendizagem que tenha por

base uma metodologia participativa, ativa e eficaz é muito vantajoso, devendo os alunos ser encorajados a realizar tarefas e a utilizarem ferramentas diversificadas que levem a novas experiências.

Os computadores introduzidos na sala de aula, no contexto de uma disciplina específica, são ferramentas fundamentais no processo de aquisição de competências. Desta forma, o uso das TIC constitui uma mais-valia no processo de ensino-aprendizagem. A progressiva inclusão das TIC nas aulas deve ser feita de forma equilibrada de modo que o professor sinta necessidade de inovar e de se preparar para experimentar novas estratégias de ensino (Pinto e Sobral, 2013). Para isso, é imprescindível que o professor domine as tecnologias e as consiga transpor para a sala de aula, de modo a tornar a sua prática pedagógica mais diversificada. Contudo, não se deve esperar que o computador seja uma ferramenta que “previna e elimine todos os problemas mas, poderá ser usado pelo professor como uma importante ferramenta pedagógica, dando a oportunidade ao aluno de aprender de uma forma construtiva e evoluir a sua criatividade” (idem, p.10).

Apesar destes efeitos positivos que a utilização das TIC têm no contexto escolar, demonstrados pelos estudos atrás citados, nem todos os autores partilham deste otimismo, pois, como refere Coutinho (2017), com a entrada das TIC na escola, esta alterou-se relativamente às suas funções e valores, deparando-se hoje com novos problemas, o que põe em causa o papel dessas tecnologias no desenvolvimento das capacidades cognitivas dos alunos, denunciando lacunas importantes, no método e nos instrumentos propostos, sobretudo a sua sobreposição aos princípios tradicionais de aprendizagem, nos quais o professor era considerado como uma figura principal e um mediador fundamental na construção das estruturas de aprendizagem dos alunos. Esta mesma autora refere ainda que a possibilidade de trocas de informação de dimensão planetária tem vindo a alterar a perceção da realidade, influenciando a formulação de entendimentos e de processos de aprendizagem. Também Ferreira (2006) refere que se a educação for apenas transferência de informação, e a transferência de informação puder ser feita através das tecnologias da informação, então os avanços não serão pedagógicos mas comerciais, uma vez que o que se está a abrir é um novo mercado para as tecnologias da informação.

Aviram e Talmi (2005), refletindo sobre a introdução das tecnologias no contexto educativo, referem que as visões das TIC e da educação podem ser caracterizadas através de diferentes abordagens, como por exemplo: (1) a abordagem administrativa - o desejo de atingir numa escola um certo rácio de computadores ou outro tipo de equipamento para estudantes; (2) a abordagem curricular - a conceção de que a tecnologia serve para atingir objetivos curriculares; (3) a abordagem didática - conceção de que a introdução da tecnologia pode levar a novos métodos didáticos ou novos métodos de ensino-aprendizagem; (4) a abordagem organizacional - baseada no entendimento de que a introdução das TIC nas escolas devem envolver mudanças organizacionais na mesma e (5) a abordagem cultural - proveniente do

reconhecimento de que a computorização da educação é parte de uma revolução cultural profunda.

Os mesmos autores identificaram também as atitudes perante o nível de mudança que as TIC podem operar na educação: (1) a atitude agnóstica - atitude daqueles que não têm uma opinião clara sobre o impacto das TIC na escola; (2) a atitude conservadora - as escolas devem sobreviver às TIC com mudanças mínimas, mantendo os computadores pessoais e a Internet como ferramentas adicionais ao manual e ao quadro; (3) a atitude moderada - as escolas devem enveredar por uma mudança extensa nos seus métodos didáticos; (4) a atitude radical - as escolas vão sofrer mudanças radicais, desaparecendo o ensino/ aprendizagem teórica, a divisão entre professores e alunos, etc. e (5) a atitude radical extrema - daqueles que acreditam que as TIC são como um vírus “cavalo de troia” na base do atual sistema educativo que o fará desmoronar.

Estas diferentes abordagens e atitudes, entre outros fatores, levaram os autores à identificação de três paradigmas emergentes das TIC na educação: o paradigma holístico, o reformista e o tecnocrata (Quadro1), concluindo que as escolas desenvolvem e implementam produtos TIC e modelos baseados em TIC, mas devido à falta de uma cultura de discurso racional e de desenvolvimento racional, em muitos casos, não há indícios claros de melhoria contínua nos modelos existentes. *“As it is, everybody is reinventing the wheel time and time again”* (Aviram e Talmi, 2005, p.186).

Quadro 1. Suposições dos três paradigmas das TIC na Educação. Aviram e Talmi, 2005, p. 186.

	Holists	Reformists	Technocrats
Will the educational system last in its present shape?	No	Yes, with some modification of the didactic aspects	No opinion (positive answer implied)
Should the educational system last?	Yes/no	Yes, with some modifications	No opinion (positive answer implied)
Is the ICT revolution neutral or defining?	Defining	Defining	Neutral
Is the ICT revolution predetermined?	Indeterminist	Determinist	Determinist
Can the ICT revolution be judged ethically?	Yes	Yes	No opinion
Is the ICT revolution good?	Yes/no	Yes	No opinion (positive answer implied)

4.3- Reflexões sobre o uso das TIC na escola

Tendo em conta as conclusões apresentadas, pensamos que as novas ferramentas que as TIC proporcionam, levaram obviamente à utilização de novas metodologias e estratégias de ensino, em particular nas áreas da ciência, incentivando à inovação de práticas e motivando o aluno na aquisição de saberes. Os alunos estão hoje rodeados de objetos tecnológicos que podem utilizar e explorar diariamente para comunicar, pesquisar informação, estudar e desenvolver variadas atividades lúdicas. Consideramos que a escola não pode ficar indiferente a este facto, devendo dar resposta aos desafios colocados pela sociedade atual. Por isso, sendo o seu papel o de preparação dos alunos para integração na sociedade futura, assistimos há poucos anos a um claro comprometimento em acompanhar a evolução tecnológica, através da modernização dos espaços escolares e do apetrechamento das salas de aula com recursos informáticos, de acordo com vários projetos de âmbito nacional. Os espaços educativos passaram então a incluir mais computadores, projetores de vídeo, quadros interativos e *tablets* e, ultimamente, as mesas interativas, no sentido de facilitar o processo de ensino-aprendizagem, passando professores e alunos a relacionarem-se num ambiente mais tecnológico e favorável a novas e diversas experiências de ensino-aprendizagem no âmbito das várias disciplinas do currículo.

No entanto, vários estudos apontam para um subaproveitamento das TIC nas escolas, embora estas possuam os equipamentos necessários à dinamização das aulas. Tal problema parece-nos relacionado com alguma resistência por parte dos professores na utilização das tecnologias na sala de aula, motivada possivelmente pela falta de formação dos docentes nesta área do conhecimento, em consonância com Wastiau et al. (2013) quando refere "*It is therefore important for all teachers to have the necessary knowledge and skills to integrate ICT in their daily teaching practice in order to maximize their ability to help to improve students' digital competence*" (p. 16). Como afirma Flores et al. (2011), com base numa investigação que envolveu cerca de 1300 professores a lecionarem em escolas públicas e privadas na região do grande Porto, há potencialidades das TIC na qualificação da educação, no entanto, verificam-se carências formativas dos professores e baixa frequência de utilização de ferramentas promotoras de mudanças na educação, o que se traduz numa necessidade urgente de formação pedagógica de como planificar, organizar, utilizar e quando usar as TIC na sala de aula. Pensamos que este problema é inerente à própria classe docente, pois de acordo com a DGEEC (2014), no sistema de ensino português 74% dos professores têm mais de 40 anos, o que acaba por condicionar a utilização das novas tecnologias na sala de aula.

Consideramos que as tecnologias têm, sem dúvida, muitas potencialidades pedagógicas, mas vários estudos consultados apontam para uma espécie de devoção tecnológica às TIC no contexto escolar, como se as mesmas pudessem resolver todos os problemas do ensino e da aprendizagem. Não obstante os livros didáticos serem riquíssimos em imagens alusivas aos

temas em estudo (Rego, 2011), as próprias editoras dos manuais escolares disponibilizam atualmente um vasto conjunto de recursos educativos digitais, tanto a professores como a alunos, fisicamente e *online*, que incluem e-manuais, apresentações eletrónicas, simulações e atividades interativas de aprendizagem, entre outros, e, ultimamente, disponibilizam também manuais eletrónicos para *tablets*. Nos tempos que correm, é claro que o professor já não é a fonte de informação central e que há um universo informacional para lá da sala de aula, mas o professor não deverá ser substituído pelo computador, pois a sua ação essencial reside no contacto direto com o aluno e se a mesma se for atenuando a escola perde a autonomia do processo educativo, bem como a sua própria identidade.

Por último, referimos que o uso simples das tecnologias não deverá ser suficiente para produzir mudanças no processo de aprendizagem. Com efeito, o professor deve adotar métodos para a implementação das mesmas alicerçados no vasto conhecimento já produzido no âmbito das teorias da educação, pois pensamos que, de acordo com Pinto e Sobral (2013), deve-se ter em conta que a escola do futuro não anulará a necessidade de um modelo de ensino-aprendizagem que misture o ensino tradicional e as TIC.

5- Estudos com MIM na educação

5.1- A escassez de estudos realizados com mesas interativas

Nesta secção, a metodologia usada para proceder à revisão da literatura, no que diz respeito à implementação de mesas interativas na educação, foi a pesquisa no Repositório Científico de Acesso Aberto e o uso de bases de dados como IEEE Xplore Digital Library, SAGE Journals, EBSCO, ACM Digital Library, Wiley Online Library, Google Scholar e também outras pesquisas realizadas na Internet e em livros físicos. Utilizámos termos de pesquisa como “superfície interativa”, “aula multitoque”, “*interactive tabletop*”, “*multi-touch classroom*”, etc., tendo sido eliminadas publicações relativas a paredes interativas e estudos realizados com crianças ou com um único utilizador. O foco desta revisão foi então o impacto da mesa multitoque em contextos educativos mais explícitos, concretamente com grupos de alunos dos 11 aos 15 anos.

Existem atualmente no nosso país várias empresas que constroem e comercializam mesas interativas que incluem aplicações educativas destinadas ao uso em sala de aula para ensino e aprendizagem e algumas escolas já adquiriram esses dispositivos para constituir uma “sala de aula do futuro” (Diário de Notícias, 2016). No entanto, o custo desses equipamentos é muito elevado, pelo que alguns professores, isoladamente, já construíram mesas de multitoque de baixo custo para as suas escolas destinadas, por exemplo, a apresentações de conteúdos e a trabalho colaborativo de alunos (Duarte, 2011; Ramos, 2012). Mas ainda não estão publicados em Portugal quaisquer estudos sobre os efeitos que estes dispositivos têm na aprendizagem individual ou em grupo. Existem, sim, alguns trabalhos sobre a introdução de dispositivos móveis na educação (*tablets*, por exemplo), mas não sabemos se poderemos transportar para as mesas interativas algumas conclusões dos estudos com *tablets* em sala de aula, uma vez que estes são dispositivos pessoais utilizados maioritariamente para tarefas individuais, enquanto as mesas são, obviamente, destinadas a trabalho de grupo. Assim, a pesquisa sobre o estado da arte recaiu essencialmente em publicações internacionais, tendo-se concluído que a investigação com mesas multitoque é ainda relativamente recente, apesar de já terem sido conduzidos alguns estudos sobre a sua implementação em escolas e universidades estrangeiras. Mercier, Higgins, e Joyce-Gibbons (2016) referem “*research on this particular technology for educational uses is still in its infancy*” (p. 506), por isso há ainda pouca informação sobre as implicações pedagógicas destes dispositivos recentes. Este campo de estudo é caracterizado por um entusiasmo inicial e excesso de expectativa (Dillenbourg e Evans, 2011), agravado pelo uso produtivo dos *early adopters* e quanto mais a sua adoção generalizada ocorre, menos evidência conclusiva há sobre o impacto na medida dos resultados de aprendizagem (Higgins, Mercier, Burd, e Hatch, 2011).

5.2- Impacto das mesas interativas na educação

A mesa interativa, tal como o *smartphone* e o *tablet*, é um recurso das TIC relativamente recente e deve-se aos avanços da área da interação humano-computador (IHC), da investigação dos sensores e da computação ubíqua. De acordo com Dillenbourg e Evans (2011) “An interactive tabletop is a computer interface that, as its name indicates, resembles a table: it is usually a horizontal (sometimes oblique) surface and usually is large enough to allow several users to interact simultaneously.” (p. 491). Assim, os painéis interativos horizontais ou oblíquos constituem uma mesa interativa por multitoque, ou seja, um grande ecrã de computador que, por ação do toque de dois ou mais dedos, simultaneamente, permite a utilização de programas informáticos e, assim, comandar o computador ao qual o ecrã está ligado.

De acordo com as conclusões de investigadores ligados à pesquisa da aprendizagem colaborativa apoiada pelo computador, nos próximos anos as mesas multitoque estarão disseminadas pelas escolas (Higgins, 2011; Rick, Rogers, Haig, e Yuill, 2009) e já foram conduzidos vários estudos que sugerem que a aplicação desta tecnologia na sala de aula pode ser benéfica para a aprendizagem, uma vez que potencia a interação entre os estudantes (Clayphan, Collins, Ackad, Kummerfeld e Kay, 2011; Hunter e Maes, 2008; Niu, McCrickard, e Nguyen, 2016; Schneider e Blikstein, 2016).

Neste âmbito, um dos estudos mais importantes foi o projeto *SynergyNet Multi-touch in Education* (figura 2) que, tendo sido desenvolvido durante quatro anos e concluído em 2012, permitiu encontrar várias evidências sobre os efeitos positivos que as mesas interativas têm na aprendizagem em grupo.



Figura 2. Grupos de alunos a trabalhar em mesas interativas no âmbito do projeto *SynergyNet Multi-touch in Education* - Adaptado de Mercier e Higgins, (2012), p.15.

Este projeto foi desenvolvido no laboratório multimédia da Universidade de Durham (Reino Unido) por uma equipa interdisciplinar e internacional composta por investigadores interessados em avaliar o papel da tecnologia multitoque quando introduzida em sala de aula. Esse espaço de pesquisa era composto por quatro mesas em rede que podiam ser usadas por pequenos grupos de alunos em simultâneo (alunos convidados de uma escola). As mesas eram controladas pelo *tablet* do professor e, como estavam interligadas, os seus conteúdos podiam passar de umas para as outras e também para o quadro interativo existente na sala (Mercier e Higgins, 2012).

Tratava-se assim de uma sala de aula envolvente em que todas as mesas estavam ligadas entre si, existindo um *software* específico responsável pela comunicação entre os dispositivos, podendo os alunos de uma mesa enviar resultados a outro grupo e ao professor e vice-versa. A existência de vários microfones e câmaras em locais estratégicos permitiu registar e analisar as interações entre os alunos no interior dos grupos e realizar vários estudos quantitativos. De acordo com os autores, o projeto assentou numa pedagogia centrada no aluno, promovendo a aprendizagem individual e também processos e resultados sociais. Foram quatro os objetivos dessa pesquisa: (1) criar um ambiente de aprendizagem radicalmente novo e rico em tecnologia, integrando esquemas de sala de aula tradicionais e atividades coletivas; (2) conceber e implementar uma nova forma de *interface* de utilizador para sistemas multitoque educacionais; (3) formular uma nova pedagogia que facilitasse a transição e o movimento entre a interação centrada no professor e a interação centrada no aluno e (4) analisar as estratégias de aprendizagem dos alunos para enriquecer a investigação fundamental através da captura de dados de como os alunos usam o ambiente SynergyNet - *SynergyNet Multi-touch in Education* (2011).

Os resultados obtidos indicam que as mesas de multitoque podem levar a discussões mais interativas entre alunos, e que, quando colocadas num ambiente de sala de aula, podem ser utilizadas para facilitar a aprendizagem de pequenos grupos e até de toda a turma (Mercier et al., 2016). Com o projeto SynergyNet, Higgins et al. (2011) concluem que a utilização da mesa por um grupo de alunos gera a oportunidade para o controlo conjunto, o que é claramente adequado para colaboração em torno dessa superfície. Assim, as grandes superfícies multitoque são uma oportunidade para explorar como podem as mesmas apoiar o ensino colaborativo. A facilidade com que várias pessoas interagem com a superfície ao mesmo tempo é significativamente diferente do caso em que existe um único ponto de controlo fornecido por outras tecnologias, como um computador e um rato ou um quadro interativo (Higgins, Mercier, Burd, e Joyce-Gibbons, 2012), ou seja, quando se trabalha em grupo em torno de uma superfície multitoque, não há a necessidade de negociar quem tem acesso ao conteúdo mostrado no ecrã (Mercier, Vourloumi, e Higgins, 2015).

No decorrer do projeto SynergyNet foi também estudada, em grupo colaborativo e em dois momentos distintos, a comparação entre o desenvolvimento de ideias em ambiente multitoque e com materiais em papel em mesas tradicionais, durante uma tarefa de história de mistério (Higgins et al. 2012) e durante a resolução de problemas de matemática (Mercier et al., 2015), tendo sido usada a análise de vídeos para examinar diferenças nas interações dentro dos grupos. Na primeira parte deste estudo, os resultados indicaram que os estudantes que trabalharam na tarefa de história na condição multitoque se envolveram em conversas mais interativas, desenvolvendo mais rapidamente um entendimento conjunto do problema, quando comparado com a condição em que os estudantes usaram materiais em papel.

Estas evidências estão de acordo com as conclusões de Piper e Hollan (2009) num relatório sobre a comparação entre alunos que utilizaram uma mesa interativa para estudar para um exame e alunos que usaram papel. Os dois investigadores descobriram que os estudantes na condição multitoque estavam mais propensos a tentar resolver problemas antes de ver a resposta e a repetir tarefas, do que os estudantes na condição de papel, sugerindo que a inclusão de uma aplicação de mesas interativas em sessões de estudo podia ser mais favorável à aprendizagem. Na segunda parte do estudo atrás referido, os resultados obtidos sugerem mais interação aluno-aluno na condição multitoque e mais interação professor-aluno na condição baseada em papel. Tal sugere um tipo diferente de interação entre condições, indicando, talvez, que a atenção conjunta facilitada pela mesa interativa permitiu níveis mais elevados de envolvimento na tarefa e colaboração entre os alunos. Também segundo Silva (2012), um jogo utilizado em MIM para trabalho colaborativo entre alunos com necessidades educativas especiais, permitiu envolver os participantes numa experiência atraente, motivar a necessidade de colaboração e incentivar a geração de situações de interação entre os participantes.

Noutro estudo com superfícies multitáteis, García-Herranz et al. (2010) referem que os quadros interativos e as mesas interativas trazem benefícios para a aula e as últimas constituem um potencial candidato a ser utilizado como complemento aos quadros interativos, pois apresentam vantagens adicionais ideais para o desenvolvimento de atividades educativas colaborativas. De acordo com estes autores, as mesas interativas conservam as propriedades das mesas tradicionais sobre as quais se realizam naturalmente atividades colaborativas que constituem um ponto-chave de interação e numerosas vantagens: estimulação da criatividade, expressão e manipulação, aprendizagem colaborativa, socialização, curiosidade e espírito de investigação, aprendizagem baseada em tarefas, comunicação e interação em tempo real.

Também o projeto *TinkerLamp* (Do-Lenh, Jermann, Cuendet, Kufferey e Dillenbourg, 2010) foi desenvolvido com 4 mesas e envolveu o uso de uma aplicação de treino logístico, tendo sido distribuídos 3 a 4 alunos por dispositivo com idades entre os 17 e os 20 anos. O objetivo deste estudo foi examinar como é que os aprendentes estudavam à volta da MIM, usando

objetos fiduciais¹ colocados sobre o ecrã para controlar a aplicação. Os resultados, quando comparados com o modo tradicional de estudo pelos mesmos alunos com papel e caneta no desenvolvimento de tarefas, permitiram concluir que aqueles exploraram mais soluções alternativas e de melhor qualidade quando da utilização das mesas interativas.

Noutra investigação denominada *Tables in the Wild* de Kharrufa, Maldonado, Kay e Olivier (2013), 4 mesas interativas SMART foram dispostas numa sala de aula para utilização com grupos de 3 ou 4 alunos com idades compreendidas entre os 12 e 13 anos. As tarefas propostas para desenvolvimento pelos alunos basearam-se na resolução de problemas (mistérios e cálculos) e na escrita colaborativa no âmbito de assuntos relacionados com disciplinas de História, Geografia e Inglês. Os professores envolvidos apontaram como pontos positivos o envolvimento dos alunos e o futuro potencial das mesas no contexto educativo, mas, de acordo com os investigadores, os professores devem adotar a tecnologia como sendo parte da atividade da aula em vez de a considerarem a atividade da aula, pois assim a prática pedagógica pode ser estendida além das limitações da tecnologia. Os resultados do estudo também referem que, relativamente à tecnologia em si, as aplicações multitoque devem permitir que os conteúdos de uma certa mesa possam ser projetados nas restantes e que todos os ecrãs das mesas possam ser “congelados” de modo a focar a atenção dos estudantes noutra projeção existente na sala e aumentar os níveis de discussão.

5.3- *Design* das MIM para a educação

Um dos primeiros trabalhos sobre o *design* das mesas interativas deve-se a Scott, Grant, e Mandryk (2003) onde são apresentadas diretrizes para a conceção destes dispositivos para trabalho cooperativo. Essas referências sugerem que tal tecnologia deve suportar: (1) interação interpessoal natural; (2) transições entre atividades; (3) transições entre trabalho individual e trabalho de grupo; (4) transição entre colaboração na mesa interativa e trabalho externo; (5) uso de objetos físicos; (6) acesso a objetos físicos e digitais compartilhados; (7) disposição flexível de utilizadores e (8) interação simultânea de utilizadores.

Muitas evidências existentes baseiam-se no campo da IHC e fornecem-nos perspetivas sobre a forma como os utilizadores interagem com a tecnologia e, simultaneamente, uns com os outros (Benko, Morris, Brush, e Wilson, 2009). Assim, foi identificada, por exemplo, a relação entre o *design* e as características tecnológicas das grandes superfícies multitoque horizontais e as suas possibilidades pedagógicas de modo a aumentar a probabilidade de melhoria da aprendizagem colaborativa e a sua adoção em salas de aula (Higgins et al., 2011; Muller-Tomfelde, Wessels e Schremmer, 2008; Scott et al., 2003).

¹ Os fiduciais são objetos monocromáticos (na forma de cartões, por exemplo) que funcionam como um código de barras que é possível ser identificado pelo dispositivo.

Também Dillenbourg e Evans (2011), para compreenderem em que situações as mesas interativas são relevantes, propõem a análise do seu potencial educativo tendo em conta uma lista de 33 pontos, muitos deles relativos ao *design*, baseados em quatro círculos de interação: (1) interações utilizador-sistema; (2) interações sociais; (3) orquestração da sala de aula e (4) contexto institucional.

O estudo de Higgins et al. (2011) teve por base uma definição de trabalho para uma mesa interativa como *"a computer system that allows direct physical interaction with its non-vertical display surface"* (p. 518), ou seja, as superfícies inclinadas também podem constituir uma MIM. De acordo com os autores, os elementos-chave são a superfície de visualização, a interação direta e o sistema computacional, os quais se relacionam com fatores de nível superior (superfície, toque e conectividade), resultantes da análise de outros elementos de nível inferior, como indicados na figura 3.

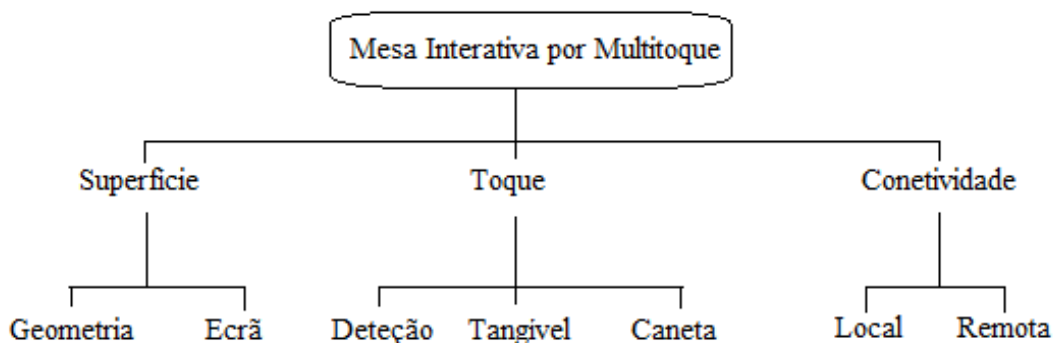


Figura 3. Classificação de nível superior e inferior da tipologia das mesas interativas (adaptado de Higgins et al., 2011, p. 526).

Os mesmos autores referem ainda que: (1) a conceção da superfície da mesa afeta o posicionamento físico dos alunos à volta da mesma e a facilidade com que eles podem chegar ao conteúdo; (2) o tipo de interação/ toque influencia o modo como os alunos se podem apropriar de recursos sobre a mesa e (3) a conectividade determina os tipos de recursos que são exibidos e o controlo por parte do professor ou alunos dos conteúdos.

Assim, a variação do tamanho da mesa, da sua forma, do ângulo de inclinação e do tipo de ecrã (de projeção, LCD, etc.) têm implicações significativas no desempenho das mesas, particularmente para atividades de aprendizagem e de interação entre alunos. Por exemplo, relativamente à inclinação da mesa, Furuichi, Mihori, Muraoka, Esenther, e Ryall, (2005) referem que as mesas horizontais são mais apropriadas para visualização de mapas e de planos. As mesas interativas inclinadas ajudam a indicar a direção e a orientação dos conteúdos, criando uma posição dominante para interagir com a mesa, o lado de baixo, o que sugere que esta mesa seja adequada para trabalho de pares alunos que podem colaborar naturalmente nesse lado (Higgins et al., 2011). Portanto, as características relacionadas com

a superfície e seu *design* definem amplamente os parâmetros para a colaboração física em torno da mesa e o detalhe da forma como os indivíduos interagem com a tecnologia também influencia a forma como interagem uns com os outros. Do ponto de vista pedagógico é importante a dimensão do ecrã onde são dispostas as informações, uma vez que a questão do alcance físico conseguido pelos alunos é um aspeto essencial a considerar, devendo ter-se em conta o tamanho de uma mesa, pois tal pode influenciar como se interage com a superfície.

6- As superfícies de toque

6.1- A evolução dos ecrãs táteis

O primeiro sensor de toque foi desenvolvido na Universidade de Kentucky pelo físico Sam Hurst em 1971 (Saffer, 2009). Esse dispositivo foi chamado de Elograph e, embora não fosse transparente como os atuais, foi um importante marco histórico para a tecnologia *touch screen*. Um ano depois, na Universidade de Illinois, foi construído o PLATO IV (*Programmed Logic for Automatic Teaching Operations*) - figura 4, o primeiro computador para uso educacional com uma área tátil. O seu ecrã monocromático de plasma, inédito na época, sensível apenas a um toque de cada vez através de luz infravermelha, permitia que um estudante respondesse a questões tocando em qualquer ponto dessa superfície (Sherwood, 1972).



Figura 4. Ecrã interativo do computador PLATO IV. Adaptado de Martinet (2011), p.14.

O sistema de funcionamento permitia fazer simulações e também que fossem ligados periféricos, como por exemplo, sintetizadores musicais de voz, realizando-se, assim, as primeiras experiências multimédia. Com sintetizadores mais avançados era também possível dar instruções por voz ao computador, tornando-o muito útil, por exemplo, para os professores de música.

No final dessa década, Myron Krueger criou o que pode ser corretamente chamado o primeiro sistema de manipulação interativa indireta que ficou então conhecido como o Videoplace (Krueger, 1985). Tratava-se de um conjunto de projetores, câmaras e outro *hardware* que permitia aos utilizadores interagir com imagens projetadas numa parede ou numa mesa, através de um conjunto variado de gestos, sem necessidade de serem usadas luvas especiais, rato ou caneta interativas. Alguns anos mais tarde, este investigador introduziu o gesto de escalar imagens no ecrã (*pinch-to-zoom*).

Após estes primeiros passos na tecnologia tátil, surge em 1982 o primeiro sistema multitoque, desenvolvido na Universidade de Toronto, denominado Flexibe Machine Interface (Mehta, 1982). Tal dispositivo era composto por um ecrã de vidro escurecido, com propriedades óticas especiais, que combinava a pressão dos dedos com o processamento de imagem, permitindo assim criar desenhos básicos e manipulação gráfica. Foi nesta década de 80 que os ecrãs táteis surgiram pela primeira vez ao público para uso comercial e industrial. As caixas registadoras de pagamento de lojas, restaurantes e bares passaram a incluir essa tecnologia que penetrou em mais de 90% dos estabelecimentos de comida e bebida dos Estados Unidos da América (Saffer, 2009).

Mais tarde, em 1991, Pierre Wellner apresentou a sua mesa interativa por multitoque, *The DigitalDesk* (Wellner, 1991), que utilizava um conceito ainda hoje atual. O funcionamento do seu dispositivo era baseado numa câmara e num projetor posicionados por cima de uma mesa e que apontavam perpendicularmente para a mesma. A câmara, estando ligada a um computador com um sistema de processamento de imagem, detetava todas as interações realizadas pelo utilizador - figura 5.

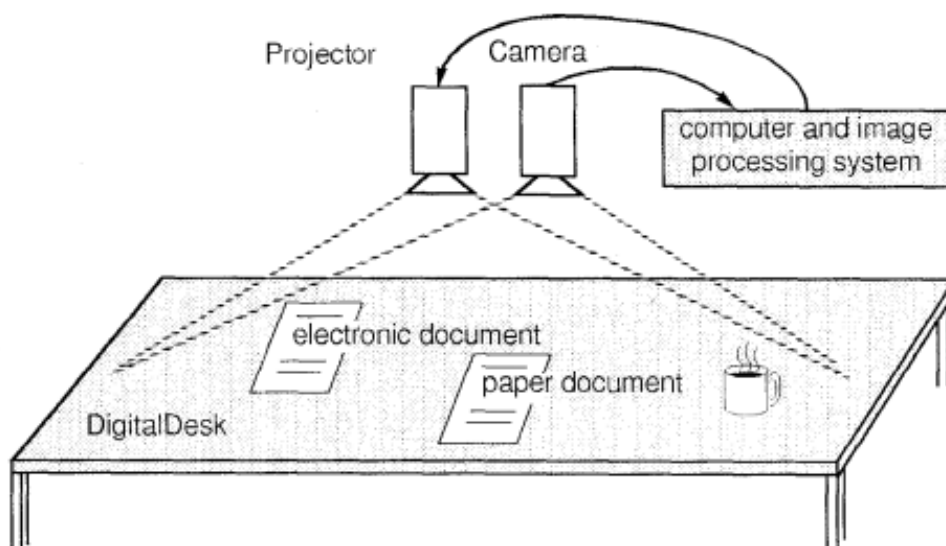


Figura 5. A mesa interativa *The DigitalDesk*. Adaptado de Wellner (1991), p.28.

De acordo com a arquitetura do sistema, este dispositivo permitia projetar imagens e textos na mesa e outras ferramentas digitais, como por exemplo, máquinas de calcular, apagadores e agrafadores, que podiam ser manipuladas pelos toques e gestos dos dedos. Wellner conseguiu, assim, impulsionar esta tecnologia, cativando empresas e entusiastas a desenvolverem dispositivos sensíveis ao toque baseados no seu conceito, o que se veio de facto a verificar no início do nosso século.

Em 2008, a Microsoft apresenta a sua mesa interativa por multitoque, a MS Surface 1.0 (figura

6), capaz de perceber múltiplas mãos e dedos, além de identificar diversos objetos colocados sobre o ecrã, permitindo assim uma interação colaborativa e bastante intuitiva.



Figura 6. A primeira mesa Interativa por multitoque comercializada pela Microsoft. Adaptado de Shahzunique, 2008. Disponível em <http://shahzunique.blogspot.pt/2010/11/new-technology-microsoft-surface-ces.html>.

O conceito da MS Surface 1.0 consistia numa caixa fechada onde permaneciam várias câmaras, um computador com um *software* que mapeava o movimento dos dedos e um projetor de vídeo que projetava a imagem para a superfície horizontal.

6.2- A mecânica dos ecrãs táteis

Todos os dispositivos que empregam gestos ou toques são compostos, pelo menos, por três partes: sensor, comparador e atuador - figura 7. Estes podem constituir os múltiplos componentes de um sistema gestual, como por exemplo, um detetor de movimento (sensor), um computador (comparador) e um motor (atuador).

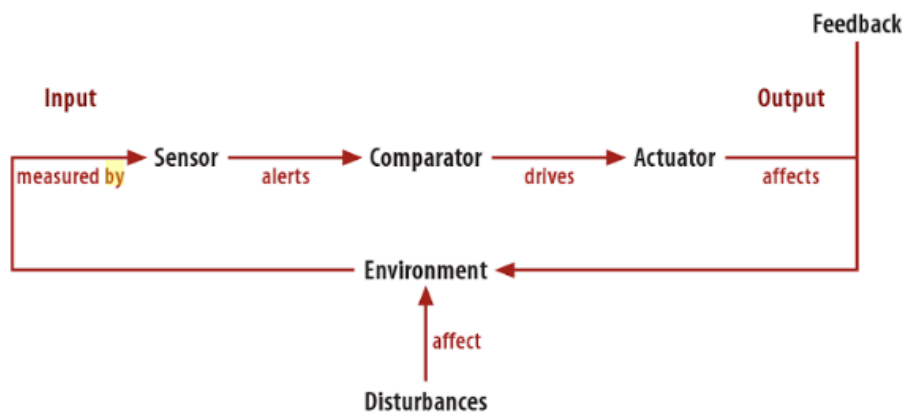


Figura 7. Esquema ilustrativo do funcionamento dos três componentes principais dos sistemas gestuais. Adaptado de Saffer (2009), p. 13.

Um sensor é tipicamente um componente eletrônico cuja função é detetar mudanças no ambiente. De acordo com Saffer (2009), no âmbito dos gestos interativos, essas variáveis podem ser propriedades como:

- (1) a pressão, para detetar algo que está a ser pressionado ou comprimido;
- (2) a luz, para detetar a presença de fontes de luz;
- (3) a proximidade, para detetar a presença de objetos no espaço;
- (4) a acústica, para detetar a presença de som;
- (5) a inclinação, para detetar o ângulo e o declive;
- (6) o movimento, para detetar o deslocamento e a velocidade;
- (7) a orientação, para detetar a posição e a orientação.

É crucial calibrar a sensibilidade do sensor, pois se a mesma for demasiado elevada ou baixa, o sistema poderá não responder às nossas ações. Também o tamanho e a área de cobertura do sensor são fatores importantes, uma vez que essas características determinam que tipos de gestos são apropriados e possíveis. Muitas vezes, nos sistemas mais complexos, múltiplos sensores estão interligados e trabalham conjuntamente na deteção de gestos complicados. Por exemplo, para termos gestos 3D, são necessário múltiplos sensores para obter a profundidade correta, como acontece com o sistema das consolas de jogos Wii.

Sempre que um sensor deteta o seu alvo, passa a informação para o comparador. Este compara os estados inicial e final do alvo e realiza uma determinada ação. Na maioria dos interfaces gestuais, o comparador é um microprocessador que corre um programa que decide que ações tomar de acordo como os dados recebidos do sensor. Tais decisões são passadas a um atuador, que pode ser mecânico ou digital, na forma de um comando. Em sistemas mecânicos, os atuadores são, frequentemente, pequenos motores elétricos, por exemplo, para abrir automaticamente uma porta. Já em sistemas digitais, é o *software* que comanda o atuador, ou seja, determina o que acontece quando alguém toca num ecrã ou estende um braço. Nas interfaces dos ecrãs táteis modernos, o sensor é quase sempre um vidro sensível

ao toque que utiliza uma determinada tecnologia tátil.

6.3- As tecnologias táteis

Ao longo dos anos, os sistemas táteis foram evoluindo, dando lugar ao aparecimento de tecnologias com diferentes configurações, adaptadas a diferentes contextos. As tecnologias disponíveis para a implementação de ecrãs táteis podem ser do tipo ótico, resistivo, capacitivo e acústico.

6.3.1- Tecnologia ótica

A tecnologia multitoque baseada no funcionamento de uma câmara é do tipo ótico. Atualmente, é a mais utilizada em projetos experimentais, pois é facilmente adaptável, económica e de fácil construção. O multitoque ótico foi apresentado publicamente há alguns anos numa conferência *TED on-line* de um modo extremamente simples (Han, 2006), tornando-se assim acessível ao cidadão comum interessado em desenvolver um dispositivo com essa tecnologia. O protótipo deste investigador consistia numa superfície de toque de alta resolução que permitia o multitoque, era de baixo custo e redimensionável. O seu projeto era baseado num fenómeno ótico denominado *Frustrated Total Internal Reflection* (Han, 2005) que se explicará a seguir.

Esse conceito simples do multitoque evoluiu muito nos anos seguintes graças a comunidades e fóruns de discussão que entretanto se estabeleceram na Internet, como foi o caso do NUI Group (2008) que desenvolveu um *software open source* para a tecnologia multitoque ótica denominado *Community Core Vision (CCV)*, disponibilizando-o gratuitamente na Internet. Este grupo oferece ainda suporte e documentação relacionados com *interfaces* de multitoque ótico. Segundo o NUI Group, existem cinco técnicas principais para desenvolver o *hardware* para a superfície multitoque:

- (1) *Frustrated Total Internal Reflection (FTIR)*;
- (2) *Rear Diffused Illumination (RDI)*;
- (3) *Laser Light Plane (LLP)*;
- (4) *LED-Light Plane (LED-LP)*;
- (5) *Diffused Surface Illumination (DSI)*.

Todas estas técnicas têm por base a visão computacional, conceitos de ótica e uma câmara ligada ao computador. Assim, é imprescindível utilizar fontes de luz para iluminar a superfície/ ecrã, um sensor/ câmara que detete os desvios que a luz sofre devido ao movimentos dos dedos sobre essa superfície e um *software* poderoso que reconheça e analise

imagens/sombras dos dedos. De seguida, explicamos sumariamente em que consiste cada uma destas técnicas:

a) *Frustrated Total Internal Reflection (FTIR)*

Como já se referiu, este modelo foi originalmente criado por Jefferson Han, tendo ganho grande popularidade. O *hardware* necessário para a sua construção é uma superfície de toque difusora sobre um vidro acrílico, uma moldura de LED infravermelhos que fica à volta do vidro, uma câmara de infravermelhos e um projetor de vídeo - figura 8.

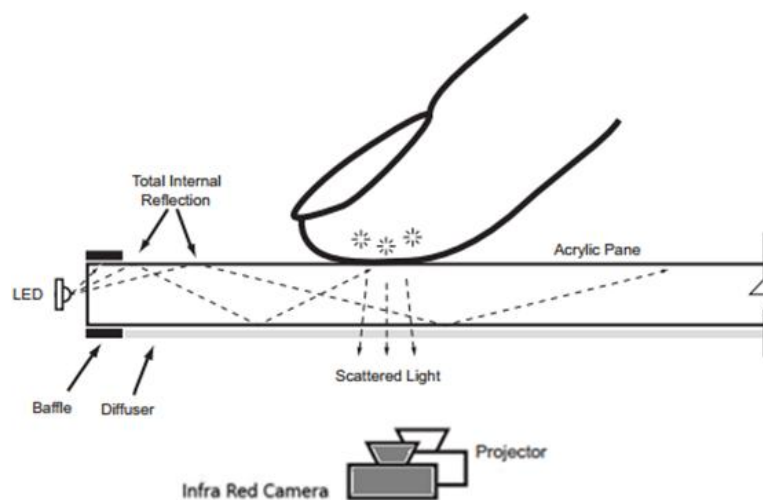


Figura 8. Componentes fundamentais e funcionamento da técnica FTIR. Adaptado de Han (2005), p. 117.

O funcionamento desta técnica explica-se com base no fenómeno ótico da reflexão interna total da luz. De acordo com a figura anterior, o vidro acrílico fica preenchido internamente com raios luminosos infravermelhos, emitidos pelos LED, que sofrem reflexão total, pois o seu ângulo de incidência com a superfície de separação dos meios óticos ar e vidro é maior que um certo ângulo crítico que depende dos índices de refração do ar e do vidro. Assim, quando um dedo contacta com o vidro, a luz no ponto de contacto deixa de estar sob o efeito do fenómeno da reflexão interna total e ilumina o dedo, dizendo-se então que esse fenómeno foi frustrado. Deste modo, passa a ser possível a câmara captar esse brilho. A deteção do toque aumenta-se, colocando sobre o acrílico uma superfície complacente (Han, 2005), que poderá ser, por exemplo, uma camada de silicone (NUI Group, 2008).

b) *Rear Diffused Illumination (RDI)*

A iluminação difusa traseira foi a técnica utilizada no funcionamento do sistema multitoque da mesa interativa da Microsoft. Os componentes fundamentais deste modelo são os mesmos do FTIR, com a diferença de que, em vez de se usar uma moldura de LED, podem usar-se fontes de luz infravermelhas para iluminar o vidro por baixo - figura 9. Neste modelo,

também não é necessária a superfície complacente de silicone, podendo usar-se um difusor (papel, por exemplo) para facilitar a projeção da imagem no mesmo.

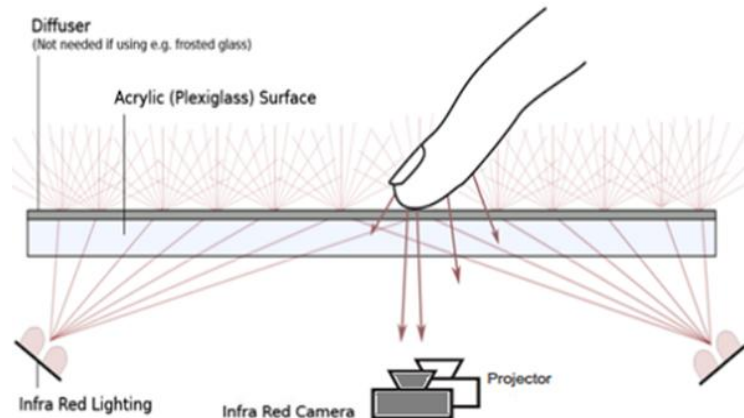


Figura 9. Componentes fundamentais e funcionamento básico da técnica RDI. Adaptado de Singla et al (2013), p. 2.

Quando se toca no vidro acrílico, a luz infravermelha atinge o dedo, é refletida para baixo e captada pela câmara de infravermelhos (Singla et al., 2013) que a deteta como uma pequena área brilhante no ecrã.

c) *Laser Light Plane (LLP)*

Este sistema usa todos os componentes da técnica RDI com exceção das fontes de luz infravermelha que são substituídas por quatro *lasers* de infravermelhos. A própria Microsoft construiu um protótipo de uma mesa interativa, a *LaserTouch*, baseada nesta técnica. Os *lasers* são colocados nos cantos do ecrã, por cima da superfície, gerando um plano de luz com 1 mm de espessura (NUI Group, 2008) - figura 10.

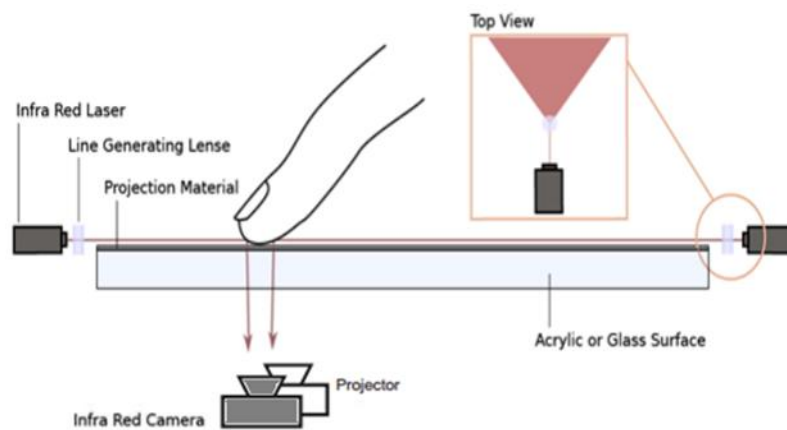


Figura 10. Componentes fundamentais e funcionamento básico da técnica LLP. Adaptado de Singla et al. (2013), p. 3.

Assim, quando se toca no vidro, o plano de luz fica mais luminoso nessa área de contacto, pelo que a câmara colocada por baixo irá captar essa luminosidade extra.

d) LED-Light Plane (LED-LP)

Na técnica LED-LP são utilizados os mesmos componentes fundamentais da configuração LLP, com exceção dos lasers que são substituídos por uma moldura de LED infravermelhos. Esta coloca-se um pouco acima e à volta do vidro, criando por cima deste um plano de luz infravermelha (Singla et al., 2013) - figura 11.

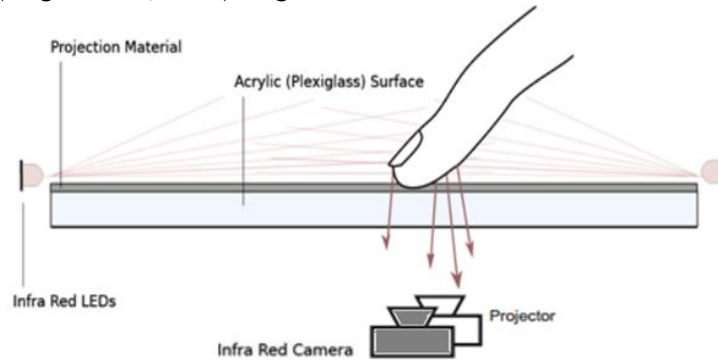


Figura 11. Componentes fundamentais e funcionamento básico da técnica LED-LP. Adaptado de Singla et al. (2013), p. 3.

Deste modo, mais uma vez, quando o dedo faz o contacto com o plano de luz, um ponto brilhante é detetado pela câmara de infravermelhos colocada por baixo da superfície acrílica.

e) Diffused Surface Illumination (DSI)

Trata-se de um modelo muito semelhante à primeira configuração FTIR atrás apresentada, embora seja necessário um vidro acrílico especial, do tipo Endlighten, e não necessite da superfície difusora de silicone (NUI Group, 2008). Este vidro contém no seu interior partículas invisíveis que atuam como espelhos que distribuem a luz infravermelha dos LED montados lateralmente. Quando o dedo toca no vidro, alguma luz sai do interior do vidro, sendo captada pela câmara de infravermelhos - figura 12.

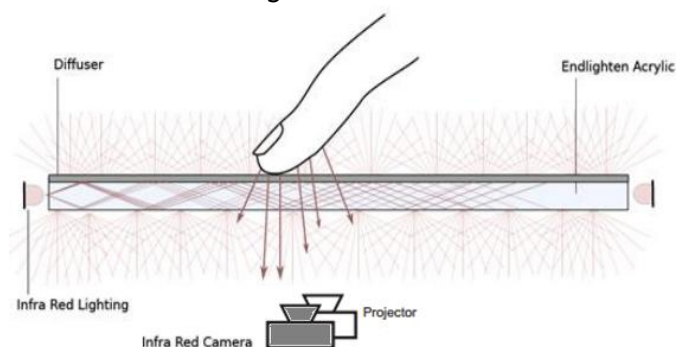


Figura 12. Componentes fundamentais e funcionamento básico da técnica DSI. Adaptado de Singla et al. (2013), p. 2.

6.3.2- Tecnologia capacitiva

Nesta técnica, há uma camada transparente sobre o vidro do ecrã que armazena carga elétrica. Quando se toca na camada, uma pequena quantidade de carga é puxada pelo dedo - figura 13. Os circuitos localizados em cada canto do ecrã medem a alteração da carga e enviam a informação para processamento (Bhalla e Bhalla, 2010) permitindo assim determinar o local do ponto do toque.

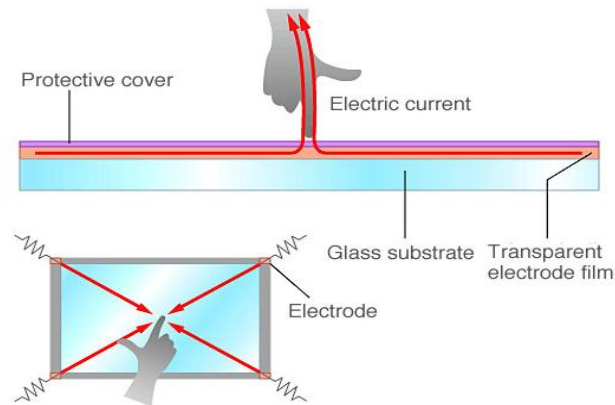


Figura 13. Componentes fundamentais e funcionamento básico da técnica capacitiva. Adaptado de EIZO (2010). Imagem disponível em www.eizo.com/global/library/basics/basic_understanding_of_touch_panel

6.3.3- Tecnologia resistiva

Nesta configuração, o ecrã é composto por duas camadas transparentes e condutoras, sobrepostas paralelamente sem nunca se tocarem, colocadas por cima do vidro. Quando o dedo pressiona o ecrã, as duas camadas entram em contacto nesse ponto, fechando o circuito elétrico, o que permite ao sistema identificar as coordenadas do local de pressão (Bhalla e Bhalla, 2010) - figura 14.

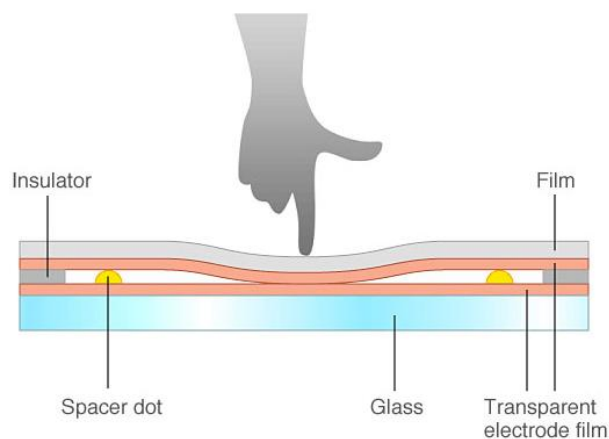


Figura 14. Componentes fundamentais e funcionamento básico da técnica resistiva. Adaptado de EIZO (2010). Imagem disponível em www.eizo.com/global/library/basics/basic_understanding_of_touch_panel

6.3.4- Tecnologia acústica

Nesta tecnologia usam-se transdutores, ou seja, emissores e recetores de ultrassons, colocados nos cantos do ecrã e refletores que enviam o sinal entre os transdutores - figura 15. Quando o dedo toca no ecrã as ondas são absorvidas, permitindo assim determinar o local do toque.

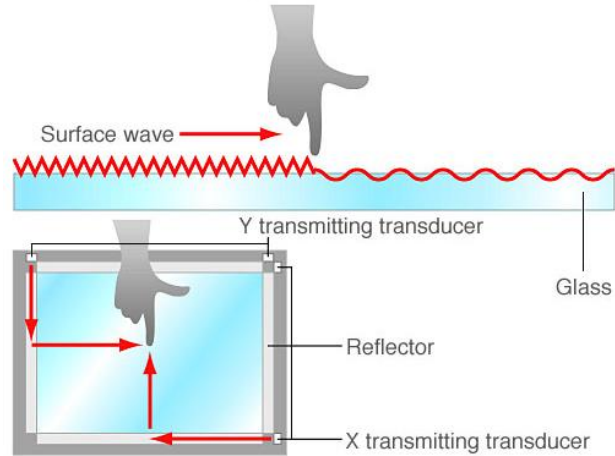


Figura 15. Componentes fundamentais e funcionamento básico da técnica acústica. Adaptado de EIZO (2010). Imagem disponível em www.eizo.com/global/library/basics/basic_understanding_of_touch_panel

Capítulo II

Investigação empírica

7- Problemas e questões de investigação

A investigação sobre o impacto das MIM na educação ainda está em desenvolvimento. Não há ainda estudos com mesas interativas por multitoque em salas de aula escolares, em disciplinas específicas, que avaliem diretamente o impacto da utilização da mesa, como recurso educativo, nos resultados da aprendizagem dos conteúdos dessas disciplinas.

A introdução desta tecnologia no contexto educativo, numa aula de Física, por exemplo, deve ser objeto de uma reflexão profunda e de um planeamento cuidado, pois não devemos confundir a tecnologia com a educação, uma vez que a inserção da primeira não leva necessariamente ao sucesso dos estudantes. De facto, a inexistência deste tipo de pesquisas pode ficar a dever-se à cautela e ao ceticismo dos investigadores, como Dillenbourg e Evans, (2011) quando referem: *“As many novel technologies have done in the past, tabletops raise optimistic expectations on how they could change education. Nevertheless, we make clear that tabletop environments are not a panacea for improving teaching and learning”* (p. 492). Estes autores também afirmam que os ambientes de mesas interativas não são por instância intrinsecamente construtivistas e que não devemos esperar grandes resultados de aprendizagem a partir das mesas interativas, simplesmente porque elas são mais “naturais” do que os computadores.

As reflexões sobre os resultados das várias investigações já realizadas com mesas interativas sugerem-nos que a utilização das mesmas, por grupos de alunos em contexto de sala de aula, pode revelar-se útil no processo de ensino-aprendizagem. O trabalho de pesquisa que já existe também indica que as MIM podem influenciar a forma como os grupos interagem, pois potenciam a socialização durante a realização de tarefas colaborativas. Acreditamos que o uso destes dispositivos traz benefícios para a aprendizagem individual e em grupo, facilitando a aquisição de saberes, pois os conhecimentos podem ser transmitidos no seio do grupo, de acordo com Vygotsky (1934) que considera a aprendizagem como um ato social. Assim, trabalhando nas mesas interativas, os alunos constroem o seu conhecimento através de interações sociais, pois a aprendizagem é um processo influenciado pelas interações no grupo (Lopes e Silva, 2009).

As mesas interativas são mais adequadas para pequenos grupos de aprendizagem. Deste modo, potencia-se a interação face-a-face e a resolução de problemas através da exploração de múltiplas soluções. No entanto, a utilização da tecnologia em si não torna os alunos mais motivados para a aprendizagem (Dillenbourg e Evans, 2011). Também Kharrufa et al. (2013) afirmam: *“Interactive tabletops, as with any other technology, do not necessarily enhance teachers’ ability to manage the classroom or students’ learning”* (p. 115). Assim, esta

tecnologia requer contextualização e objetivos pedagógicos definidos, pelo que, pensamos, a implementação das mesas em sala de aula obrigará a colocar em prática uma metodologia colaborativa devidamente adequada, cabendo ao professor uma estruturação muito cuidada da aula.

Os alunos passam muitas horas do dia a utilizar os dispositivos multimédia móveis, como por exemplo, os *smartphones* e os *tablets* (Rossing, Miller, Cecil e Stamper, 2015), pois a tecnologia encontra-se profundamente enraizada na sociedade atual (Quillen, 2011, citado por Carvalho, 2012). A manipulação dos conteúdos e aplicações desses objetos tecnológicos faz-se através da interação com o ecrã através de toques e de gestos realizados por um ou mais dedos em simultâneo. Alguns dos gestos a que nos estamos a referir, como estará explicado mais à frente nesta tese, consistem, por exemplo, em: (1) fazer deslizar um objeto/ imagem pela área do ecrã; (2) rodar o objeto e (3) ampliar ou diminuir o objeto.

Tendo em conta estes factos e a identificação que realizámos, ao longo de muitos anos de prática letiva, de vários conceitos/ conteúdos de Física, concretamente de Astronomia, em que os alunos revelam dificuldades recorrentes em aprender, a nossa investigação procura responder ao seguinte problema principal:

“Qual é o impacto na aprendizagem de conteúdos de Física da utilização da mesa interativa por multitoque, por alunos, em grupo, na sala de aula?”

No entanto, como as mesas de multitoque também têm por base o modo de interação baseado em gestos, há outras questões de investigação:

- (1) Poderão algumas evidências dos estudos de *m-learning*, com efeitos positivos, concretamente pesquisas realizadas com a utilização de *tablets* na sala de aula, ser transportadas para as mesas multitoque, especialmente no que diz respeito à preferência dos gestos utilizados para manipulação dos objetos virtuais no ecrã, no sentido de ser realizada uma determinada tarefa?
- (2) Poderá a simples utilização desses gestos contribuir para a realização de uma tarefa com sucesso e para a compreensão de noções/ conteúdos estudados?
- (3) A implementação de uma estratégia que usa como recurso os gestos necessários para manipular a mesa interativa ajuda a consolidar os conhecimentos estudados?
- (4) A utilização da mesa interativa poderá motivar os alunos do 7º ano na disciplina de Físico-Química para as aprendizagens formais quando da lecionação de conteúdos de Astronomia subjacentes à unidade Espaço?
- (5) Qual o impacto da implementação de uma estratégia de aprendizagem índole cooperativa com recurso a aplicações multimédia com interação por multitoque na aprendizagem?

A utilização dos gestos e a sua consequência na aprendizagem foi estudada por Dubé e McEwen (2015), usando uma amostra de quarenta indivíduos que realizaram uma tarefa de matemática num *tablet*, concretamente, uma atividade de estimativa de números em que os utilizadores podiam escolher dois modos para dar a resposta: (1) tocar num determinado local de ecrã (toque) e (2) arrastar o seu dedo para uma determinada posição do ecrã (gesto).

Pretendia-se assim, explorar se as interações físicas dos utilizadores no dispositivo podem ter consequências na compreensão de um conceito matemático. No mesmo estudo, numa segunda tarefa matemática que também avaliava a compreensão da natureza contínua de números, todos os participantes passaram a usar o gesto de arrastar para completar as tarefas seguintes, tendo revelado precisão nas respostas, concluindo-se então que os gestos podem influenciar a compreensão do conteúdo aprendido a partir de um ecrã sensível ao toque, embora seja necessário replicar outros estudos idênticos.

Ainda que no nosso estudo os alunos não trabalhem individualmente com *tablets*, mas em pequenos grupos à volta da mesa interativa onde cada elemento tem uma parte do ecrã reservada para si (uma zona própria de trabalho), sugerimos que os gestos dos alunos sobre o ecrã da mesa sejam uma importante contribuição para a aprendizagem.

Os estudos prévios que apresentámos sobre a conceção das mesas interativas destinadas à educação sugerem-nos que os dispositivos horizontais podem ser mais vantajosos para o nosso projeto, pois essa conformação permite distribuir facilmente os alunos à volta do dispositivo e não é necessária a orientação de conteúdos. Embora através desta distribuição cada estudante tenha um ponto de vista diferente do que é apresentado, pensamos que tal não seja inconveniente, pois as tarefas realizadas pelos alunos são baseadas na visualização/manipulação das suas próprias imagens, tendo em conta um objetivo comum. Propomos que a aplicação multitoque a utilizar com a mesa permita a realização não só de toques, mas também de gestos com os quais os alunos possam arrastar os conteúdos digitais no ecrã para os partilharem, rodar e escalar os conteúdos (fazer *zoom in/ out*). Assim, sugerimos que os gestos dos alunos sobre o ecrã da mesa sejam uma importante contribuição para a aprendizagem.

As razões que nos levam a aceitar a sugestão atrás avançada são: (1) O dispositivo em que nos focamos, sendo um ecrã sensível ao toque, é intuitivo, acessível e fácil de usar, pois é controlado por interações físicas simples e gestos que parecem utilizar uma baixa capacidade intelectual (Dubé e McEwen, 2015); (2) Os gestos são interações físicas naturais com o ecrã. A interação com o mundo físico pode geralmente aumentar as representações internas mentais e, assim, o gesto tem o potencial de servir como uma ponte única entre ação e pensamento abstrato (Goldin-Meadow e Beilock, 2010); (3) O modelo dominante de interação numa mesa interativa é resolver problemas, movendo objetos virtuais (ou físicos) na superfície com as mãos ou com canetas próprias. Desse modo, as mesas interativas parecem ser adequadas para

tarefas nas quais manipulações concretas são importantes para resolver um problema (Dillenbourg e Evans, 2011) e (4) Se os gestos *touch-screen* não tiverem efeito sobre a aprendizagem, então tal será contrário à teoria da cognição incorporada que nos diz que a cognição surge das nossas experiências corporais (Dubé e McEwen, 2015).

A nossa pesquisa sobre a literatura da especialidade sugere-nos que a preocupação da maioria dos investigadores de projetos com múltiplas mesas tem sido, por exemplo: (1) o estudo de modelos da orquestração da aula por parte do professor; (2) o controlo remoto, a partir da consola do professor, para moderar e monitorizar as atividades da aula e de cada mesa individual; (3) o desenho de aplicações para o ensino colaborativo; (4) a realização de contribuições para o estudo da interação humano-computador destinadas a desenvolvedores e *designers* de aplicações para MIM; e (5) obter indicadores de participação útil dos alunos.

Nenhum dos estudos consultados ilustra o impacto da utilização das mesas nos resultados da aprendizagem no contexto de uma disciplina específica, pois foram investigações cujas tarefas dadas a desenvolver com o dispositivo aos grupos de alunos são do contexto geral (descobrir a resposta de uma questão mistério através de pistas, realização de puzzles, cálculos, etc.).

A nossa pesquisa é, assim, pioneira e a fundamentação para a sua realização: (1) assenta em testes positivos de múltiplas mesas, e de uma só mesa, em contextos educativos realistas; (2) baseou-se nos efeitos positivos das mesas na aprendizagem, resultantes das conclusões de alguns estudos internacionais já colocados em prática; (3) tem em conta o resultado de uma auscultação prévia dos alunos da turma experimental (inquérito por questionário), os quais preferem utilizar os *tablets/ smartphones* e o computador/ Internet para realizar trabalhos de grupo em detrimento dos manuais das disciplinas e outros livros; (4) partiu do princípio que os alunos ficassem motivados para aprendizagem devido às características do dispositivo em si, uma vez que gostam e conhecem a tecnologia que lhe é inerente; (5) assenta na motivação dos alunos para trabalhar em grupo e no seu conhecimento prévio, à partida, das regras de um bom funcionamento dos trabalhos de grupo; (6) resultou da possibilidade de dispor na sala de Física mesas interativas para a realização de trabalho de grupo e (7) é também ir ao encontro dos objetivos do Plano de Ação Estratégica do Agrupamento, de promoção do sucesso escolar dos alunos.

É nesta ótica que implementamos a utilização das mesas interativas por multitoque, por grupos de alunos na sala de aula, como elemento motivador para a aprendizagem de conteúdos de Física/ Astronomia conjuntamente com a manipulação de recursos multimédia interativos e por multitoque, especialmente desenhados para a investigação, com os quais se pretende averiguar o seu impacto na aprendizagem de conteúdos específicos.

8- Construção do instrumento: protótipo de mesa interativa para a educação formal

8.1- Mesas interativas para a educação

As empresas nacionais e estrangeiras que produzem e comercializam MIM, oferecem também aplicações e soluções ao nível educativo. Uma das mesas mais conhecidas é a ActivTable (figura 16) que suporta o multitoque, a utilização por multiutilizadores e é destinada a promover a colaboração dos alunos e o seu envolvimento na aprendizagem no interior do grupo (Promethean World, 2017). A sua interface possibilita que seis estudantes acessem simultaneamente a atividades educacionais prontas, ferramentas e recursos, permitindo aos alunos a realização de um objetivo comum. De acordo com o fabricante, o *software* é também composto por uma biblioteca de várias ferramentas intuitivas e possui ainda a capacidade de extrair relatórios para averiguar o grau de participação de cada aluno, o tempo despendido por tarefa, as ferramentas de colaboração usadas, etc. O seu ecrã LCD tem uma dimensão de quarenta e seis polegadas, permitindo trinta e dois toques em simultâneo, e não necessita de ligação a um computador.



Figura 16. Um grupo colaborativo na ActivTable. Adaptado de Prometheanworld, 2017; disponível em www.prometheanworld.com.

Outra mesa multitoque, esta de fabrico nacional, é a *Wingsys* (figura 17) que inclui modelos passíveis de serem usados em sala de aula, com uma dimensão, por exemplo, de quarenta e duas polegadas e reconhecimento de dez toques simultâneos. De acordo com o fabricante,

pode ser vendida com *software* educativo multilinguagem com jogos, fichas de aprendizagem e aplicações configuráveis em diferentes áreas do ensino (Wingsys Interactive Technology, 2017).



Figura 17. Aprendizagem informal na Wingsys. Adaptado de famalicaomadein, 2016; disponível em <http://www.famalicaomadein.pt/>.

Como referimos inicialmente, já existem em Portugal algumas salas de aula do futuro (SAF) inspiradas na *Future Classroom Lab* da *European Schoolnet*, situada em Bruxelas, com as quais se pretende fazer a disseminação de metodologias para a integração curricular das TIC. Esses “Ambientes Educativos Inovadores” pretendem constituir-se como laboratórios de aprendizagem, espaços de inovação para professores e alunos, propícios à utilização de novas metodologias, nomeadamente *Project-Based* e *Inquiry-Based Learning* (ERTE, 2016). Tais salas podem ser utilizadas como um complemento às metodologias mais formais e tradicionais de ensino, reforçando-as e amplificando os seus resultados (SAF-Setúbal, 2016). De acordo com o Ministério da Educação e Ciência, já estão implementadas e a funcionar seis destas salas em escolas básicas, secundárias e universidades, estando a ser preparadas mais vinte e quatro (Diário de Notícias, 2016).

Algumas escolas introduziram nas SAF as mesas interativas por multitoque, como é, por exemplo, o caso das escolas secundárias de Alcanena-Santarém e D. Manuel Martins-Setúbal, da Escola Básica 2/3 da Atouguia da Baleia-Peniche e do Colégio Monte Flor-Carnaxide. O que nos interessa aqui saber é: (1) Qual a metodologia utilizada pelos professores quando dirigem uma aula com alunos em grupo a utilizar a mesa interativa? (2) Antes da realização da tarefa na mesa são atribuídos papéis aos alunos de acordo com o método da aprendizagem cooperativa? (3) Que recursos usam os alunos para desenvolver a tarefa? Os recursos foram desenvolvidos pelo próprio professor? (4) Os professores avaliam mais tarde os alunos nas

matérias anteriormente exploradas com a mesa? Que impacto se verifica nos resultados da aprendizagem?

No sentido de obtermos respostas para as nossas questões visitámos a SAF da Escola de Atougua da Baleia. A sala é composta por 30 mesas individuais e cadeiras de plástico, podendo assim ser facilmente dispostas em qualquer conformação, 1 quadro interativo tradicional com projetor de vídeo, 1 quadro interativo *ActivPanel* (um tipo de televisão de *LED* interativa), 1 quadro branco, 6 computadores, 30 *tablets*, 1 impressora 3D e 1 mesa interativa *ActivTable*, entre outros equipamentos. De acordo com a coordenadora da sala, nesta funcionam diariamente várias disciplinas e ainda outras três de oferta de escola (Literacia Digital, Laboratório de Matemática e Ciências, História e Património local). A SAF foi construída em 2014 com o objetivo de melhorar o sucesso dos alunos do 2.º ciclo a Matemática, uma vez que estava aquém do resultado nacional, a partir do financiamento no âmbito do Projeto EMA (Estímulo à Melhoria das Aprendizagens) da Fundação Calouste Gulbenkian.

Observámos ao vivo a dinâmica de uma aula de Laboratório de Matemática e Ciências de uma turma do 6.º ano, composta por 17 alunos, lecionada por uma professora de Matemática do 2.º ciclo, subordinada ao tema Triângulos. De acordo com a metodologia da docente, os alunos foram dispostos em grupos colaborativos de três ou quatro e utilizaram *tablets* (1 *tablet* por aluno) para desenvolver as atividades propostas, fazendo uso da aplicação *GeoGebra*. Todos os *tablets* e grupos estavam em rede através de uma aplicação denominada *ClassFlow* e os alunos iam respondendo a questões propostas, cujas respostas foram objeto de análise no fim da aula.

Como demonstração, foi também utilizada a mesa interativa por um grupo de quatro alunos no sentido de desenvolverem uma tarefa escolhida pela professora sobre frações, cujo objetivo era tornar irreduzíveis um conjunto de frações apresentadas e espalhadas pela mesa. Os alunos podiam interagir livremente com qualquer zona da mesa, aproximando/ deslizando as frações para o seu espaço pessoal e modificando o numerador e denominador com uma ferramenta de teclado numérico. As respostas dos alunos (frações) eram então arrastadas para um cesto virtual que se encontrava na zona central do ecrã, mas a professora teve de confirmar manualmente todas as frações, embora tivesse referido que também se poderia programar o jogo com um registo de *score* que indicava as respostas certas e erradas.

A professora e a coordenadora do projeto referiram também que os diversos recursos educativos incluídos na mesa podiam ser personalizados e, assim, editados, tendo em conta o objetivo das tarefas e das áreas do conhecimento, embora também tenham feito uso de outras aplicações interativas *on-line* como, por exemplo, *PowToon*, *ThingLink* e *Jigsaw Planet* para dinamizar as aulas com a MIM. Por fim, a coordenadora da SAF afirmou que esta sala, com os seus recursos, incluindo a mesa interativa, contribuíram para resolver um problema de

aprendizagem, uma vez que, entretanto, já superaram a média nacional de Matemática do 2.º ciclo.

Pudemos assim tirar algumas ilações sobre a utilização da mesa neste espaço educativo: (1) como existe um único dispositivo deste tipo, os grupos de alunos (até seis, no máximo) vão rodando na mesa durante a aula; (2) não são atribuídos papéis nem funções aos alunos no início da execução da tarefa e todos podem interagir em qualquer ponto da mesa; (3) a metodologia tem por base uma abordagem colaborativa, pois as tarefas propostas são realizadas por todos os elementos do grupo, em diálogo, negociação e partilha de ideias; e (4) os alunos são avaliados no âmbito das tarefas desenvolvidas com a mesa e restantes dispositivos da sala, e os resultados dessa avaliação parecem traduzir-se num impacto positivo nos resultados de aprendizagem.

Como já se referiu anteriormente, são muito poucas as escolas nacionais com mesas interativas por multitoque implementadas numa sala de aula e as que as possuem deve-se ao desenvolvimento de projetos no âmbito de Salas de Aula do Futuro (SAF) e da Equipa de Recursos e Tecnologias Educativas (ERTE), cujo financiamento pode atingir centenas de milhares de euros e depender de várias parcerias nacionais e europeias (SAF-Setúbal, 2016; ERTE, 2016; Diário de Notícias, 2016). As próprias mesas interativas que são comercializadas podem atingir preços de cerca de cinco mil e quinhentos a nove mil e quinhentos euros, de acordo com uma consulta atual, como é caso da *ActivTable*.

Avançamos algumas razões prováveis para a existência de um reduzido número de escolas com estes dispositivos: (1) o facto de se tratar ainda de uma tecnologia recente, com preços proibitivos, e por isso muito pouco acessível às escolas públicas; (2) falta de uma plataforma livre onde os professores possam criar os seus próprios recursos educativos digitais multitoque para utilizar com a mesa; (3) baixo grau de motivação por parte dos professores para desenvolver projetos e (4) tendência dos professores a recusar projetos que envolvam uma mudança de paradigma e os obriga a sair da sua habitual “zona de conforto”.

8.2- Escolha da tecnologia tátil para o protótipo

Embora nos deparássemos também com algumas dessas dificuldades, considerando que o preço das mesas interativas comercializadas era insuportável para a investigação que nos propúnhamos realizar, foi necessário encontrar uma solução alternativa, funcional, de baixo custo e que fosse desenhada tendo em conta as características do público-alvo. Existem alternativas possíveis para a construção de uma MIM (NUI Group, 2008), embora qualquer uma delas tenha a desvantagem de não incluir as aplicações/ ferramentas das mesas comercializadas e necessite de ligação a um computador exterior à mesa.

Assim, identificámos algumas das possibilidades de baixo custo para o *hardware* da mesa: (1) televisor LCD ou de LED, de trinta polegadas de diagonal, por exemplo, disposto na horizontal sobre uma mesa tradicional e sobre ele a colocação de uma moldura multitoque de infravermelhos USB, ou uma película multitoque de tecnologia capacitiva com ligação USB; (2) ecrã de um televisor LCD (completamente desmontado), de trinta polegadas, disposto na horizontal numa estrutura própria e colocação de uma câmara de infravermelhos (USB) por baixo dos cristais que deteta as sombras dos dedos ao tocar no ecrã; (3) projetor de vídeo multimédia e moldura multitoque de infravermelhos USB de trinta polegadas ou uma película multitoque de tecnologia capacitiva com ligação USB, colocados por baixo de uma superfície difusora de vidro acrílico e (4) projetor multimédia e câmara de infravermelhos USB, colocados por baixo de uma superfície difusora de acrílico (ou vidro) de trinta polegadas, que deteta as sombras dos dedos ao tocar no difusor.

Tendo em conta que pretendíamos construir um protótipo funcional do mais baixo custo possível e que a compra do televisor iria encarecer o projeto e ainda que a escola onde se realizou a investigação disponibilizou o projetor de vídeo, a solução recaiu obviamente na quarta alternativa do projetor de vídeo e da câmara. Assim, o funcionamento da mesa interativa foi baseado numa tecnologia tátil do tipo ótico, pelo que tivemos também que optar por uma das cinco configurações dessa tecnologia, ponderando algumas vantagens e desvantagens de cada uma - Quadro 2:

Quadro 2. Vantagens e desvantagens das configurações da tecnologia tátil ótica. Adaptado de Singla et al., 2013, pp. 3-4.

Configuração	Vantagens	Desvantagens
FTIR	<ul style="list-style-type: none"> - Não necessita de caixa para o <i>hardware</i>; - Os toques formam pontos luminosos de grande contraste; - Permite variação da pressão do toque. 	<ul style="list-style-type: none"> - Obriga a soldar-se uma moldura de LED; - Necessita de uma superfície complacente de silicone; - Não reconhece marcadores fiduciais.
RDI	<ul style="list-style-type: none"> - Não necessita de superfície complacente; - O ecrã pode ser de vidro normal ou acrílico; - Não necessita obrigatoriamente de moldura de LED nem soldadura. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dificuldade em conseguir-se uma iluminação uniforme; - Aparecimento de toques falsos; - Necessita de caixa para o <i>hardware</i>.

LLP	<ul style="list-style-type: none"> - Não necessita de superfície complacente; - O ecrã pode ser de vidro normal ou acrílico; - Não necessita obrigatoriamente de moldura de LED nem soldadura. 	<ul style="list-style-type: none"> - Não é sensível à pressão do toque; - Não reconhece objetos fiduciais; - Os lasers podem ser prejudiciais à visão.
LED-LP	<ul style="list-style-type: none"> - Não necessita de superfície complacente; - O ecrã pode ser de vidro normal ou acrílico; - Não necessita obrigatoriamente de moldura de LED nem soldadura. 	<ul style="list-style-type: none"> - Não é sensível à pressão do toque; - Não reconhece objetos fiduciais; - Podem ocorrer pontos de oclusão no ecrã.
DSI	<ul style="list-style-type: none"> - Não necessita de superfície complacente; - Deteta objetos fiduciais; - Não forma toques falsos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Necessita de acrílico especial de custo elevado; - Os toques formam pontos luminosos de baixo contraste.

Além dos aspetos positivos e negativos de cada sistema ótico, a decisão sobre a configuração a utilizar também se centrou nas características do público-alvo e na quantidade de trabalho oficial necessário para a construção do protótipo. Assim, tendo em conta que: (1) não pretendíamos deixar os componentes e o *hardware* da mesa acessíveis aos alunos; (2) era conveniente realizar o menor trabalho oficial possível; (3) queríamos garantir a segurança dos alunos durante a utilização; (4) pretendíamos que a mesa possuísse mobilidade e (5) encontra-se muita informação sobre esta configuração na Internet e é considerada das mais simples, decidimo-nos por uma configuração do tipo caixa, tendo também sido escolhido o modelo RDI atrás descrito. Recordamos que esta técnica utiliza um vidro acrílico com um difusor por cima a servir de ecrã, um projetor de vídeo e uma câmara comum (uma *Web cam*) colocados por baixo do vidro e fontes de luz infravermelha. A câmara e o projetor são ligados a um computador com o *software* CCV responsável por mapear os movimentos dos dedos detetados pela câmara.

8.3- Construção do protótipo

No nosso sistema RDI, a iluminação infravermelha é feita por baixo da superfície de toque, a cerca de 5 cm da superfície inferior do vidro acrílico. Assim, construímos uma moldura com

40 *LED* (NUI Group, 2008) alimentados por uma tensão de 12 *volt* que ficam apontados para baixo numa direção de 120° com a vertical, pois este ângulo e a referida distância dos *LED* infravermelhos à superfície de toque foram os que permitiram o melhor funcionamento do nosso protótipo após várias tentativas - figura 18.



Figura 18. Pormenor da moldura de LED infravermelhos construída vista por baixo do ecrã.

Desta forma, quando existe um toque sobre a superfície, a luz infravermelha é refletida, criando um ponto de luz intensa que é detetado pela câmara e processado como sendo um toque. Neste sistema RDI, tanto a câmara digital como o projetor de vídeo estão apontados para a superfície inferior do ecrã (Schöning, 2010), o que quer dizer que a câmara pode “ver” a imagem projetada, o que não deve acontecer, pois a sua função é unicamente detetar os pontos de contacto dos dedos com o ecrã. Assim, modificámos a câmara de modo a reconhecer somente a luz infravermelha (invisível para o olho humano) que iluminava a superfície acrílica por baixo. Essa tarefa consistiu em remover o filtro infravermelho que se encontrava no seu interior e tapar a entrada de luz (lente) com um pouco de filme fotográfico (NUI Group, 2008). Deste modo, como explicámos anteriormente, quando um dedo pressiona a superfície (toque), a direção da luz infravermelha é alterada nesse ponto e a câmara deteta essa alteração com sendo um *blob* (toque), ou seja, um objeto luminoso brilhante na superfície no ponto de contacto.

A deteção de *blobs* é realizada pelo CCV (figura 19), pois este *software* tem como função receber as imagens captadas pela *Web cam* e tratá-las de forma a que seja possível o seu reconhecimento. Após esta fase, o programa que monitoriza os *blobs* transmite os dados da ação realizada sobre a superfície multitoque a uma outra aplicação incluída no CCV chamada de TUIO (*Tangible User Interface Object*- objecto de *interface* tangível com o utilizador) que funciona através de bibliotecas que identificam e traduzem esse toque num evento de gesto, transmitindo-o à aplicação de forma codificada na linguagem de programação da aplicação (Kaltenbrunner, Bovermann, Bencina, e Costanza, 2005, citado por Mateus, 2012). Esta, por

sua vez, responde, realizando uma ação previamente programada.



Figura 19. Aspeto do CCV em funcionamento na mesa construída. É visível o conjunto dos cinco *blobs* correspondente aos cinco dedos da mão quando tocam no ecrã.

Tendo em conta que o projetor de vídeo necessita de um certo espaço para se conseguir uma área razoável de projeção, a nossa MIM tem a conformação de uma caixa de madeira (Mateus, 2012; Schmidt, 2010) de altura igual a 80 cm com todos os acessórios necessários no seu interior - figura 20. Deste modo, os alunos trabalham em pé à volta da mesa, sendo a área útil de trabalho de cerca de 30 polegadas (75 cm de diagonal) num formato de 4:3.

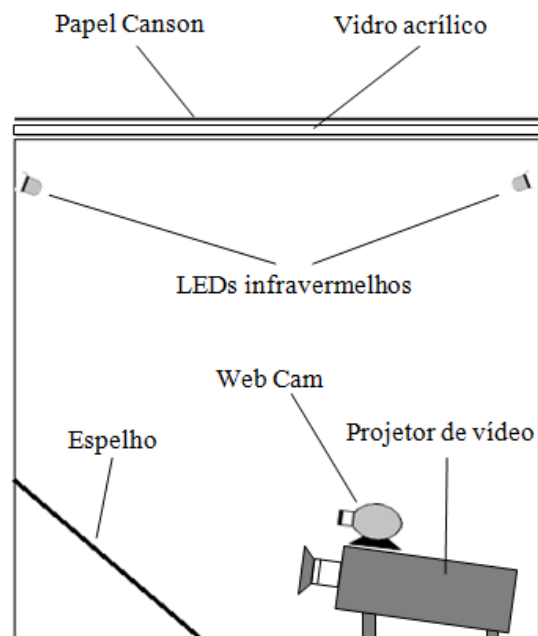


Figura 20. Esquema do interior da mesa interativa com os componentes fundamentais.

Ao longo da construção da mesa deparámo-nos com vários problemas técnicos que tiveram implicações no seu funcionamento. Por isso, construímos o dispositivo por prototipagem evolutiva. Um dos problemas foi o difusor usado por cima do vidro acrílico que, após vários

testes com diferentes materiais translúcidos, nos levou a decidir pelo papel *Canson*, pois é o que permite uma melhor qualidade de imagem e, simultaneamente, segurança na visualização e baixo custo. A utilização deste papel tem vantagens, pois, estando bem esticado sobre o vidro, permite que os dedos deslizem sobre ele com pouco atrito, o que não acontece se outro vidro estiver sobre o papel para o proteger. Como o projetor se encontra quase na posição horizontal no fundo da caixa, foi necessário fazer uso de um espelho inclinado para que a projeção se fizesse exatamente por baixo do vidro. Verificámos que um espelho normal causa um efeito fantasma nas imagens e nos textos, o que foi necessário corrigir, transformando-o num espelho de dupla face (*hot mirror*).

Relativamente à *Web cam* optámos propositadamente por uma câmara económica de marca branca à qual, como já foi dito, foi necessário retirar o filtro de luz infravermelha. A mesma, com o sistema em funcionamento, apresentou uma velocidade de processamento de 26 *fps* (imagens por segundo) o que foi suficiente para o nosso projeto, embora se verificasse um pequeno atraso no processamento.

O acesso a todos os componentes no interior da mesa/ caixa faz-se através de uma porta frontal, como se ilustra na figura 21.



Figura 21. Aspeto final da mesa interativa que se construiu e vista dos componentes no interior.

O computador disponibilizado utiliza o sistema operativo (SO) *Windows 7*, tendo sido necessário instalar um *driver* multitoque, sendo assim possível controlar por toque, no ecrã, qualquer programa e testar as funcionalidades multitoque do protótipo com um conjunto de programas denominado *Multi-touch Pack Windows 7*. Salientamos que também efetuámos o

teste com o SO *Windows 10* e obtivemos um funcionamento igualmente estável.

Os toques na superfície difusora (figura 22) podem ser realizados de várias formas. Com apenas um dedo pode ser efetuado um simples toque, um duplo toque e um toque com arrastamento.



Figura 22. Tipos de toques: toque simples, duplo e com arrastamento, respetivamente. Adaptado de Openexhibits, 2016 - disponível em <http://openexhibits.org/support/gesture-library/>.

Aproveitando as potencialidades do multitoque, para além dos toques realizados apenas com um dedo, é também possível utilizar gestos (figura 23) realizados com dois dedos (ou mais): (1) afastá-los no sentido oposto; (2) aproximá-los para o mesmo ponto e (3) rodar um dos dedos, mantendo o outro fixo. Desta forma, consegue-se aumentar, diminuir e rodar objetos (fotografias, por exemplo) e também o próprio fundo por trás dos objetos.

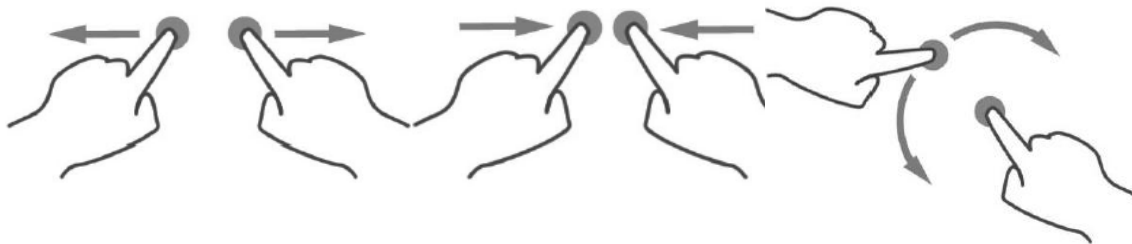


Figura 23. Gestos com dois dedos. Adaptado de Openexhibits, 2016 - disponível em <http://openexhibits.org/support/gesture-library/>.

Com o nosso protótipo em funcionamento e vários alunos a trabalhar à volta do ecrã foi possível, até à data, detetar 60 *blobs*, embora este sistema permita a deteção de mais de uma centena de toques simultâneos. As capacidades multitoque da mesa também foram testadas através de pequenas aplicações/ demonstrações e jogos (NUI Group, 2008). Assim, com a ajuda de vários alunos, pudemos confirmar a estabilidade do funcionamento da mesa interativa com a aplicação dos gestos atrás referidos a diferentes objetos e em simultâneo, ficando assegurado o funcionamento razoável por multiutilizadores.

8.4- Teste de plataformas multitoque

Já se referiu anteriormente que um dos problemas atuais que poderá impedir que as MIM sejam uma realidade nas aulas é a falta de *software* acessível que permita aos professores a criação de recursos educativos digitais multitoque de aprendizagem. Há, assim, necessidade

de conceber plataformas para o desenvolvimento de aplicações multitáteis com suporte colaborativo (García-Herranz et al., 2010). Ao longo das nossas pesquisas encontramos algumas aplicações que permitem usar e criar atividades multitoque e que podem ter interesse ao nível educativo, como é o caso de, por exemplo, *Snowflake Multiteach*, *Intuíface Composer*, *Activity Builder*, *Smart Notebook 16.1* e *MicroSoft Surface Collage*. Também há a possibilidade de criar as atividades de raiz, embora neste caso seja necessário dominar alguma linguagem de programação, sendo por isso desvantajoso para um professor comum fora da área da Informática.

Com o nosso protótipo testámos quatro das cinco aplicações referidas, obtendo com qualquer uma delas um funcionamento multitoque estável.

O *software Snowflake Multiteach* permite o multitoque/ multiutilizadores e apresenta jogos colaborativos muito interessantes de várias áreas e em português, como por exemplo, Gramática, Biologia, Geografia e Matemática, que podem ser personalizáveis, entre outras ferramentas. É possível experimentar livremente este programa durante duas semanas, a partir das quais será necessário comprar uma Licença para Educação (vitalícia) que tem um custo de 500 euros por computador.

A plataforma *Intuíface Composer* permite construir aplicações multitoque também personalizadas, como por exemplo, apresentações, sem ser necessário saber qualquer linguagem de programação, embora necessite de um computador robusto e atual. Tem a desvantagem de apresentar sempre menus verticais ou horizontais, o que pode tornar a sua leitura difícil para alunos que utilizem a mesa lateralmente. Na versão livre, o logotipo da empresa está sempre visível, sendo removido se o utilizador comprar uma licença cujo custo é 39 €/mês por computador.

A *Activity Builder* é uma aplicação *on-line* para a mesa interativa *ActivTable* que permite criar atividades multitoque, guardar os recursos educativos disponibilizados ou editá-los. As atividades já prontas são de áreas de estudo como Matemática, Ciência, Estudos Sociais, Arte e Língua Inglesa. O ficheiro de *download* é de formato *asa* e só é possível corrê-lo com o *software* da própria mesa, pelo que não foi possível testar esta aplicação.

A *Smart Notebook 16.1* é uma aplicação desenhada para quadros interativos SMART vocacionada diretamente para uso educativo. Embora possa ser usada num computador com rato, o *software* também permite os gestos de arrastar, rodar e *zoom*, pois a interação com esses quadros pode ser feita diretamente com os dedos, além das canetas próprias. Assim, trata-se de um programa muito prático para construir recursos educativos multitoque, pois apresenta ferramentas variadas de diversas áreas do conhecimento. É também muito completo, permitindo desenho livre por multiutilizadores, manipulação de formas geométricas, teclado no ecrã, utilização de ferramentas variadas de Matemática e Ciências,

simuladores *Smart Lab* e edição de atividades modelo multitoque. Permite também escolher os gestos a aplicar a cada objeto. No entanto, alguns botões da aplicação são pequenos, pelo que é necessária uma calibração do CCV bastante precisa para que o toque coincida com o botão pretendido. O *software* encontra-se disponível para *download* na Internet e pode ser experimentado durante quinze dias, prazo a partir do qual é necessário comprar uma licença anual de 45 € por professor e por quadro interativo para poder continuar a sua utilização.

A *Microsoft Surface Collage* é uma das aplicações que compõe o *Multi-Touch Pack* do SO Windows 7 e que pode ser descarregado gratuitamente na Internet. Permite criar uma coleção de imagens e manipulá-las no ecrã, arrastando, rodando e variando o tamanho de cada uma, individual ou simultaneamente, e aplicar molduras. A aplicação comunica automaticamente com a pasta “As Minhas Imagens”, pelo que é aí que devemos colocar as imagens ou vídeos que queremos explorar. Estes encontram-se num menu horizontal rolante, podendo então ser arrastados para o ambiente de trabalho. Este tipo de menu é menos acessível aos alunos que trabalham lateralmente na mesa.

Existem outras aplicações de quadros interativos mais atuais que permitem também a construção de recursos educativos multitoque. Poderá ser uma solução interessante para as escolas que os possuem, desde que seja autorizado, pelas respetivas empresas, a funcionar com a MIM.

9- Contextualização da investigação

9.1- Projeto Educativo da Escola onde se realiza o estudo

A escola onde se realiza este estudo, Escola Básica dos 2.º e 3.º Ciclos Dr. Pedrosa Veríssimo, é a escola sede do Agrupamento de Escolas de Paião que se situa no concelho da Figueira da Foz. O Agrupamento situa-se na margem sul do Rio Mondego, abrangendo uma área de quatro freguesias, e o meio em que se insere caracteriza-se por alguma diversidade, encontrando-se implantado numa zona que se estende do mar e do salgado aos campos de arroz do baixo Mondego e Pranto. Existem, na área de implantação do Agrupamento, algumas indústrias de considerável relevo e que empregam parte da população (pasta de papel e papel, indústria alimentar, indústria de confeção, energia e construção, carpintaria, etc.).

Ao nível histórico-patrimonial as construções mais antigas são a pequena ponte romana, localizada na freguesia do Alqueidão e a capela e o mosteiro de Santa Maria de Seíça, localizados na freguesia do Paião, que remontam aos tempos da reconquista cristã e da formação de Portugal.

São também referências importantes na vivência cultural, desportiva e participativa destas populações as dinamizadas pelas Sociedades Filarmónicas (algumas já bastante antigas), pelas Associações e Grupos Recreativos e Desportivos, Conselhos de Moradores, Ranchos Folclóricos e Etnográficos, Grupos de Teatro, Centros Sociais, Clubes, etc.

As habilitações académicas dos encarregados de educação são de um nível relativamente baixo, tendo a maioria dos pais escolaridade até ao 9º ano (53%), tal como 42% das mães, o que provavelmente justificará uma relativa desvalorização da Escola e das aprendizagens, o baixo nível de expectativas pessoais e profissionais por parte de alguns alunos, a ausência de referências culturais e as dificuldades no domínio da linguagem.

O Agrupamento de Escolas é composto por dezoito Estabelecimentos de Educação de Ensino Oficial, 7 da Educação Pré-Escolar, 10 do 1.º ciclo e 1 do 2.º e 3.º ciclos do ensino básico, maioritariamente de pequena dimensão e geograficamente dispersos. O número total de crianças e alunos em 2014 era de 1014. Em 2014 exerciam a sua atividade no Agrupamento 99 docentes, dos quais 94,0% pertenciam ao quadro. A experiência destes profissionais é significativa, sendo que 65,6 % têm 20 ou mais anos de serviço.

O Agrupamento tem proporcionado aos alunos percursos escolares diferentes, como por exemplo, Cursos de Educação e Formação na área da Serralharia e Informática, Percursos Curriculares Alternativos e Cursos Vocacionais.

O Projeto Educativo do Agrupamento denomina-se Escola (d)e Saber(es), Escola (d)e Cidadania e o lema intitula-se “Uma Escola para Todos” (Projeto Educativo, 2014). De acordo com este documento, a missão do Agrupamento é prestar um serviço educativo de qualidade, inclusivo, adaptado às necessidades específicas dos seus alunos, onde é valorizado o conhecimento, a exigência e a responsabilidade, dotando cada um de competências e conhecimentos que lhes permitam explorar plenamente as suas capacidades, contribuindo para a formação de cidadãos críticos. Por isso, a visão desta instituição é ser uma escola de referência pela qualidade do serviço educativo prestado, pela integração de todos os seus alunos, pela qualidade do seu ambiente interno e abertura à comunidade, afirmando-se pela capacidade de inovação e pelo alargamento da utilização das tecnologias da informação, concebidas como uma ferramenta de trabalho indispensável.

Pretende-se assim, uma conceção de escola que se adapte ao contexto tecnológico da sociedade do conhecimento, promovendo a aprendizagem ao longo de vida, onde saber e saber fazer ganham igual relevância e que aposta em metodologias de trabalho cooperativo entre todos os membros da comunidade escolar e educativa.

Desta forma, as finalidades do Projeto Educativo são assegurar que sejam inter-relacionados o saber e o saber fazer, a teoria e a prática, a cultura escolar e a cultura do quotidiano, criar condições de promoção do sucesso escolar e educativo a todos os alunos na sua plenitude, entre outras.

9.2- Avaliação externa

O Agrupamento possui uma equipa de autoavaliação cuja principal missão é diagnosticar os pontos fracos e propor, monitorizar e avaliar os Planos de Melhoria, incluindo o Plano de Ação Estratégica do Agrupamento no âmbito do Programa Nacional de Promoção do Sucesso Escolar, implementado de acordo com a Resolução do Conselho de Ministros n.º 23/2016 de 24 de março. Nos últimos anos, o Agrupamento tem sido alvo de várias atividades inspetivas, em vários domínios, contando já com duas avaliações externas. A última avaliação externa foi realizada em 2013/14, sendo que os domínios de avaliação foram Resultados, Prestação do Serviço Educativo e Liderança e Gestão. Em todos os domínios o Agrupamento usufruiu da classificação de Muito Bom.

9.3- Sucesso Académico

Neste tópico, apresentamos alguns dados sobre o sucesso/ insucesso dos alunos do 7.º ano de

escolaridade, quer a nível da escola onde se realiza a investigação, quer a nível nacional, bem como os da disciplina de Físico-Química em comparação com os de outras disciplinas.

Os dados da escola do insucesso dos alunos do 7.º ano nos anos letivos de 2012/13, 2013/14 e 2014/15 foram, respetivamente, 23%, 18% e 14%, demonstrando tendência de descida. Nos dois primeiros anos, os resultados de insucesso da escola foram superiores aos nacionais, 16% e 17%, respetivamente (InfoEscolas, 2016), mas em 2014/15 a taxa de retenção foi 1% abaixo da nacional - Gráfico 1.

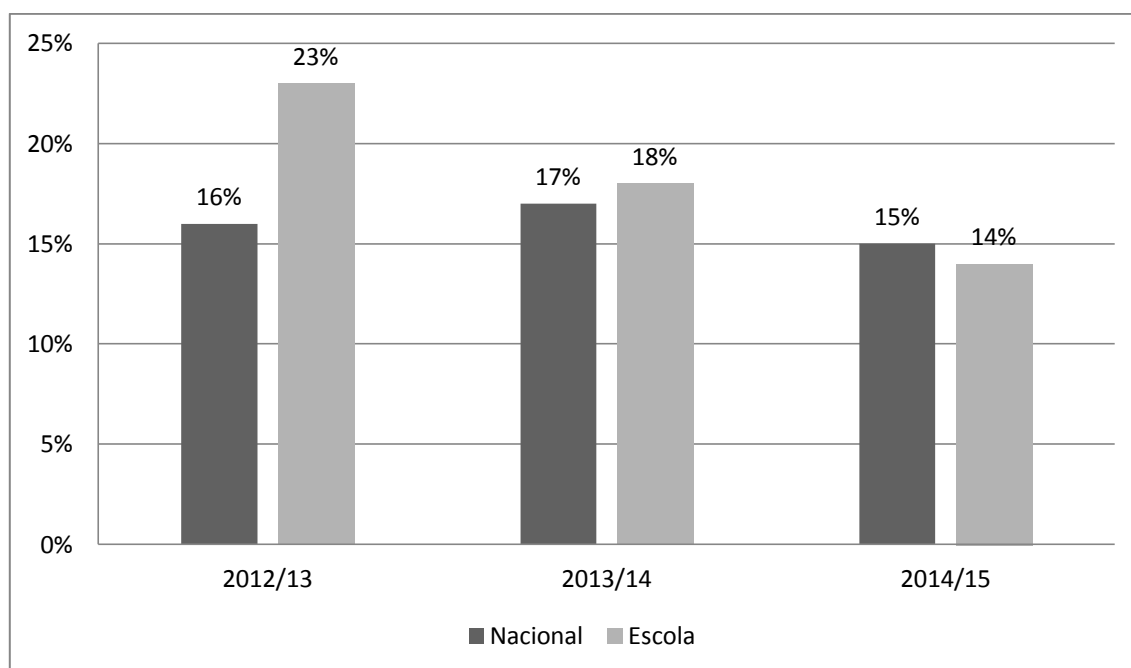


Gráfico 1. Comparação da taxa de retenção dos alunos do 7.º ano da escola com a taxa de retenção nacional no mesmo ano. Adaptado de InfoEscolas (2016), disponível em <http://infoescolas.mec.pt/3Ciclo/>.

No contexto específico da disciplina de Físico-Química (FQ), de acordo com a DGEEC (2017), no ano letivo de 2014/15, os dados nacionais disponíveis revelam que o insucesso a FQ no 7.º ano é 18% - Gráfico 2.

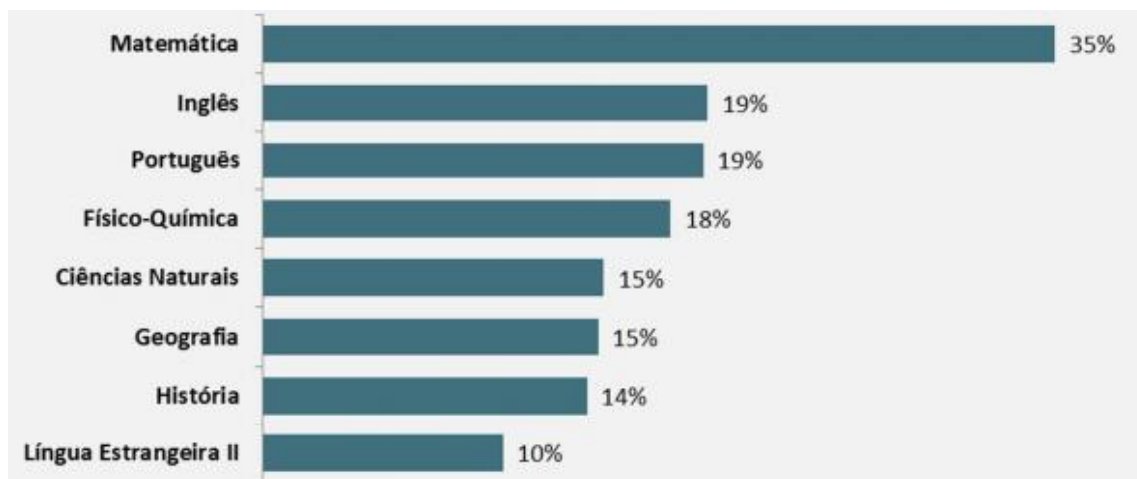


Gráfico 2. Percentagem de alunos do 7.º ano, a nível nacional, com classificação negativa às várias disciplinas em 2014/15. Adaptado de DGEEC (2017), disponível em <http://www.dgeec.mec.pt/np4/399>.

Este valor indica-nos que 18% dos alunos portugueses reprovaram à disciplina naquele ano, fazendo com que seja a quarta onde mais se reprova a nível nacional, sendo superada somente pelas disciplinas de Matemática, Inglês e Português. Assim, os alunos do 7.º ano, à disciplina de FQ, têm mais insucesso do que a Ciências Naturais, Geografia, História e Língua Estrangeira.

Ao nível da escola onde se realiza o estudo, o resultado do insucesso destes alunos a Físico-Química no mesmo ano de escolaridade é um pouco inferior. De facto, no terceiro período do ano letivo de 2014/15, a percentagem de alunos da escola que obteve nível negativo à disciplina foi de 13%, o que corresponde a um sucesso de 87% - Gráfico 3.

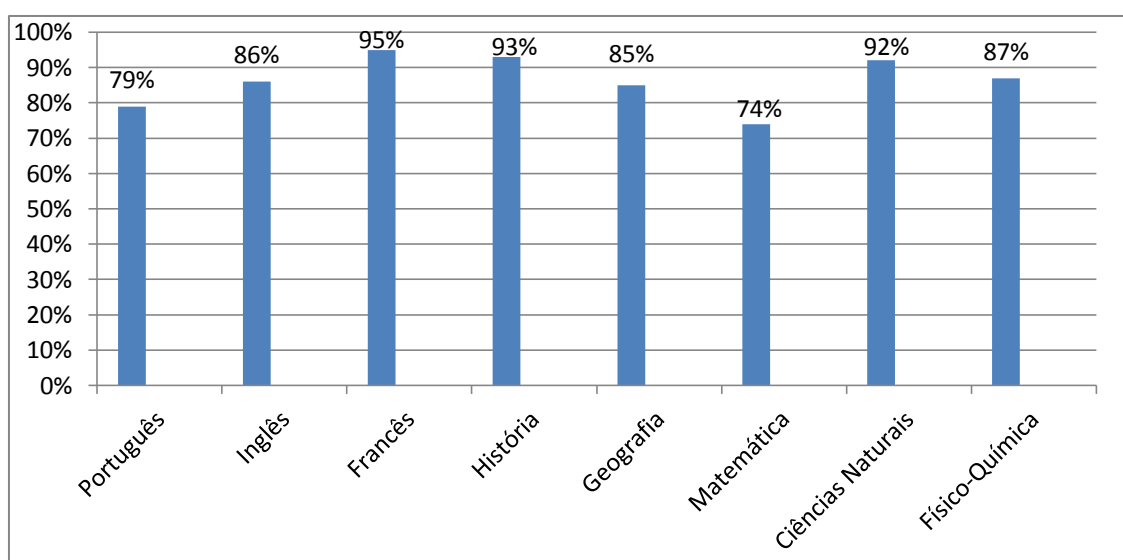


Gráfico 3. Taxas de sucesso dos alunos da escola nas disciplinas teóricas no ano letivo de 2014/15.

Comparando o sucesso dos alunos às várias disciplinas teóricas nesse ano, verificamos que os resultados de FQ são superiores aos de Português e Matemática, quase iguais aos de Inglês e Geografia e inferiores aos de Francês, História e Ciências Naturais. Embora a taxa de sucesso se enquadre na maioria dos valores das restantes disciplinas teóricas, considerando as Ciências Naturais como uma disciplina de referência para a Físico-Química, verificamos um diferencial negativo de -5% entre as duas, ou seja, os resultados de Físico-Química são inferiores aos de Ciências. Tendo em conta que neste ano frequentavam o sétimo ano de escolaridade 103 alunos, a taxa de sucesso de 87% de FQ indica-nos que pelo menos 13 alunos da escola reprovaram à disciplina.

No ano letivo de 2014/15, nos três anos de escolaridade do 3.º CEB, é também no 7.º ano que, a nível nacional, o insucesso dos alunos é o maior na disciplina de Físico-Química, atingindo um valor de 18% (DGEEC, 2017) - Gráfico 4 - embora o resultado da escola seja inferior (13%). A percentagem de alunos que reprova na escola a FQ atinge um valor satisfatório de 3% apenas no 9.º ano, muito inferior ao resultado nacional (14%).

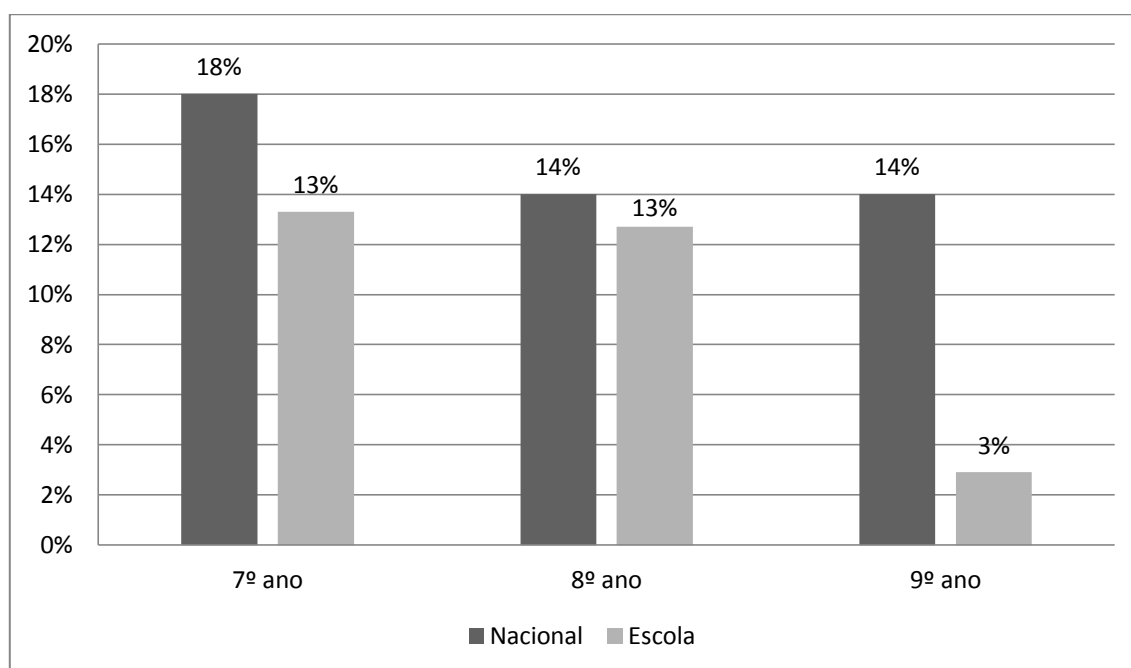


Gráfico 4. Comparação do insucesso dos alunos dos 7.º, 8.º e 9.º anos em 2014/15 a FQ. Adaptado de DGEEC (2017). Disponível em <http://www.dgeec.mec.pt/np4/399>.

A evolução do insucesso dos alunos do 7.º ano da escola a FQ nos anos letivos de 2012/13, 2013/14 e 2014/15 ao longo dos três períodos letivos - Gráfico 5 - demonstra uma oscilação dos resultados. De facto, nos três anos o insucesso aumenta sempre do primeiro para o segundo período, diminuindo no terceiro.

Os primeiro e segundo períodos dizem respeito aos meses em que são lecionados conteúdos que vamos abordar no nosso estudo, sendo os períodos em que, nos três anos de escolaridade,

o insucesso é quase sempre superior, atingindo percentagens muito significativas de 22% e 21% nos segundos períodos de 2013/14 e 2014/15, respetivamente.

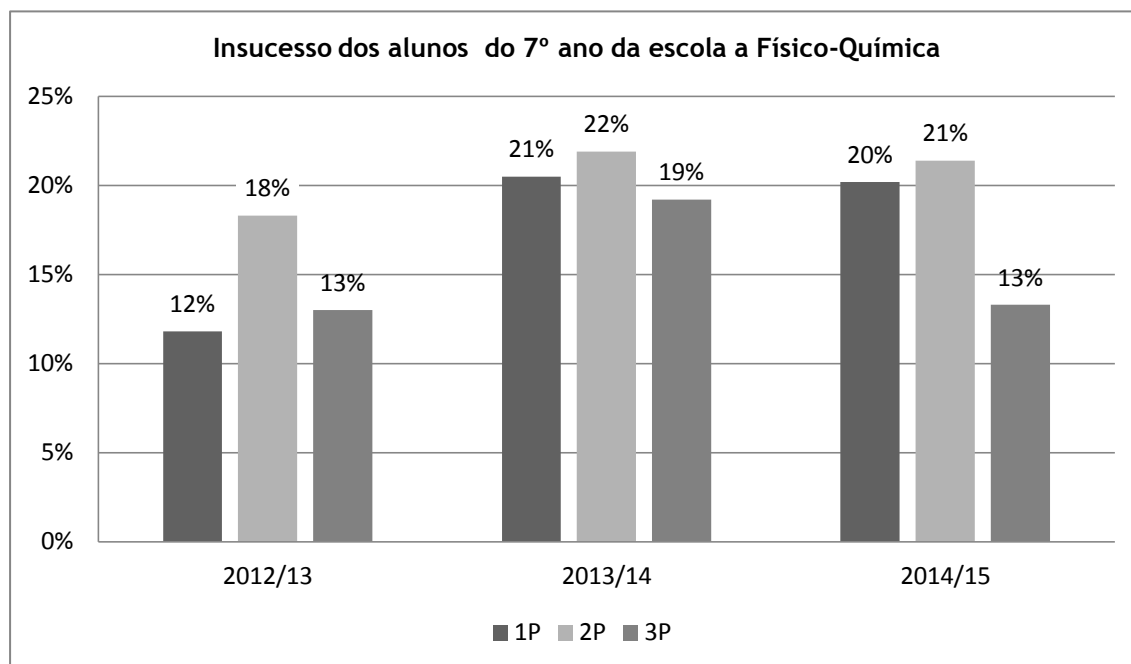


Gráfico 5. Evolução do insucesso dos alunos do 7.º ano da escola a Físico-Química ao longo dos três períodos nos anos letivos de 2012/13, 2013/14 e 2014/15.

No geral, os resultados dos alunos do 7.º ano de escolaridade da nossa escola indicam um insucesso que consideramos significativo e, por isso, espelham a necessidade de intervenção junto dos mesmos com atividades e metodologias que potenciem o seu sucesso que nos propomos realizar com a introdução de mesas interativas na sala de aula.

10- Estudo 1: validação do instrumento

Como já referimos anteriormente, além da construção da mesa interativa por multitoque, uma outra meta que pretendemos atingir é investigar a utilidade deste dispositivo na aprendizagem. Por isso, planificámos uma atividade educativa com alunos, que se descreve a seguir, assumindo a investigação um carácter prático.

10.1- Objetivo

Neste estudo pretendemos testar/ validar o protótipo construído através do desenvolvimento de uma experiência de ensino-aprendizagem com um grupo cooperativo de três alunos de uma turma do ensino regular, num ambiente educativo por nós controlado.

10.2- Método

A metodologia utilizada na nossa investigação tem por base um estudo empírico, ou seja, é baseada na observação e na nossa experiência enquanto profissionais da educação e os dados recolhidos são predominantemente descritivos. No sentido de concretizarmos o nosso projeto de construção da mesa interativa, de planearmos o teste da sua estabilidade e de validarmos a utilidade da mesma no processo de ensino-aprendizagem, desenvolvemos cronologicamente as seguintes atividades: (1) construção do protótipo tendo em conta o público-alvo; (2) teste das potencialidades multitoque da mesa; (3) utilização da mesa por um grupo heterogéneo de três alunos para familiarização com o modo de funcionamento; (4) utilização do dispositivo pelo grupo de estudantes para realização de uma tarefa no âmbito de um assunto já estudado nas aulas; (5) entrevista com o grupo e (6) comparação do desempenho do grupo experimental com o restante grupo turma não sujeito à mesma estratégia.

10.2.1- Participantes

Este estudo envolveu alunos do Agrupamento de Escolas de Paião, concelho da Figueira da Foz. Para a sua realização, constituímos um grupo heterogéneo (Fontes e Freixo, 2004; Leitão, 2006; Pujolás, 2001) de três estudantes do 7.º ano de escolaridade que frequentaram o Clube de Astronomia que dinamizámos, ou seja, uma atividade de complemento curricular da escola de frequência voluntária que funcionou uma vez por semana no último tempo letivo do horário escolar. Tratou-se de um espaço educativo onde foram desenvolvidas atividades complementares de ciência, concretamente de Astronomia, no âmbito da disciplina de Físico-Química. Este clube funcionou numa pequena sala onde existiam três computadores com impressora, cartazes alusivos aos astros, dois telescópios e uma pequena biblioteca. Neste

espaço ficou também depositada a mesa interativa por multitoque que construímos e com a qual o grupo experimental realizou a experiência de ensino-aprendizagem sobre um tema de Astronomia que já tinha sido abordado nas aulas.

No sentido de não serem identificados os três participantes no estudo, atribuímos aos mesmos as denominações A, B e C. O grupo era constituído por duas alunas A e B e um aluno C, todos com a mesma idade de 12 anos, que nunca ficaram retidos em anos anteriores. Só a aluna B apresentava pais com habilitações literárias de ensino superior. O Quadro 3 resume estas características relevantes da amostra:

Quadro 3. Características dos alunos participantes no teste do protótipo.

Aluno	Sexo	Idade / anos	Retenções em anos anteriores	Habilitações do pai	Habilitações da mãe
A	Feminino	12	0	9.º ano	12.º ano
B	Feminino	12	0	Licenciatura	Licenciatura
C	Masculino	12	0	8.º ano	12.º ano

Recolhemos também algumas informações sobre o sucesso destes alunos no final do 6.º ano através da análise dos documentos do respetivo Conselho de Turma e calculámos a média dos níveis atribuídos aos alunos no terceiro período em todas as disciplinas. Tendo em conta as características da disciplina de Físico-Química, interessou-nos o resultado das disciplinas teóricas do 6.º ano, ou seja, de Português, Inglês, História e Geografia de Portugal, Matemática e Ciências Naturais. Assim, o sucesso académico foi calculado em termos da média dos níveis atribuídos aos alunos nestas cinco disciplinas, considerando cada disciplina com o mesmo peso. Apresenta-se no Quadro 4 o sucesso académico do grupo em termos da média dos níveis obtidos às disciplinas teóricas conjuntamente com os obtidos nas restantes disciplinas das Expressões (Educação Visual, Educação Tecnológica, Educação Física, etc.). Da análise dos resultados, concluímos que havia heterogeneidade no sucesso académico dos três alunos, bem como na dedicação face às aulas e às tarefas escolares.

Quadro 4. Nível médio dos alunos na escala de 1 a 5 (classificação base) e algumas observações sobre o empenho nas aulas.

Aluno	Sucesso académico no 6.º ano (disciplinas teóricas)	Sucesso académico no 6.º ano (todas as disciplinas)	Observações do conselho de turma
A	3,60	3,82	Aluna empenhada e participativa
B	5,00	5,00	Aluna muito empenhada e muito interessada
C	3,40	3,36	Aluno pouco empenhado e pouco concentrado

Relativamente aos resultados da aluna A, a mesma apresentou níveis 3 e 4, embora predominassem os níveis 4, pelo que a média dos níveis às disciplinas teóricas foi de 3,6. O seu empenho e o interesse nas atividades da escola foram considerados regulares. Salienta-se ainda que esta aluna, sendo disléxica, apresentava necessidades educativas especiais permanentes, beneficiando, por isso, de um Programa Educativo Individual que incluiu as medidas educativas a) e d), ou seja, apoio pedagógico personalizado e adequações no processo de avaliação, respetivamente, de acordo com o artigo 16.º do Decreto-Lei 3/2008 de 7 de janeiro. A aluna B apresentou nível 5 a todas as disciplinas, sendo considerada pelos professores como muito empenhada e interessada na generalidade das tarefas/ disciplinas. Já o aluno C apresentou níveis 3 e 4, embora predominassem os níveis 3, pelo que a média dos níveis às disciplinas teóricas é de 3,4. O empenho e o interesse nas atividades da escola foram considerados fracos, acrescentando-se o facto de o aluno revelar algumas dificuldades de concentração/ atenção. As características destes alunos apresentadas nos Quadros 3 e 4 foram determinantes na escolha e na atribuição de papéis, face às tarefas a realizar com a mesa interativa, como veremos adiante.

10.2.2- Instrumentos

Os instrumentos utilizados neste estudo foram a mesa interativa construída, a aplicação multitoque *Microsoft Surface Collage* e algumas imagens da Lua e do sistema Sol-Terra-Lua para manipulação digital no ecrã.

10.2.3- Procedimentos

De acordo com as conclusões de Dillenbourg e Evans (2011), as mesas interativas são concebidas para: (1) partilha de um espaço; (2) múltiplos utilizadores; (3) atividades *hands-on*

e (4) múltiplos modos de comunicação. Baseados nestes resultados, planificámos uma pequena experiência de ensino-aprendizagem com o grupo heterogéneo dos três alunos do 7.º ano de escolaridade, num ambiente de aprendizagem menos formal, neste caso, durante uma sessão do Clube de Astronomia. A exploração deste clube tem por base objetivos definidos no início do ano letivo, a partir dos quais se desenvolvem atividades de aprendizagem informal de ciência que podem servir de suplemento à aprendizagem formal (Holfstein e Rosenfeld, 1996) e, eventualmente, motivar os alunos para a escola, aumentando o seu sucesso na aprendizagem das ciências. Esta experiência poderá, talvez, contribuir para a avaliação neste campo da educação menos formal na escola, “apesar de ser inegável que a vertente não curricular não tem sido objeto de análises sistemáticas que revelem o impacto e os efeitos das atividades promovidas no seu âmbito” (Vilhena, 2002, p. 181).

A experiência que se descreve tem o foco em certos conteúdos de Astronomia em que os alunos revelam dificuldades recorrentemente, no âmbito do programa da disciplina de Físico-Química do 7.º ano. No Domínio Espaço, tendo em conta as metas adotadas, os objetivos de Astronomia a atingir pelos alunos relacionam-se, em termos gerais, com o conhecimento da composição e da escala do Universo, em particular do sistema solar, bem como a consequência da posição e da interação entre certos astros. Este é, habitualmente, um tema atraente e seria de esperar que os alunos obtivessem bons resultados durante a avaliação das suas aprendizagens, o que efetivamente nem sempre acontece. Muitos alunos, no início do 7.º ano aquando da avaliação diagnóstica, demonstram desconhecimento ou conhecimentos errados sobre certas noções de ciência, fazendo construções erradas do mundo, ou seja, apresentam explicações incorretas para os fenómenos que ocorrem, estando essas pré-concepções frequentemente muito cimentadas, sendo difícil a mudança concetual na mente dos alunos, o que pode ter como consequência resultados de aprendizagem menos positivos.

Ao longo de vários anos de prática letiva identificámos vários conceitos/ conteúdos de Física/ Astronomia em que os alunos do 7.º ano, da escola onde se realizou esta investigação, têm revelado dificuldades recorrentes em apreender. A recolha destes factos foi conseguida e constatada nos instrumentos de avaliação aplicados aos alunos através de testes diagnósticos, testes formativos e grelhas de observação da participação oral e de realização de trabalhos práticos.

Apresentam-se, a título exemplificativo, alguns erros mais comuns detetados em 40% ou mais dos alunos durante a aplicação de um teste diagnóstico de Física na primeira aula do 7.º ano:

- O Sol é a estrela mais brilhante do Universo.
- Existe noite, porque o Sol dá uma volta completa em torno da Terra uma vez por dia.
- Quando, ao meio-dia, estamos voltados para o Sol, à nossa esquerda está o ponto cardinal Oeste.

Apresentam-se também as dificuldades/ erros mais comuns de 40% ou mais dos alunos do 7.º

ano, detetadas na aplicação de testes formativos de Físico-Química durante o 1.º período e já no decurso da lecionação dos conteúdos de Astronomia:

- Legenda das quatro fases principais da Lua numa figura.
- Indicação da Via Láctea como sendo o aglomerado (ou enxame) de galáxias no qual nos encontramos.
- Indicação do sentido do movimento aparente do Sol para um observador do hemisfério norte, a partir de uma figura.
- Identificação dos pontos cardeais para um observador do hemisfério norte de frente para o Sol.
- Conhecimento da rotação própria do Sol.
- Indicação da consequência do facto do planeta Vénus apresentar fases e variar o seu diâmetro aparente.
- Indicação do planeta do sistema solar com temperaturas médias mais altas e explicação desse facto.
- Indicação, a partir de uma figura, dos astros que se situam entre os planetas Marte e Júpiter.
- Indicação do sentido em que aponta a cauda dos cometas devido ao vento solar.
- Distinção entre meteoro e meteorito.
- Cálculos com proporcionalidade direta, envolvendo a velocidade da luz.

No sentido de minimizar o insucesso dos alunos nestas matérias, colocámos em prática, ao longo de vários anos letivos, diferentes métodos e estratégias de abordagem/ensino destes conteúdos. Assim, complementaram-se as aulas com atividades no âmbito das TIC que incluíram, por exemplo, visionamento de filmes e exploração de simulações e de recursos digitais especialmente realizados para utilização com o quadro interativo. Apesar da aplicação destas estratégias, após a aplicação dos testes formativos constatou-se que são sempre vários os alunos que não apreenderam devidamente estas matérias.

A nossa experiência de ensino-aprendizagem realizada na sala do Clube de Astronomia com o grupo cooperativo de três alunos focou-se numa dificuldade específica, concretamente no conhecimento e identificação das quatro fases principais da Lua. Anteriormente, nas aulas formais, os alunos já tinham estudado estes conceitos e as estratégias e recursos que utilizámos consistiram na leitura/ decifração da informação disponível no manual adotado, seguindo-se a análise conjunta de imagens e filmes, bem como a exploração da maquete do sistema Sol-Terra-Lua. Assim, nesta experiência de ensino-aprendizagem foram abordados conteúdos na forma de uma revisão da matéria, embora o ambiente de aprendizagem fosse menos formal e se utilizasse um dispositivo tecnológico diferente, a mesa interativa.

A aplicação multitoque que escolhemos para ser usada para manipular e explorar imagens foi a *Microsoft Collage* que, como já se referiu, possui um menu horizontal que serve de armazém das imagens. Neste menu foram inseridas cinco, quatro das quais ilustravam e

identificavam individualmente cada fase principal da Lua na perspectiva de um observador colocado na Terra no hemisfério norte. A quinta ilustrava a Terra e a Lua em quatro posições distintas, ambas iluminadas pelo Sol, com a qual o grupo devia relacionar a posição da Lua com a respetiva fase- figuras 24 e 25.

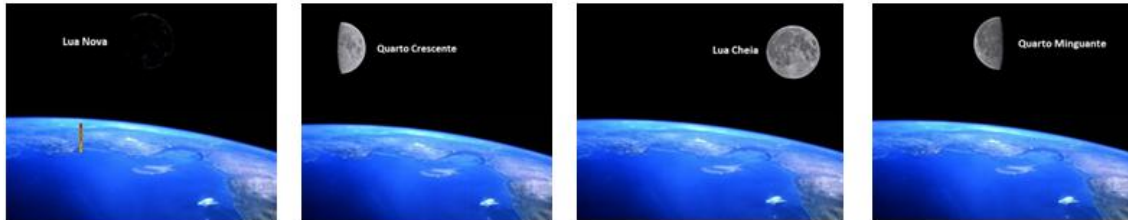


Figura 24. Imagens das fases da Lua utilizadas na mesa interativa. Adaptado de Maciel, 2015, p. 107 e de NASA, 2016, disponível em <https://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/index.html>.



Figura 25. Imagem para identificação das fases principais da Lua utilizada na mesa interativa. Adaptado de Maciel, 2015, p. 107.

Enquanto outros alunos mais novos frequentadores do clube realizavam tarefas distintas, na mesma sala, os três alunos do grupo colaborativo da nossa experiência foram dispostos de forma triangular (figura 26) à volta da mesa, dois lateralmente e um em frente, tendo os mesmos sido informados sobre o objetivo da tarefa e sugerido que era importante ajudarem-se mutuamente para atingi-lo. Salientamos que os três alunos participantes já estavam familiarizados com o funcionamento da mesa, pois participaram ativamente no teste da mesma. Embora não os informássemos de que seriam sujeitos a observação, definimos algumas regras de utilização da mesa no sentido de orquestrar a comunicação no seio do grupo: (1) cada aluno mantém o seu lugar à volta da mesa; (2) cada aluno tem o seu espaço no ecrã (a, b e c) e não pode interagir nas áreas dos outros alunos; (3) todos os alunos podem interagir num espaço comum (T) perto da zona central do ecrã e (4) cada aluno tem um papel

específico que deve cumprir.

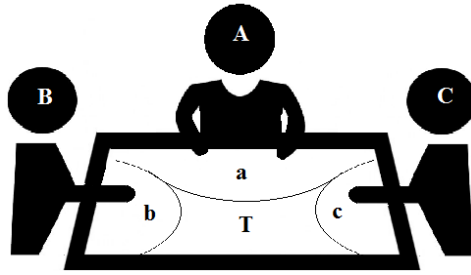


Figura 26. Disposição triangular dos três alunos A, B e C à volta da mesa e respetivas áreas a, b e c de manipulação do ecrã. T é a área onde todos podem interagir.

O espaço individual no ecrã (a, b e c) de cada participante era o seu território pessoal. Assim, seria nessa área mais próxima de si o local onde o aluno iria trabalhar, ou seja, manipular as imagens, mas todos teriam acesso ao espaço partilhado T, ou seja, um espaço de grupo. Esta regra impôs restrições à dimensão e ao *zoom* às imagens de trabalho. Esta ideia de territorialidade já foi abordada por alguns investigadores e refere-se ao uso de espaço pessoal, de espaço de armazenamento e de espaço de grupo numa mesa interativa partilhada. A utilização do espaço pessoal é descrita como um uso tático de espaço numa tarefa de um grupo experimental, indicando uma norma social pela qual o espaço imediatamente em frente a uma pessoa é reservado apenas para essa pessoa (Scott et al., 2003).

No sentido de assegurar que o grupo funcionasse de forma equilibrada, aos alunos foram atribuídos papéis para o desenvolvimento da tarefa. Esses papéis tiveram por base uma metodologia de aprendizagem cooperativa baseada na interação social, pois as evidências sobre os efeitos da aprendizagem cooperativa atrás apresentados levaram-nos a adotar esse método para a nossa experiência de ensino-aprendizagem. Assim, partiu-se para uma atribuição de papéis de acordo com o nível de competência atingido por cada aluno nas atividades de sala de aula (Quadros 3 e 4), no sentido de reduzir a probabilidade de ocorrerem comportamentos passivos ou dominadores. A escolha dos papéis também foi motivada pela característica da aplicação multitoque em si (*Microsoft Collage*), uma vez que, como atrás referimos, a mesma funciona através de um menu horizontal menos acessível para os alunos B e C que trabalham lateralmente ao mesmo - figura 27.



Figura 27. As imagens na mesa interativa construída e o menu inferior da aplicação *Microsoft Collage*.

Assim, tendo em conta as características dos alunos e também de modo a fomentar as cinco componentes da aprendizagem cooperativa, designámos os seguintes papéis: (1) distribuidor (aluna A: aluna disléxica de nível sucesso médio alto nas suas aprendizagens na sala de aula, com necessidades educativas especiais, usufruindo de adequações no processo de avaliação e apoio pedagógico personalizado). A sua função foi distribuir as imagens do menu pelos seus colegas; (2) explicador (aluna B: aluna de nível de sucesso superior). A sua função foi explicar aos colegas os conteúdos relacionados com a tarefa; e (3) controlador (aluno C: aluno de nível de sucesso médio nas suas aprendizagens na sala de aula). A sua função foi controlar o tempo da tarefa e o computador.

Além destes papéis, todos os alunos deveriam participar na atividade, entreajudando-se, discutindo opiniões e interagindo com a mesa - figura 28.



Figura 28. Grupo experimental na mesa interativa.

10.3- Resultados

Durante a execução da tarefa observámos as interações entre os alunos. Registamos aqui algumas:

Aluno C: «O quarto crescente tem a forma D ou C?»

Aluna B: «As fases só dão certo se estivermos a ver da Terra para a Lua.»

Aluna A: «Se eu rodar ao contrário o meu C passa a D.»

Aluno C: «Mas assim não dá, estás ver da Lua para a Terra.»

Aluna A: «Nesta (figura 25) a D também tem forma de D. É crescente?»

Aluna B: «Tens de rodar para veres da Terra para cima.»

No final da tarefa realizámos uma entrevista com o grupo cooperativo no sentido de recolher

as suas opiniões e avaliar o seu desempenho. De acordo com as convicções dos alunos, o mais interessante da atividade foi “partilhar as imagens, fazer *zoom* e rodar”. Os três elementos enfatizaram o facto de terem trabalhado com a mesa num “assunto das aulas”, pois antes só a tinham usado para atividades lúdicas (jogo de memória, pianos, desenho, demonstrações de multitoque, etc.). Referiram que tinha sido fácil cumprir a função que lhes designámos, pois durante os trabalhos de grupo “era costume haver divisão de tarefas”. Quando questionados sobre a possibilidade de introdução da mesa interativa nas aulas de Física, os três elementos concordaram que “assim era mais divertido e mais fácil aprenderem a matéria”. Também todos responderam terem compreendido o objetivo da tarefa e chegado à resposta, ou seja, sabiam relacionar as fases da Lua com a sua posição na figura 25. Para confirmarmos as aprendizagens dos alunos realizámos, informalmente e no final da entrevista, uma avaliação oral e individual e, assim, assegurámos que todos os alunos sabiam a resposta ao problema.

Na semana seguinte, na sala de aula formal, os três alunos e toda a sua turma realizaram uma ficha de avaliação formativa (Anexo A) sobre vários conteúdos de Astronomia. Assim, um dos temas para avaliação foi as fases principais da Lua, cujo foco era a identificação das fases lunares numa imagem - questão 2.2 da figura 29.

2. A figura mostra a Lua em diferentes posições no seu movimento à volta da Terra.

2.1. Explica o motivo pelo qual um observador na Terra observa sempre a mesma face da Lua.

2.2. Indica qual dos números da figura identifica a posição em que:

2.3.1 É lua cheia. ____

2.3.2 É quarto minguante. ____

2.3.3 A Lua é vista do hemisfério Norte com forma de C. ____

Figura 29. Excerto da ficha de avaliação escrita sobre as fases da Lua a que o grupo experimental e a sua turma foram sujeitos.

Durante a correção das fichas de avaliação comparámos o desempenho do grupo cooperativo com o dos restantes alunos. Após a análise e classificação das respostas à questão em causa verificámos que a média dos resultados dos três alunos do grupo que realizaram a atividade de revisão com mesa interativa foi de 78%, tratando-se de um sucesso superior em 25% ao dos restantes alunos, os quais não foram sujeitos à metodologia da experiência. O Quadro 5 seguinte ilustra os resultados dos 17 alunos da turma relativos à questão 2.2:

Quadro 5. Sucesso dos alunos na resposta à questão 2.2 sobre a identificação das fases da Lua.

Alunos	N.º de alunos	Média de sucesso na questão 2.2
Alunos do grupo experimental	3	78%
Restantes alunos	14	53%
Total dos alunos da turma	17	57%

10.4- Discussão dos resultados do estudo 1

A percentagem de sucesso de 78% do grupo cooperativo indica-nos que nem todos deram uma resposta completamente correta à questão em foco, ou seja, nem sempre todas as respostas às subquestões 2.2.1, 2.2.2 e 2.2.3 estavam corretas. O resultado parece, à primeira vista, um pouco dececionante, uma vez que nos assegurámos no fim da experiência de que os três alunos, individualmente, sabiam responder oralmente de forma correta. Então, por que razão o sucesso dos três alunos não foi de 100%? Procedendo a uma análise da questão 2.2, verificamos que foram introduzidas três variáveis em relação às imagens exploradas com a mesa: (1) na imagem dada, além das quatro posições principais da Lua, há uma nova posição 4; (2) o sistema Terra-Lua está posicionado à direita do Sol, contrariamente à figura 25 da experiência e (3) a imagem dada é diferente da da experiência.

Os resultados obtidos pelo grupo indicam-nos que, ou os conteúdos não ficaram completamente aprendidos no final da experiência ou, de algum modo, as três diferenças entre as figuras confundiram um pouco os alunos. No entanto, a metodologia da experiência também assentou na interpretação de imagens que tiveram a finalidade de estabelecer um conceito científico. Tais imagens são, para nós, quase que evidentes e transparentes, ou seja, necessitam de pouca interpretação para a sua compreensão, mas, para os alunos, possuem alto grau de abstração e pouca semelhança com a realidade concreta por eles conhecida (Rego, 2011). Os alunos, ao interpretarem as imagens da questão 2.2 e da figura 25 produzem uma realidade mental (pensada) que não é idêntica à realidade concreta e daí o sucesso não ser total, embora sejam necessários mais estudos objetivos no campo desta experiência.

Baseando-nos nas interações que registámos dos alunos, a técnica por eles utilizada para relacionar a posição da Lua na sua órbita com a respetiva fase teve por base a manipulação da imagem da figura 25 através da sua rotação, de tal modo que a Terra ficasse por baixo da Lua em relação à posição de cada aluno à volta da mesa, ficando assim de acordo com as

situações observadas nas imagens da figura 24. Parece, assim, que o gesto de rodar a imagem com os dedos, sendo intuitivo e natural, foi decisivo para a resolução da tarefa, ou seja, teve algum efeito na aprendizagem, como já antes tinham concluído Dubé e McEwen (2015).

Desta simples experiência de ensino-aprendizagem podemos retirar a evidência de que o sucesso dos alunos do grupo experimental (78%) está bem acima do dos alunos que não foram sujeitos às mesmas estratégias com a mesa interativa (53%), o que sugere que a introdução deste dispositivo como complemento à aprendizagem pode ser uma mais-valia, estando de acordo com as conclusões de vários investigadores quando referem que a aplicação desta tecnologia na sala de aula pode ser benéfica para a aprendizagem, uma vez que potencia a interação entre os estudantes (Clayphan et al., 2011; Hunter e Maes, 2008; Niu, et al., 2016; Schneider e Blikstein, 2016).

Durante o desenvolvimento das tarefas observámos alunos entusiasmados e motivados, transformando a aprendizagem numa atividade lúdica. Assim, o bom resultado colhido com a experiência de ensino-aprendizagem que planificámos e colocámos em prática, sugere um aumento da motivação para a aprendizagem e um aumento da qualidade da participação dos alunos. Sabemos que os nossos alunos, os nativos digitais, são propensos à utilização dos ecrãs táteis, por serem naturais e intuitivos, com os quais passam várias horas do dia a realizar determinadas tarefas, por isso a introdução da tecnologia multitoque na sala de aula, através de mesas e mediante certas metodologias, pode constituir-se uma mais-valia para a motivação para o estudo e tornar-se favorável ao desenvolvimento das tarefas em grupo com implicações positivas na aprendizagem individual. Estudos sobre a motivação na escola concluíram que a mesma conduz a atitudes dinâmicas, ativas e persistentes (Ricoy e Couto, 2009; Sprinthall e Sprinthall, 1993), desde que o trabalho escolar seja apresentado como atividade ou experiência interessante, o que está em linha com as nossas observações registadas durante a experiência de validação do protótipo com o pequeno grupo de alunos.

11- Estudo 2- Experiências de ensino-aprendizagem da Física com recurso a múltiplas mesas interativas por multitoque na sala de aula

11.1- “Touchin’ box” na sala de aula

A finalização do protótipo, a estabilidade razoável do funcionamento, o seu teste com a prévia experiência de ensino-aprendizagem anteriormente descrita e os bons resultados obtidos, demonstraram que era possível introduzir nas salas de aula este tipo de mesas interativas *low cost* DIY (*Do It Yourself*), cujas inúmeras dificuldades de construção/funcionamento com que nos deparámos foram resolvidas à custa de muita perseverança, sem a qual não seria possível a concretização deste projeto. Assim, o sucesso do protótipo abriu caminho para a construção de mais duas mesas, mais uma vez, com o sólido apoio da Direção do Agrupamento. A participação de empresas parceiras no projeto e a utilização de materiais próprios da escola permitiu um custo de apenas de cerca de 50 € para o primeiro dispositivo, embora a construção dos dois seguintes não fosse tão rentável. A experiência adquirida na construção da primeira mesa facilitou-nos mais tarde a construção dos outros dois exemplares baseados no mesmo sistema.

Assim, as três mesas interativas por nós construídas têm a forma de uma caixa (figura 30) composta por um projetor de vídeo, um espelho, uma *Web cam*, uma moldura de *LED* infravermelhos e um vidro acrílico com difusor na parte superior.



Figura 30. Interior da mesa interativa número 3 do projeto, em tudo idêntica à do protótipo inicial.

Os três projetores e os três respectivos computadores portáteis foram também disponibilizados pela Direção. O funcionamento das três mesas é baseado na tecnologia ótica descrita anteriormente e conseguida através das pequenas câmaras modificadas que detetam somente a luz infravermelha com se ilumina interiormente as caixas. As câmaras estão ligadas aos computadores com o programa CCV, uma das “peças” fundamentais das mesas de baixo custo, que mapeia a posição das sombras dos dedos sobre o acrílico.

Colocámos rodinhas nas mesas para facilitar o seu transporte para o laboratório/ sala de Física, tendo sido dispostas no fim da sala entre as mesas dos alunos e as bancadas onde realizam as atividades experimentais (Figura 31). Denominámos cada mesa por “Touchin’ box”.



Figura 31. Disposição na sala de Física das três MIM construídas.

A distribuição das mesas na sala de aula foi realizada no sentido de permitir que os alunos trabalhassem em grupo, no seu espaço, sem perturbação para os grupos vizinhos (figura 32). Outro aspeto que considerámos foi garantir que a maioria dos alunos pudessem focar a sua atenção, sempre que necessário, no quadro interativo existente no início da sala junta à mesa do professor. Deste modo, a partir deste dispositivo, foi-nos possível orquestrar as atividades (Maldonado et al., 2013; Mercier et al., 2016), por exemplo, antes da realização das tarefas pelos alunos, clarificando os objetivos a atingir. Salientamos que as mesas foram utilizadas

somente nas aulas em que a turma desdobrou, ou seja, durante as aulas de turnos onde estavam presentes apenas metade dos alunos.

11.2- Objetivo

Com este estudo pretendemos analisar o impacto da utilização das mesas interativas nos resultados de aprendizagem dos alunos através da realização de quatro experiências de ensino-aprendizagem.



Figura 32. Trabalho de grupo de nove alunos (um turno) nas mesas interativas do projeto.

11.3- Método

Como já referimos anteriormente, a análise do impacto da utilização das três mesas interativas construídas nas aprendizagens dos alunos, teve por base um estudo empírico. Assim nesta secção, apresentamos as características dos participantes e descrevemos os instrumentos usados na recolha de dados, bem como os procedimentos adotados.

11.3.1- Participantes no estudo

O estudo envolveu uma turma do 7.º ano de escolaridade (grupo experimental) composta por 19 alunos, mas nem todos participaram no estudo, pois 2 deles são alunos com necessidades educativas especiais da medida e) e com Currículo Específico Individual (artigo 18.º do Decreto-Lei 3/2008 de 7 de Janeiro), ou seja, são alunos com problemas ao nível cognitivo. Destes dois alunos, só um frequenta a disciplina na aula de desdobramento. A este aluno foi atribuído um papel durante a execução das tarefas com as MIM cujo objetivo foi a sua integração no grupo turma e o desenvolvimento de competências sociais, mas o resultado da avaliação deste aluno não será contemplado neste estudo, pois as suas aprendizagens ao nível da Física são muito reduzidas. Por isso, a amostra é de 17 alunos.

A turma experimental escolhida é heterogénea e constituída por alunos com diferentes características e distintos percursos escolares - Quadro 6. Além dos 2 alunos com necessidades educativas especiais da medida e), há ainda outros 2 com as medidas a) (apoio pedagógico personalizado) e d) (adequações no processo de avaliação) e que revelam dislexia.

Quadro 6. Algumas informações pertinentes sobre o perfil da turma experimental.

Situação	N.º de alunos
Retenções em anos anteriores	4
Plano de Acompanhamento Pedagógico Individualizado no ano anterior (15/16)	9
Alunos com insucesso a algumas disciplinas no final do ano anterior (15/16)	4
Necessidades Educativas Permanentes	4
Atividades de Apoio a Português e/ou Matemática e/ou Inglês no ano anterior (15/16)	8
Beneficiários dos Serviços de Apoio Socioeducativo	6

Relativamente ao agregado familiar quase todos os alunos vivem em agregado biparental com irmãos e as habilitações académicas dos pais e das mães são variadas - Quadro 7.

Quadro 7- Habilitações académicas dos agregados familiares dos alunos da turma experimental.

Habilitações académicas	N.º de mães	N.º de pais
1.º Ciclo	2	2
2.º Ciclo	4	3
3.º Ciclo	1	6
Ensino Secundário	9	4
Ensino Superior	2	2

Foram também identificados os seguintes problemas reais da turma em sede de Conselho de Turma: (1) ausência de hábitos de estudo diário, de um método de trabalho e de um plano de estudo por parte de alguns alunos; (2) pouco empenho nas tarefas escolares e incumprimento na realização dos trabalhos de casa e de outras tarefas; (3) falta de perseverança na construção do seu conhecimento e dificuldades na disciplina de Matemática; (4) dificuldades no domínio do Português, nomeadamente, ao nível da compreensão/ expressão oral, da interpretação e da escrita, bem como a ausência de hábitos de leitura por parte de alguns alunos; (5) dificuldades no cumprimento de algumas regras básicas do saber estar na sala de aula, nomeadamente na entrada e saída nas salas de aula e nos blocos, que se faz, por vezes, de forma desorganizada; (6) dificuldades no cumprimento da regra básica de ser portador de todo o material indispensável para a aula; (7) dificuldades nos domínios da atenção/concentração; (8) dificuldades específicas de aprendizagem no caso particular dos alunos com Necessidades Educativas Especiais e (9) diferentes ritmos de aprendizagem.

A existência destes problemas, bem como todas as informações ilustradas nos quadros anteriores, permitiram-nos antever a necessidade de elaborar estratégias para colmatar o insucesso previsível dos alunos. Assim, tendo por base esse perfil da turma, os objetivos da disciplina de Físico-Química presentes na planificação da unidade didática (PUD) Espaço (Anexo M) e as metas inscritas do Projeto Educativo, tornou-se para nós fundamental definir metodologias de modo a adequar as aprendizagens ao contexto do grupo turma, o que realizámos com a introdução das mesas interativas nas aulas, tendo por base os métodos da aprendizagem cooperativa, com o objetivo de motivar os alunos para o estudo e assim superarem as dificuldades diagnosticadas.

Considerámos importante haver um termo de comparação entre o desempenho dos alunos participantes no estudo e outros de outra turma do mesmo ano de escolaridade (grupo de controlo) que não foram sujeitos às mesmas estratégias. Esta turma permitiu-nos comparar os efeitos das experiências realizadas com as mesas com o grupo em observação (turma

experimental) e verificar que estávamos no caminho certo para validar a hipótese inicial da nossa investigação.

Mais tarde, os mesmos conteúdos programáticos das experiências de ensino - aprendizagem foram alvo de avaliação num teste formativo para todas as 5 turmas do 7.º ano da escola (amostra de 90 alunos). O objetivo foi verificar se a utilização das MIM contribuiu para uma maior consolidação das aprendizagens dos alunos do grupo experimental relativamente aos restantes.

11.3.2- Instrumentos de recolha de dados

Para atingirmos os objetivos definidos neste estudo, averiguando qual o impacto direto da utilização das MIM nos resultados da aprendizagem, foram utilizados os seguintes instrumentos: (1) ficha de caracterização da turma experimental e plano de trabalho da turma; (2) questionário inicial relativo às perspetivas dos alunos sobre o funcionamento dos trabalhos de grupo; (3) grelha de observação do professor sobre o desempenho dos alunos durante as tarefas com as mesas interativas; (4) fichas de autoavaliação dos alunos após a realização das atividades com as mesas; (5) mini fichas realizados após as atividades com as mesas; (6) fichas de avaliação formativa; (7) vídeos e fotografias resultantes da gravação das aulas e (8) memorandos analíticos/ notas pessoais de reflexão sobre as aulas.

Como já se referiu, nas quatro experiências de ensino-aprendizagem com as mesas foram realizadas somente atividades de revisão de conteúdos lecionados antes em outras aulas. Na primeira experiência foram abordadas as galáxias e a sua morfologia; na segunda, os assuntos incluíram as unidades de distância usadas em Astronomia, como por exemplo, a unidade astronómica e o ano-luz; na terceira, a revisão incidiu na identificação dos planetas principais; na quarta, foram abordadas as fases principais da Lua.

Noutros momentos seguintes, procedeu-se à avaliação das aprendizagens com os três instrumentos (4), (5) e (6) atrás identificados.

Os momentos da leção dos conteúdos, das tarefas e da avaliação dos alunos participantes foram sequenciais e encontram-se ilustrados no esquema que a seguir se apresenta - Figura 33.

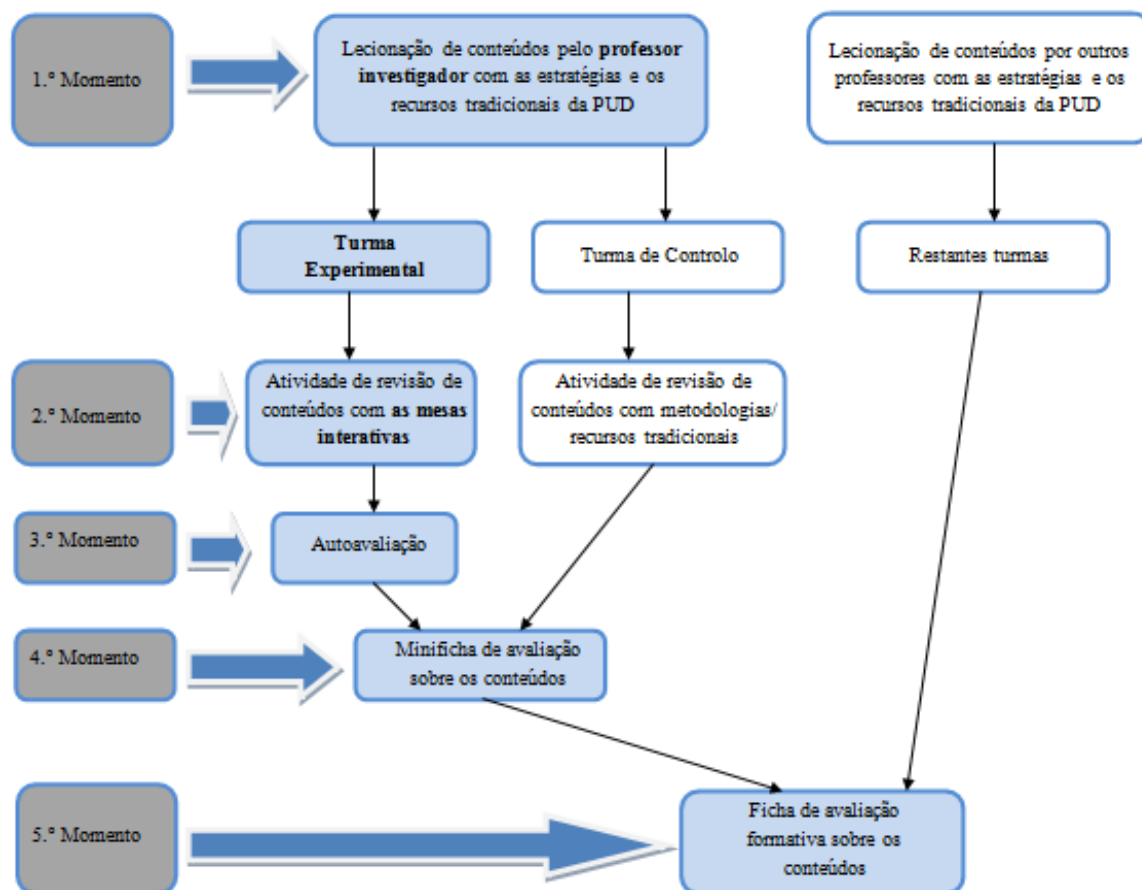


Figura 33. Momentos, procedimentos e metodologia de avaliação dos participantes no estudo.

A variável do nosso estudo entre a turma experimental e a de controlo nas atividades de revisão foi a utilização das mesas com recurso aos métodos da aprendizagem cooperativa, uma vez que nas aulas dessas duas turmas onde os conteúdos foram lecionados inicialmente os recursos e as metodologias utilizados foram os mesmos.

Assim, enquanto os alunos da turma experimental, nas quatro aulas das atividades de revisão, utilizaram as mesas em grupo, na turma de controlo:

- Na primeira sessão de revisão, procedemos à projeção de várias imagens de galáxias para a turma seguida de questões dirigidas aos alunos sobre a tipologia/ forma das galáxias observadas e discussão das suas respostas no seio do grupo turma;

- Na segunda, construímos previamente um recurso digital para o quadro interativo existente na sala de Física e propusemos a alguns alunos, individualmente, a resolução das questões apresentadas sobre as unidades mais adequadas para medir distâncias no Universo através do uso das ferramentas interativas, sendo que essa resolução foi também discutida no grupo turma.

- Na terceira construímos um jogo de cartas com três naipes. O primeiro era composto por oito imagens de planetas iguais às da atividade Vizinhos do Sol da turma experimental, o segundo era composto por oito cartas, cada uma com um nome de planeta e um terceiro conjunto de cartas com oito diferentes características dos planetas. Propusemos aos alunos que jogassem em grupos de três elementos, sendo que a cada aluno foi atribuído um naipe e os alunos iam jogando na sua vez cartas sempre relacionadas com o mesmo planeta em cada jogada. Assim, o objetivo consistia em alunos aprenderem a identificação dos planetas pelas imagens e as suas características, discutindo entre si as cartas jogadas;

- Na quarta atividade de revisão da turma de controlo, propusemos aos alunos a realização de uma ficha de trabalho, em grupos de pares, sobre a identificação das fases da Lua, composta pelas mesmas imagens que a turma experimental tinha utilizado com as mesas na respetiva atividade.

Na aula seguinte à utilização das MIM os alunos da turma experimental foram sujeitos a uma mini ficha de avaliação formativa (mini ficha) que incidiu nos mesmos conteúdos explorados com os dispositivos. Os alunos da turma de controlo também foram sujeitos ao mesmo mini ficha, embora nas atividades de revisão dos mesmos conteúdos tivessem sido usadas as outras metodologias/ materiais tradicionais atrás referidas.

11.3.3- Procedimentos

a) As atividades com as mesas interativas

Como já referimos, a investigação incidiu em quatro experiências de ensino-aprendizagem no âmbito da Astronomia. Denominámo-las de "Código Galáctico", "As Medidas do Universo", "Vizinhos do Sol" e "Fases da Lua", o nome dos quatro recursos educativos multitoque que desenvolvemos especificamente para o nosso estudo, sendo que os dois primeiros foram realizados com a linguagem de programação em *action script 3* (AS3) - Quadros 8 e 9 - aplicada a imagens e os dois últimos foram elaborados com a ajuda de aplicações multitoque. Salienta-se mais uma vez que as tarefas das experiências de ensino-aprendizagem tiveram por base os conhecimentos prévios dos alunos nestes conteúdos, pois os mesmos já tinham sido abordados nas aulas anteriores.

Quadro 8. Linhas de código em AS3 aplicado à imagem da galáxia espiral g1 que permitem o multitoque (*multitouch*) e o arrasto (*touchdrag*) do item no ecrã.

```
1 Multitouch.inputMode = MultitouchInputMode.TOUCH_POINT;
2
3 g1.addEventListener(TouchEvent.TOUCH_BEGIN, fl_TouchBeginHandler_2);
4 g1.addEventListener(TouchEvent.TOUCH_END, fl_TouchEndHandler_2);
5
6 var fl_DragBounds_2:Rectangle = new Rectangle(0, 0, stage.stageWidth, stage.stageHeight);
7
8 function fl_TouchBeginHandler_2(event:TouchEvent):void
9 {
10     event.target.startTouchDrag(event.touchPointID, false, fl_DragBounds_2);
11 }
12
13 function fl_TouchEndHandler_2(event:TouchEvent):void
14 {
15     event.target.stopTouchDrag(event.touchPointID);
16 }
```

Quadro 9. Linhas de código da linguagem de programação AS3 aplicado a um item de resposta (imagem) que permite o toque (*press*) e o arrasto (*drag*) do item no ecrã.

```
1 onClickEvent (load) { oc2x =this._x;
2 oc2y =this._y;
3 }
4
5 on (press) {
6     this.startDrag();
7 }
8 on (release) {
9     this.stopDrag();
10    if(_parent.desti2.hitTest(this._x, this._
11    this._x =this._parent.desti2._x;
12    this._y =this._parent.desti2._y;
13 } else {
14    this._x=oc2x;
15    this._y=oc2y;
16 }
17 }
```

a.1- Código Galáctico

O Código Galáctico foi um recurso educativo digital multitoque (REDM) desenvolvido no ambiente da plataforma *Adobe Flash Creative Suite 6 Professional*. Esta atividade pretendeu contribuir para que os alunos atingissem as metas 1.1 e 1.2 das Metas Curriculares do 3.º ciclo de Físico-Química (2013) do Domínio Espaço:

- 1.1-Distinguir vários corpos celestes (planetas, estrelas e sistemas planetários; enxames de estrelas, galáxias e enxames de galáxias).
- 1.2-Indicar qual é a nossa galáxia (Galáxia ou Via Láctea), a sua forma e a localização do Sol nela.

Salienta-se que estas duas metas têm por base os elementos essenciais das “Orientações curriculares para o 3.º ciclo do ensino básico: Ciências Físicas e Naturais”, (2001) do Ministério da Educação.

Este primeiro REDM teve o foco na variação morfológica das galáxias, ou seja, na variação da sua forma, e o objetivo foi ajudar os alunos a distinguir entre galáxia espiral, galáxia elíptica e galáxia irregular com base na observação de várias imagens de galáxias e de outros astros.

Assim, cada grupo de 3 alunos colocou-se à volta das MIM de acordo com a disposição triangular. Nas respetivas áreas pessoais do ecrã (à esquerda, em baixo e à direita) colocámos várias imagens de galáxias suscetíveis de manipulação (toque e arrasto) para uma zona superior identificada com os termos “espirais”, “elípticas” e “irregulares” - figura 34.

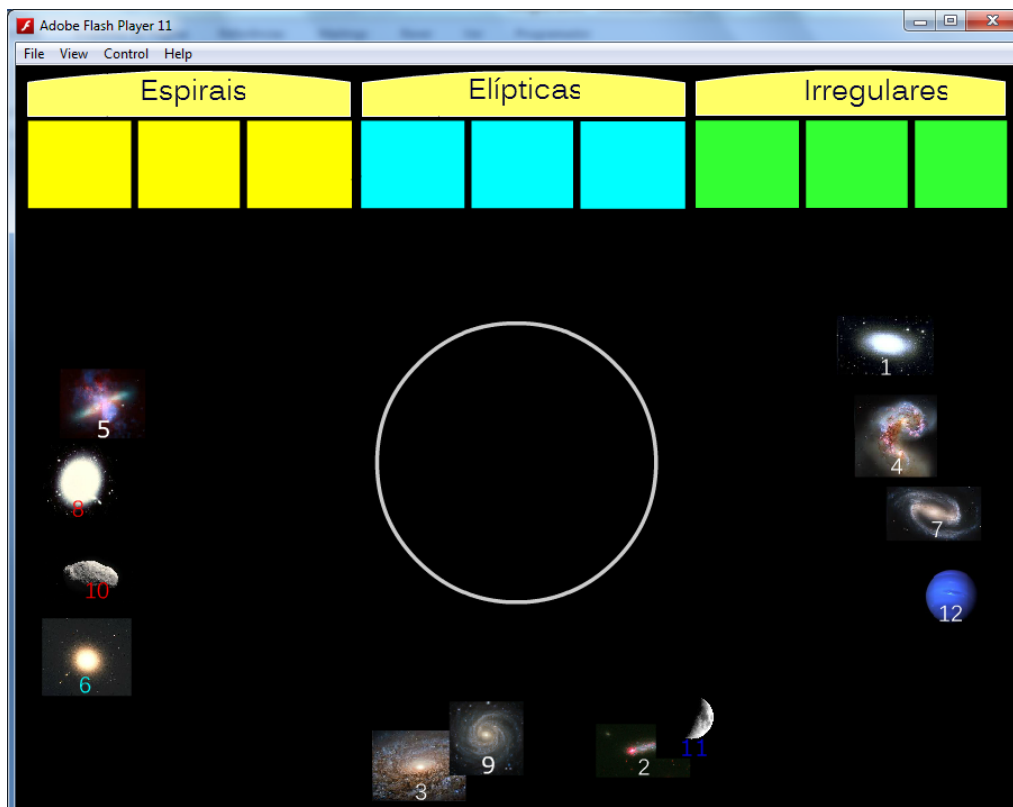


Figura 34. Ecrã das MIM que ilustra a disposição das imagens dos astros nas três zonas pessoais de manipulação de cada aluno (esquerda, em baixo e direita).

A tarefa consistia em arrastar as galáxias do mesmo tipo (forma) para as zonas corretas em cima. A cada imagem correspondia um número e como foi pedido para que as mesmas fossem colocadas por ordem numérica crescente, no final da tarefa, na zona superior do ecrã, ficava ilustrado um conjunto de algarismos, ou seja, o tal código galáctico cuja resposta seria 3 7 9 1 6 8 2 4 5. Obviamente que os astros números 10, 11 e 12, não sendo galáxias e embora manipuláveis, não faziam parte do código.

Na metodologia de trabalho dos alunos, simultaneamente, cada um arrastou uma das suas galáxias para a zona central do ecrã (interior da circunferência), procedendo-se aí à discussão sobre o destino das mesmas - figura 35. Após concordância o aluno “dono” da galáxia deslocaria a mesma para o seu lugar na zona superior. Assim, as tarefas de cada aluno

durante o desenvolvimento da atividade foram: manipulação das imagens, discussão das respostas e execução do papel atribuído (facilitador ou verificador ou controlador). No fim da atividade escolhemos aleatoriamente um aluno de cada mesa para dar a resposta do seu grupo. De seguida, procedemos à discussão da solução do problema proposto no seio do grupo turma.



Figura 35. Trabalho de grupo cooperativo com a Touch'in Box 1 durante a experiência de ensino-aprendizagem de “O Código Galáctico”.

a.2- As Medidas do Universo

As Medidas do Universo foi outro REDM também desenvolvido com a ajuda da plataforma *Adobe Flash Creative Suite 6 Professional*. Esta atividade realizou-se no âmbito da meta principal “3- Conhecer algumas distâncias no Universo e utilizar unidades de distância adequadas às várias escalas do Universo” e teve por objetivo fazer uma revisão aos conteúdos da unidade astronómica (ua) e do ano-luz (a.l.). Dividiu-se a tarefa em duas partes; na primeira pretendia-se que os alunos realizassem três tipos de associações: (1) o metro, os seus múltiplos e submúltiplos, a escalas de objetos na Terra; (2) a ua às medidas adequadas no interior do sistema do solar e (3) o a.l. às distâncias entre os astros do céu profundo.

Na segunda parte, denominada por “Contas de cabeça”, pretendia-se que os alunos convertessem mentalmente distâncias expressas em ua ou em a.l. em unidades do Sistema Internacional (SI) e ainda interpretassem o valor da velocidade da luz no vazio.

Mais uma vez, cada grupo de 3 alunos colocou-se à volta das MIM de acordo com a disposição triangular. Nas respetivas áreas pessoais do ecrã, em todos os diapositivos, foram inseridas as mesmas instruções para cada aluno de tal modo que todos as lessem de frente. Os botões de transição entre diapositivos foram divididos entre as três áreas pessoais para que todos pudessem participar nessa transição à medida que a atividade ia progredindo. Em cada área pessoal colocámos um objeto (unidade de distância) passível de ser arrastado para a zona central do ecrã (área de resposta) - figura 36. Se, após o arrastamento para essa zona de resposta, o objeto permanecesse nessa área, então a resposta estaria correta, caso contrário, estaria errada e o objeto voltaria automaticamente para a posição inicial da área pessoal.

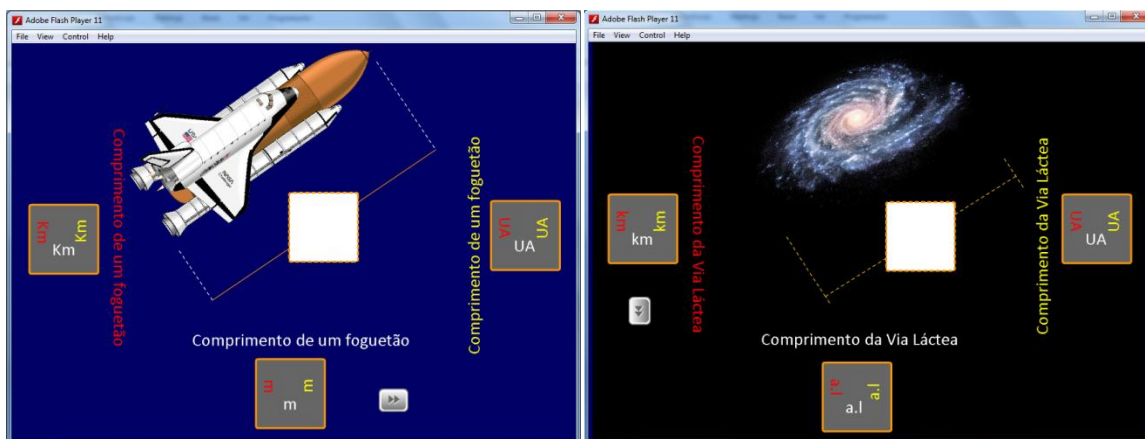


Figura 36. Segundo e sétimo diapositivos da atividade “As Medidas do Universo” e as três unidades de distância manipuláveis por toque e arrasto para a zona branca (área de resposta).

Salienta-se que, como se ilustra na figura 36, cada objeto/ unidade de medida suscetível de manipulação foi desenhado de tal modo que também fosse lido de frente por cada aluno em todos os diapositivos.

A segunda parte da segunda atividade/ experiência de ensino-aprendizagem, denominada “Contas de Cabeça”, tinha por objetivo a conversão mental de unidades astronómicas e anos-luz em quilómetros, a partir de dados iniciais - figura 37.

A metodologia para o desenvolvimento desta tarefa foi idêntica à da primeira parte. Em cada área pessoal do ecrã colocámos um objeto resposta manipulável (toque e arrasto) para a zona central do ecrã. No caso de resposta certa o objeto permaneceria na zona branca de resposta como anteriormente - figura 38.

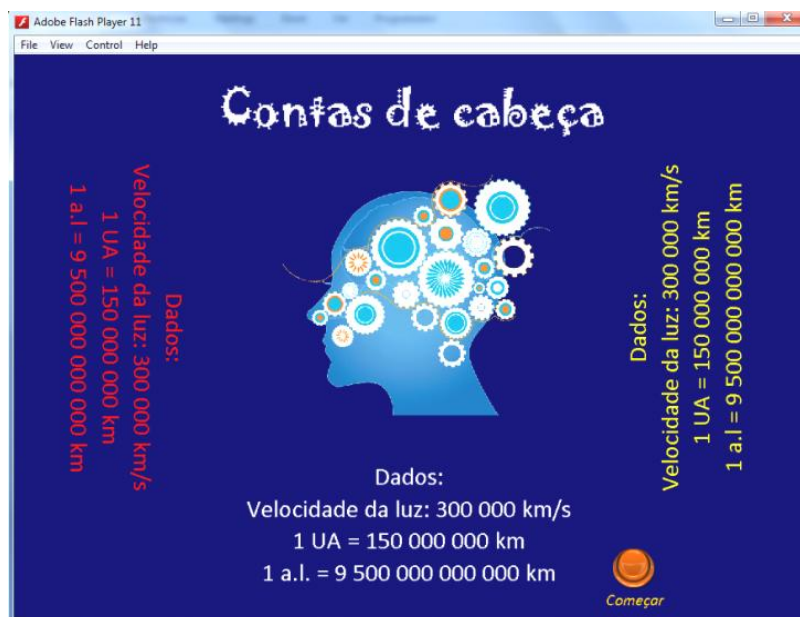


Figura 37. Diapositivo inicial da segunda parte da atividade “As Medidas do Universo” e os dados em que os alunos se deveriam basear para responder.



Figura 38. Exemplo da primeira “Conta de Cabeça” da segunda atividade. Neste caso, a resposta correta seria 3 ua, pelo que seria o aluno possuidor deste objeto resposta que, por toque e arrasto, o deslocaria para a zona central branca.

Os restantes diapositivos (questões propostas) da atividade seguem a mesma metodologia de resposta por parte dos alunos, sendo que a tipologia de questões foi idêntica:

- (1) Tempo que a luz de uma explosão demora a percorrer 600 000 km até chegar à Terra.

Objeto resposta correto - 2 s.

- (2) Uma misteriosa nave poderá estar a 19 000 000 000 000 km do Sol.

Objeto resposta correto - 2 a.l.

(3) Tempo que um raio de luz emitido pela fotosfera do Sol demora a chegar até nós.

Objeto resposta correto - 8,3 min.

Mais uma vez, como na primeira sessão com as MIM, as tarefas de cada aluno durante o desenvolvimento desta segunda atividade foram: manipulação das imagens, discussão das respostas e execução do papel atribuído - figura 39. No final da sessão procedemos também à discussão das soluções no grupo turma.



Figura 39. Trabalho de grupo cooperativo com a Touch'in Box 2 durante a experiência de ensino-aprendizagem de “As Medidas do Universo”. Aula assistida pelos elementos da Direção.

a.3- Vizinhos do Sol

“Vizinhos do Sol” foi o nome do terceiro REDM utilizado para a dinamização da terceira experiência de ensino-aprendizagem. Esta atividade realizou-se no âmbito da meta curricular de Físico-Química “2.2- Identificar os tipos de astros do sistema solar” e teve por objetivo fazer uma revisão sobre os oito planetas principais. O recurso educativo foi criado com uma aplicação multitoque dos quadros interativos *SMART Board*. O *software* escolhido foi o *SMART Notebook 16.1*, pois o mesmo associa automaticamente a qualquer objeto desenhado no seu ambiente toques e gestos multitoque de arrastamento, rotação e *zoom*. Como já referimos atrás, das várias aplicações multitoque testadas no âmbito deste projeto de investigação, esta poderá ser uma das mais vantajosas, uma vez que permite que qualquer professor

consiga realizar facilmente e com rapidez os seus recursos sem necessitar de escrever qualquer código de programação. A desvantagem da mesma reside no facto de não ser gratuita e de não se poder usar livremente, pois a sua utilização obriga à assinatura de um contrato. No entanto, a respetiva empresa disponibiliza a aplicação gratuitamente na Internet, para teste, durante quinze dias, pelo que aproveitámos essa janela temporal para instalar o programa, elaborar o presente recurso educativo e aplicá-lo. Este é composto por oito diapositivos com imagens alusivas aos planetas Mercúrio, Vénus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Úrano e Neptuno, os astros vizinhos do Sol. Tendo em conta a meta curricular em que insere este tema, os objetivos da tarefa foram: (1) identificar através das imagens os planetas principais e (2) associar certas características aos planetas - figura 40.

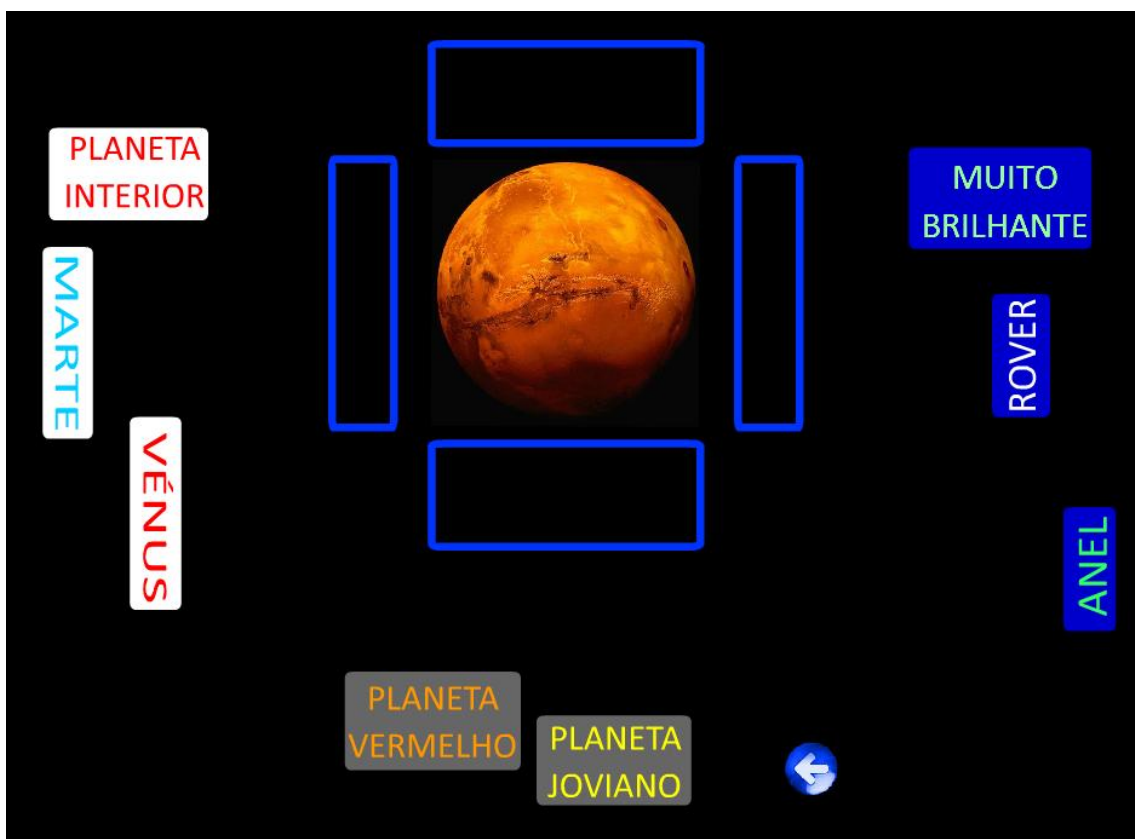


Figura 40. Ecrã das MIM que ilustra a disposição das informações a associar ao planeta Marte, de acordo com o oitavo diapositivo do recurso educativo.

À semelhança das outras duas experiências de ensino-aprendizagem, cada grupo de 3 alunos colocou-se à volta das MIM de acordo com a disposição triangular. Nas áreas pessoais do ecrã, em todos os diapositivos, foram inseridas letras ou informações que, de acordo com o que foi inicialmente explicado aos alunos, deveriam ser arrastadas para os locais corretos, de tal modo a estabelecer o nome do planeta ou a relacionar a imagem do mesmo com as informações/ características disponibilizadas - figura 41. As tarefas de cada aluno durante o desenvolvimento desta terceira sessão com as mesas foram a manipulação das imagens, discussão das respostas e execução do papel atribuído. Os botões de transição entre

diapositivos foram divididos entre as três áreas pessoais para que todos pudessem participar nessa transição à medida que a atividade ia progredindo. No final da aula, procedemos à discussão das soluções do problema no grupo turma.



Figura 41. Trabalho de grupo cooperativo com a Touch'in Box 3 durante a experiência de ensino-aprendizagem de “Vizinhos do Sol”.

a.4- As Fases da Lua

No âmbito da quarta experiência de ensino-aprendizagem, aplicámos um recurso educativo por multitoque relativo às quatro fases principais da Lua: Lua Nova, Quarto Crescente, Lua Cheia e Quarto Minguante. Com esta atividade pretendemos que os alunos atingissem a meta curricular da disciplina número 4.10- “Interpretar, com base em representações, as formas como vemos a Lua, identificando a sucessão das suas fases nos dois hemisférios”. Assim, o objetivo do recurso foi fazer uma revisão ao tema de tal modo que os alunos ficassem a conhecer as fases da Lua de acordo com um observador do hemisfério norte. Este REDM foi concebido com a aplicação multitoque *Microsoft Collage*, que, como já referimos anteriormente, permite os gestos básicos do multitoque em imagens ou vídeos da pasta “As Minhas Imagens”. Nesta, colocámos oito figuras sobre o tema em exploração - figura 42.

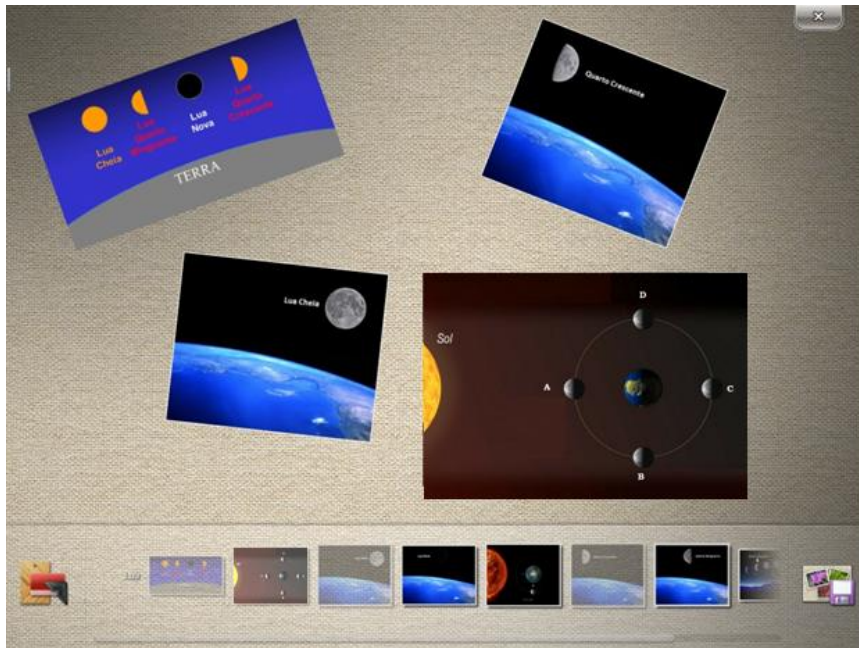


Figura 42. Ecrã das MIM que ilustra a disposição das imagens necessárias para a correta identificação das fases da Lua para um observador colocado no hemisfério Norte, no âmbito do quarto recurso educativo.

Quando se abre a aplicação, as imagens encontram-se disponíveis no menu horizontal inferior, pois os conteúdos da mesma estão orientados para um utilizador frontal ao ecrã. Assim, tendo em conta que a metodologia de realização da atividade teve por base a atribuição de papéis diferenciados aos alunos, aquele que se encontrava nesta posição teve por função a distribuição (gesto de arrasto) dessas imagens pelas zonas pessoais do ecrã daqueles que se encontravam a trabalhar lateralmente - figura 43.

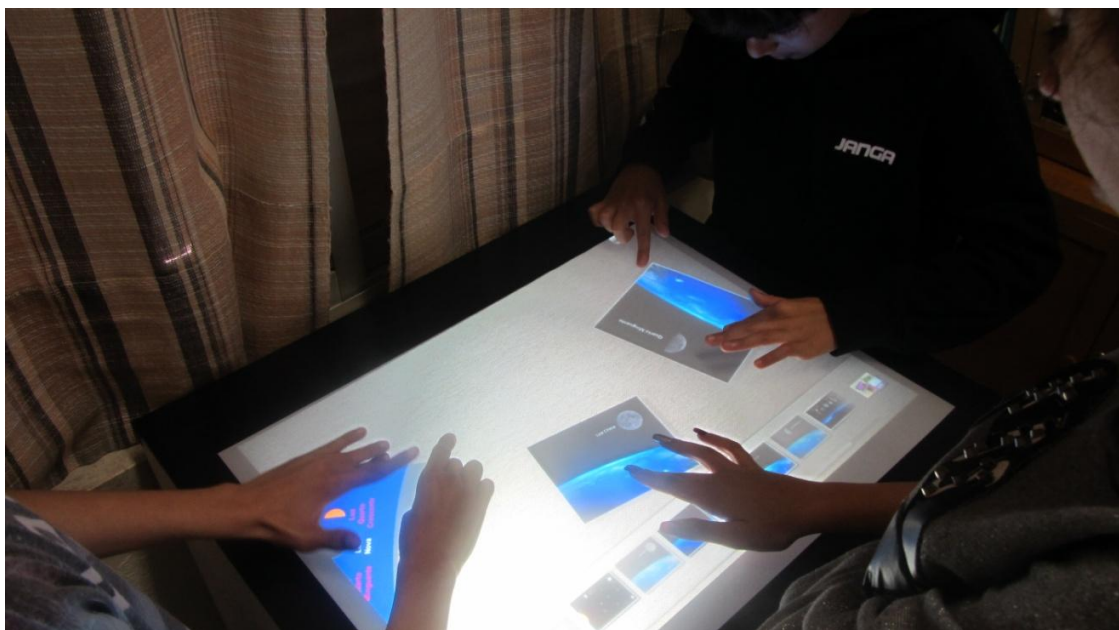


Figura 43. Trabalho de grupo cooperativo com a Touch'in Box 1 durante a experiência de ensino-aprendizagem de “As Fases da Lua”.

Também nesta aula, as tarefas de cada aluno durante o desenvolvimento da sessão com as mesas foram a manipulação e partilha das imagens, discussão das respostas e execução do papel atribuído. À semelhança da metodologia das outras experiências de ensino-aprendizagem, no final da aula procedemos à discussão das soluções do problema no grupo turma.

b) Formação dos grupos

No início do ano letivo período, trabalhámos em conjunto com a diretora da turma experimental no sentido de realizar a caracterização dos alunos. Esta informação, bem como os ensinamentos da literatura da especialidade, foram importantes para estabelecer na turma grupos cooperativos e heterogéneos (Leitão, 2006).

No nosso estudo, como pretendemos averiguar o desempenho dos alunos com as MIM durante várias sessões, espaçadas, optámos por definir grupos formais de aprendizagem (Lopes e Silva, 2009).

No processo de formação dos grupos heterogéneos tivemos em conta aspetos como: (1) competências cognitivas, obtidas através do rendimento escolar no final do sexto ano (classificação base); (2) pormenores resultantes da análise estatística de um questionário prévio sobre o funcionamento dos trabalhos de grupo na perspetiva do aluno; (3) o espírito de grupo, que permite que os alunos se sintam unidos e (4) possibilidade de atribuição de diferentes papéis, tendo em conta as características dos alunos, fomentando assim a interdependência positiva.

O método de aprendizagem cooperativa que utilizámos no estudo foi o das “cabeças numeradas juntas” (Kagan, 2001). Este método promove maior envolvimento dos alunos na revisão das matérias expostas numa aula e serve para verificar a sua compreensão acerca do conteúdo dessa aula. De acordo com Lopes e Silva (2009), esta estratégia permite ainda que todos os alunos desenvolvam as respostas para as questões propostas, revelando as razões que foram pensadas e discutidas para a sua obtenção.

A nossa opção por grupos de três alunos por mesa está de acordo com Fontes e Freixo (2004) que consideram a aprendizagem cooperativa como o trabalho dos alunos em grupos de reduzidas dimensões, com objetivos previamente definidos para realizarem uma determinada tarefa.

No início da fase de implementação do projeto proporcionámos aos grupos de alunos, na sala de aula, os primeiros contactos com as mesas no sentido dos mesmos se ambientarem com os dispositivos, verificarem a sensibilidade do toque (ligeiramente diferente da dos *tablets*) e compreenderem as regras de utilização da mesa em grupo. As regras impostas aos alunos

tiveram como objetivo principal estabelecer a ordem durante a tarefa e a estrutura cooperativa. Assim, os alunos foram obrigados a manter o seu lugar à volta da mesa, a não poderem interagir nas áreas dos ecrãs pessoais dos outros alunos e a cumprirem os seus papéis, além de realizarem a tarefa com base na discussão ordenada e na proposta de soluções. Deste modo, os alunos trabalharam em pé à volta da mesa, sendo a área útil de trabalho de cerca de 70 cm por 65 cm.

c) Os grupos e os papéis dos alunos

Nas quatro atividades realizadas com as MIM optámos por manter os mesmos papéis dos alunos, de modo a familiarizarem-se com a nova metodologia de aprendizagem. As mesas foram implementadas no tempo letivo de desdobramento semanal da turma experimental, como já referimos. Nestas aulas, durante os primeiros 45 minutos metade da turma (1.º turno) tem a disciplina de Físico-Química, enquanto, simultaneamente, a outra metade (2.º turno) está a ter Ciências Naturais. Nos segundos 45 minutos seguintes os turnos trocam. Assim, os 18 alunos participantes (9 rapazes e 9 raparigas) foram distribuídos igualmente pelos dois turnos, ficando 9 alunos por turno, ou seja, 3 alunos por mesa interativa durante cada aula de 45 minutos. Esclarecemos que as experiências de ensino-aprendizagem ocuparam somente uma parte da aula, pois antes foi necessário definir claramente os objetivos da atividade e explicar a tarefa e a estrutura cooperativa.

Tendo em conta as características dos alunos, a tarefa e o dispositivo atribuímos três papéis: (1) *Facilitador*: explica e orienta a realização da atividade, quando necessário; (2) *Verificador*: observa se todos cumprem as suas funções e participam e é o elo de ligação com o professor e (3) *Controlador*: controla o tempo da tarefa e o computador, quando necessário.

Estes papéis estão bem documentados na literatura da especialidade (Lopes e Silva, 2009), mas foi necessário adaptá-los, uma vez que os alunos não trabalharam com os materiais tradicionais das tarefas de grupo.

O papel de facilitador foi sempre atribuído ao aluno com maior capacidade cognitiva (a partir da classificação base, tendo em conta os níveis obtidos no final do sexto ano). Os restantes papéis foram dados tendo em conta o género e os resultados do questionário inicial sobre o funcionamento dos trabalhos de grupo na perspetiva do aluno, de modo a fomentar o espírito de grupo e evitar conflitos. Para não identificarmos aqui os alunos, a cada um foi atribuído um código composto por uma letra M ou F (sexo masculino ou feminino, respetivamente) e um número (Quadro 10).

Quadro 10. Os grupos de alunos nas mesas interativas e os respetivos papéis.

Turno	Mesa interativa	Alunos	Papéis
1.º	Touchin' box 1	F1	Facilitador
		F4	Verificador
		M8	Controlador
	Touchin' box 3	F2	Facilitador
		M3	Verificador
		F10	Controlador
Touchin' box 2	M6	Facilitador	
	F7	Verificador	
	F5	Controlador	
2.º	Touchin' box 3	M14	Facilitador
		F13	Verificador
		M19	Controlador
	Touchin' box 2	M17	Facilitador
		F20	Verificador
		M15	Controlador
	Touchin' box 1	M16	Facilitador
		M12	Verificador
		F11	Controlador

11.4- Resultados: análise descritiva e qualitativa

Nesta secção apresentamos e analisamos os resultados dos inquéritos respondidos pelos alunos, das fichas de autoavaliação, dos mini fichas e das fichas de avaliação formativa finais. Alguns resultados obtidos durante o desenvolvimento da investigação e da aplicação das mesas nas primeiras experiências de ensino-aprendizagem foram muito úteis para refletir sobre a realização de otimizações dos desenhos dos REDM e da planificação das atividades seguintes.

11.4.1-Respostas dos alunos ao questionário prévio sobre trabalhos de grupo na sala de aula

No início do ano letivo aplicámos aos 17 alunos da turma experimental um questionário inicial de nove perguntas relativo às suas perspetivas sobre o funcionamento dos trabalhos de grupo (Anexo B), pois a metodologia de trabalho que iríamos implementar era do tipo cooperativa e também porque o seu perfil era ainda desconhecido para nós, uma vez que estavam a frequentar o 3.º ciclo pela primeira vez. Em algumas questões foi permitido aos alunos

justificarem as suas respostas.

Da análise dos resultados conclui-se que todos (100%) responderam que gostavam de trabalhar em grupo e que já tinham trabalhado assim anteriormente no 2.º ciclo, especialmente nas disciplinas de Português (94,1%), História e Geografia de Portugal (52,9%), Ciências Naturais (41,2%) e Educação Tecnológica (35,3%), entre outras. Em relação ao estabelecimento dos grupos, cerca de 65% dos alunos referiram preferir serem eles próprios a escolher os elementos para o seu grupo, pois “assim seria mais fácil trabalhar” e “era melhor trabalhar com pessoas de quem se gostava (amigos) e que fossem responsáveis”. Os restantes preferiram ser o professor a escolher os alunos de cada grupo e escreveram que “assim os grupos ficavam equilibrados e não havia conversa”, e que “o professor sabia melhor as capacidades de cada aluno”.

Decidimos sermos nós a escolher os grupos, uma vez que a nossa estratégia era construir grupos heterogéneos e adequar os papéis ao perfil dos elementos, no entanto, em alguns casos, atendemos à preferência dos alunos, deixando-os escolher, de modo a fomentar o espírito de grupo.

Foram ainda colocadas questões sobre os materiais e os equipamentos preferidos para desenvolver os trabalhos de grupo (Gráfico 6) e as atitudes que deviam fomentar um ambiente favorável à aprendizagem (Gráfico 7), cujos resultados das respostas a seguir se apresentam:

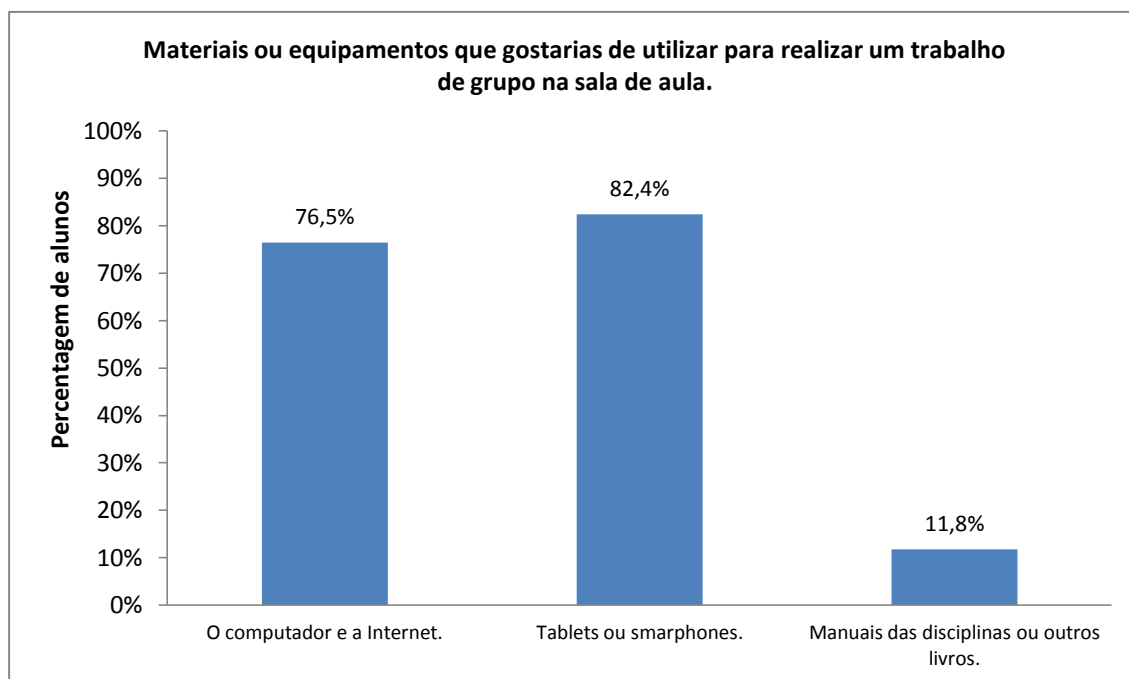


Gráfico 6. Instrumentos preferidos para desenvolver tarefas em grupo.

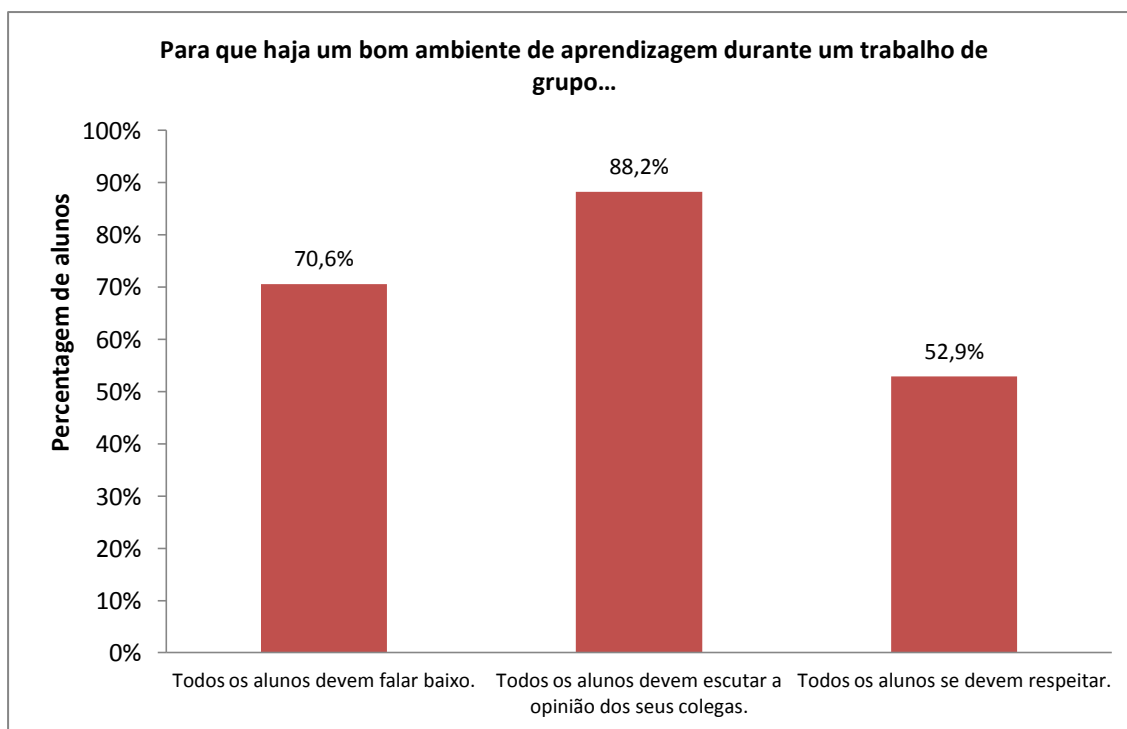


Gráfico 7. Opinião sobre os comportamentos corretos dos alunos durante as tarefas em grupo.

Os alunos foram ainda questionados sobre a importância da atribuição de tarefas pelo professor a cada aluno, tendo a grande maioria (76,5%) considerado esse procedimento favorável ao desenvolvimento dos trabalhos de grupo (Gráfico 8).

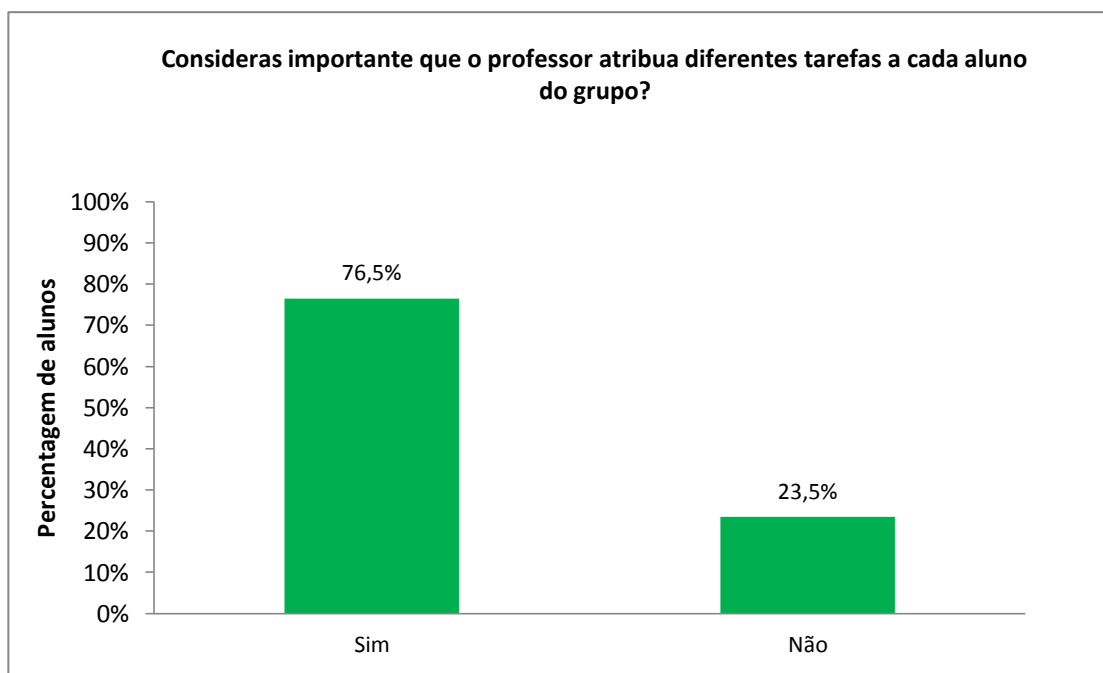


Gráfico 8. Importância para os alunos da atribuição de tarefas no grupo pelo professor.

Apresentamos algumas justificações dos alunos favoráveis a esse procedimento: “Assim ficamos mais organizados”; “Torna-se mais fácil trabalhar, não há tanta confusão”; “Pode haver alunos que queiram realizar as mesmas tarefas”; “É importante saber as regras para haver ordem”.

Da interpretação dos resultados deste questionário prévio concluímos que a grande maioria dos alunos estão predispostos para a realização de trabalhos de grupo, sendo que os mesmos são habituais em variadas disciplinas. Os resultados ilustrados nos Gráficos 7 e 8 demonstram que muitos têm a correta noção dos procedimentos favoráveis à aprendizagem em grupo, pois reconhecem a importância em respeitar e saber ouvir os seus colegas, em falar num tom baixo durante as discussões grupais e em lhes designar diferentes tarefas que se podem traduzir na atribuição de funções (papéis) diferenciadas.

O facto destas conceções dos alunos estarem de acordo com os métodos da aprendizagem cooperativa, a preferência de quase todos (82,4%) na utilização de ecrãs táteis (*tablets e smartphones*) durante a realização dos trabalhos de grupo e a grande receptividade para os mesmos, foi um ponto de partida muito favorável ao desenvolvimento da nossa investigação e ao estabelecimento de um código cooperativo (Anexo C) para os alunos terem em conta durante as atividades de grupo com as mesas.

11.4.2- Respostas dos alunos às fichas de autoavaliação

Após os alunos terem realizado as atividades com as MIM, aplicámos, ainda no final da aula, uma ficha de autoavaliação sobre a prestação individual, dos grupos e dos dispositivos (Anexos D1, D2, D3 e D4). A tabela seguinte (Quadro 11) ilustra as questões de escolha múltipla colocadas aos 17 alunos, assim como a percentagem de respostas obtidas após a utilização das mesas em cada uma das experiências de ensino-aprendizagem.

O questionário também permitiu aos alunos escreverem os seus comentários em cada domínio, no caso de o desejarem, justificando assim as suas respostas. Este procedimento também teve para nós o objetivo de, por exemplo, averiguar eventuais conflitos no grupo, não detetados diretamente durante a observação dos alunos em ação.

Analisando o Quadro 11 concluímos que as percentagens de respostas favoráveis são elevadas, embora na atividade do Código Galáctico, na prestação do grupo, vários alunos (29,4%) tenham referido que o grupo deveria ter-se esforçado mais para atingir os objetivos. Esta percentagem permite concluir que os alunos tiveram consciência de que houve algumas falhas no desempenho do seu grupo, pois, de acordo com as nossas observações, levados pelo entusiasmo inicial da atividade, fizeram uma leitura superficial das instruções dadas e não

colocaram as galáxias na ordem numérica crescente pedida, tendo por isso ficado um pouco desapontados no final, quando da discussão das respostas no grupo turma.

Relativamente ao funcionamento da mesa, um aluno ou dois em cada atividade referiram que a mesa não funcionou devidamente. Convém esclarecer que confirmámos que os dispositivos estavam a funcionar corretamente e que o problema ocorrido com esses alunos foi devido às mangas compridas dos seus casacos que, simultaneamente com os dedos, fazias sombras parasitas no ecrã, impedindo o funcionamento correto da aplicação.

Quadro 11. Percentagens de respostas nas fichas de autoavaliação relativas ao desempenho dos alunos e das mesas interativas.

Domínio	Questão de escolha múltipla	1- Código Galáctico	2- As Medidas do Universo	3- Vizinhos do Sol	1- As fases da Lua
Prestação do trabalho de grupo	O grupo trabalhou devidamente para atingir o objetivo.	75,6%	94,1%	100%	94,1%
	O grupo devia ter-se esforçado mais.	29,4%	11,8%	-	5,9%
	O trabalho do grupo foi pouco satisfatório.	-	-	-	-
Duração da atividade	O grupo terminou a tarefa no tempo previsto.	100%	94,1%	100%	100%
	O grupo não conseguiu terminar a tarefa no tempo previsto.	-	5,9%	-	-
Funcionamento da mesa interativa	A mesa funcionou devidamente, permitindo os toques e os gestos necessários.	94,1%	94,1%	100%	88,2%
	O sistema multitoque da mesa interativa não funcionou.	5,9%	5,9%	-	11,8%

No questionário também foi pedida a autoavaliação do trabalho individual, permitindo que os alunos respondessem a sete questões, escrevendo *Sim* (S), *Nem Sempre* (NS) ou *Não* (N) - Quadro 12. Da análise dos resultados, verificamos que os alunos responderam sempre que compreenderam os objetivos das quatro tarefas, com exceção da primeira, em que 76,5% responderam afirmativamente. A ocorrência deste resultado deve-se à precipitação de alguns alunos na realização da atividade e na resposta à questão proposta, pois não tiveram em conta que o código galáctico a apresentar seria por ordem crescente e não, um conjunto aleatório de algarismos.

Na resposta à segunda questão, só na segunda atividade todos os alunos responderam que no final ficaram a compreender melhor o assunto, e nas restantes, a percentagem de estudantes que respondeu afirmativamente foi sempre igual ou superior a 82,8%. Relativamente ao desempenho dos papéis atribuídos, só um ou dois estudantes (5,9% ou 11,8%, respetivamente) é que respondeu que nem sempre executou devidamente essa função. Também só um aluno referiu que nem sempre respeitou as regras de utilização da mesa e no conjunto das quatro atividades, quase todos os alunos responderam que participaram com entusiasmo nas quatro atividades. Quase todos os alunos (94,1%) disseram que respeitaram e ouviram as ideias dos seus pares, com exceção da atividade 1 do Código Galáctico em que três deles (17,6%) referiram que nem sempre o fizeram. Também praticamente todos os alunos (94,1%) esperaram pela sua vez para participar nas atividades, com exceção, mais uma vez, da primeira atividade em que só dez alunos (58,8%) referiram que o fizeram.

Quadro 12. Percentagens dos tipos de respostas dos alunos nas fichas de autoavaliação relativas ao desempenho no trabalho individual.

Domínio	Questão de escolha múltipla	Respostas/ Percentagem de alunos											
		1- Código Galáctico			2- As Medidas do Universo			3- Vizinhos do Sol			4- Fases da Lua		
		S	NS	N	S	NS	N	S	NS	N	S	NS	N
Avaliação do trabalho individual	Compreendi o objetivo da tarefa	76,5%	17,6%	5,9%	100%	-	-	100%	-	-	100%	-	-
	No final da atividade fiquei a compreender melhor este assunto	94,1%	-	5,9%	100%	-	-	88,2%	11,8%	-	88,2%	5,9%	5,9%
	Desempenhei devidamente a minha função	88,2%	11,8%	-	94,1%	5,9%	-	94,1%	5,9%	-	94,1%	5,9%	-
	Respeitei as regras de utilização da mesa	94,1%	5,9%	-	94,1%	5,9%	-	94,1%	5,9%	-	94,1%	5,9%	-
	Participei na atividade com entusiasmo	94,1%	5,9%	-	88,2%	5,9%	5,9%	94,1%	5,9%	-	88,2%	11,8%	-
	Respeitei e ouvi as ideias dos outros	82,4%	17,6%	-	94,1%	5,9%	-	94,1%	5,9%	-	94,1%	5,9%	-
	Esperei pela minha vez para participar	58,8%	35,3%	5,9%	94,1%	5,9%	-	94,1%	5,9%	-	94,1%	5,9%	-

Durante as quatro experiências de ensino-aprendizagem, enquanto os alunos iam realizando as tarefas propostas, procedemos ao apoio dos estudantes, sempre que fomos solicitados e observámos o seu desempenho. De acordo com as nossas notas, relativamente à atividade 1, da análise das respostas ilustradas no Quadro 12, verificámos algumas discrepâncias quando em comparação com os resultados do nosso instrumento de observação de alunos, uma vez que registámos que 38,9% não respeitaram e nem sempre respeitaram as regras de utilização da mesa, invadindo o espaço pessoal do ecrã dos outros elementos, o que contrasta com a percentagem de 5,6%, ou seja, alguns alunos não tiveram consciência de que não cumpriram esta regra, pelo que foi necessário sensibilizá-los para o cumprimento da mesma na aula seguinte.

Em relação à atividade 2, observámos que apenas 58,8% desempenharam devidamente a sua função, sendo muito dispare relativamente aos 94,1% das respostas positivas dos alunos. Durante a nossa observação verificámos nem todos os alunos discutiam entre si as respostas aos problemas, o que espelhou alguma passividade e diminuição da interação no interior dos grupos. Como já referimos atrás, nesta atividade os alunos arrastaram objetos no ecrã para uma área de resposta e, no caso da mesma estar errada, os objetos voltavam à posição inicial. Pareceu-nos que, algumas vezes, os alunos preferiram experimentar arrastar os objetos, até encontrarem a resposta por tentativa e erro, do que discutir entre si.

Nas restantes respostas às questões de escolha múltipla, ao longo das quatro atividades, as diferenças das respostas dos alunos comparativamente com as nossas observações, são, no geral, pouco significativas.

11.4.3- Resultados dos alunos nas mini fichas de avaliação formativa

Numa das aulas seguintes após as experiências de ensino-aprendizagem aplicámos aos alunos da turma experimental uma mini ficha formativa sobre os conteúdos abordados com as mesas. No mesmo dia, a turma de controlo realizou também a mesma mini ficha de avaliação, embora os mesmos conteúdos tenham sido alvo de revisão com outra metodologia, como já referimos anteriormente.

Na 1.^a mini ficha (Anexo E) sobre a atividade 1 - Código Galáctico apresentaram-se nove imagens de galáxias, tendo-se pedido aos alunos para as classificar, quanto à forma, em *espirais, irregulares e elípticas*.

A 2.^a mini ficha (Anexo F) sobre a atividade 2 - As Medidas do Universo consistiu em nove questões de escolha múltipla. Nas cinco primeiras os alunos deveriam escolher, a partir do conjunto m, km, ua e a.l., a unidade de distância mais adequada para medir distâncias

indicadas. Nas restantes, os alunos deveriam realizar cálculos mentais simples de proporcionalidade direta, tendo em conta os dados do valor da velocidade da luz no vácuo e dos valores da unidade astronómica e do ano-luz em quilómetros e escolher a resposta correta entre três alternativas.

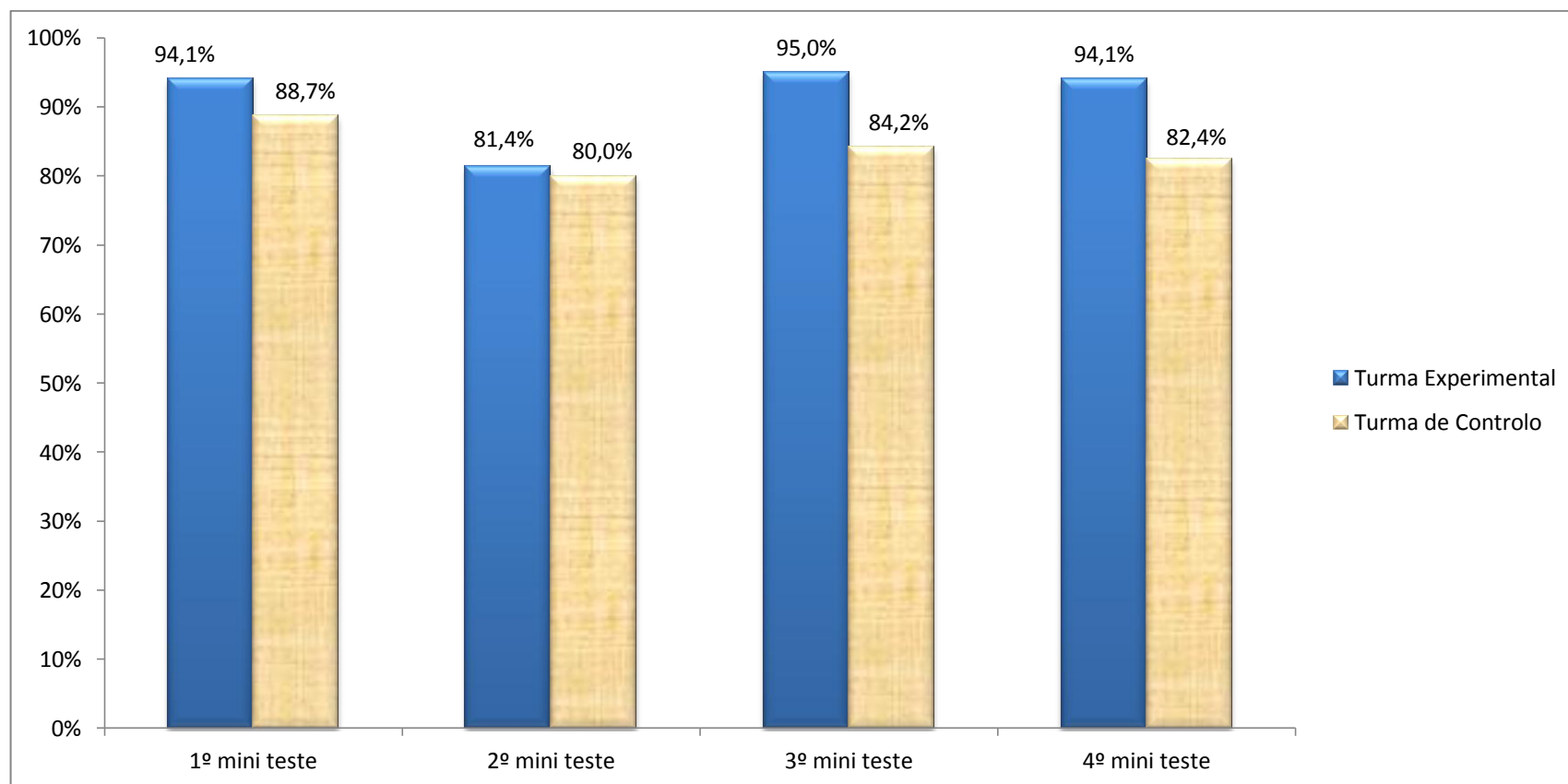
Na 3.^a mini ficha (Anexo G) sobre a atividade 3- Vizinhos do Sol, apresentaram-se, na primeira questão, oito imagens dos planetas principais, tendo-se pedido aos alunos para os identificar. Algumas imagens eram iguais às anteriormente trabalhadas com o respetivo REDM. Na segunda questão pretendia-se que os alunos associassem os planetas a quatro características indicadas.

A 4.^a mini ficha (Anexo H) sobre a atividade 4- As Fases da Lua - consistiu em três questões em que na primeira e na segunda se pretendia que os alunos escrevessem o nome das fases principais da Lua, na perspetiva de um observador do hemisfério norte, tendo em conta as imagens dadas do sistema Terra-Lua ou do Sistema Sol-Terra-Lua. Na terceira questão os alunos deveriam escolher a imagem, de um conjunto de duas, que ilustrava corretamente a sequência de fases.

No Gráfico 9, a seguir, apresentam-se as médias dos resultados dos alunos das turmas experimental e de controlo participantes nestas duas avaliações.

Verificamos assim que em todas as avaliações os resultados apresentados pelas duas turmas são sempre bons ou muito bons. Os melhores resultados da turma experimental aconteceram na terceira mini ficha sobre os Vizinhos do Sol em que os alunos atingiram uma média de 95% e o resultado mais baixo ocorreu na segunda mini ficha sobre As Medidas do Universo com um resultado de 81,4%. Já a turma de controlo obteve o melhor resultado (88,7%) da avaliação na primeira atividade sobre o Código Galáctico e o pior na segunda mini ficha, neste caso, em concordância com a turma dos alunos em observação. A média dos mini fichas dos alunos da turma experimental foi sempre de Muito Bom, acima dos 90%, com exceção da avaliação relativa à segunda atividade em que foi de 81,4%. No entanto, em nenhuma das avaliações a turma de controlo atingiu os 90%.

Gráfico 9. Percentagens médias dos resultados nas quatro mini fichas (mini testes) dos alunos da turma experimental e de controlo, avaliados nos mesmos conteúdos de revisão, sendo que a cada mini ficha corresponde a respetiva atividade.



Os resultados da turma experimental diminuíram de 94,1% na primeira mini ficha para 81,4% na segunda mini ficha, o que corresponde a uma descida de 12,7%, aumentando de seguida na terceira avaliação para 95%, ou seja, uma subida de 13,6%. A subida na 4.^a mini ficha foi residual, de apenas 0,9%. A oscilação dos resultados da turma de controlo, ao longo das quatro avaliações, foi idêntica à da turma experimental, mas não tão acentuada. Da primeira mini ficha para a segunda, a turma desceu de 88,7% para 80,0%, aumentando para os 84,2% na terceira mini ficha e descendo de seguida um pouco para 82,4% na última avaliação. Do gráfico 9 retiramos também uma informação muito importante: a percentagem média dos resultados dos alunos da turma experimental é sempre superior à dos da turma de controlo nas quatro avaliações.

Embora a média do sucesso dos alunos da turma experimental que utilizaram as mesas interativas tenha sido sempre superior à dos da turma de controlo e das restantes turmas em todas as avaliações realizadas, com variações de sucesso (Δ sucesso) entre +1,4% e +20,5% (Quadros 13 e 14 seguintes), convém inspecionar os resultados comparativos do sucesso apresentados nos gráficos 9 e 10 no sentido de averiguar em que atividades é que essas diferenças foram efetivamente significativas. No fundo, pretendemos saber se, estatisticamente, há associação possível entre as variáveis “utilização das mesas interativas” e “resultados de aprendizagem” ou se as mesmas são independentes.

Para testar a relação entre estas duas variáveis qualitativas usamos o teste estatístico do chi-quadrado, χ^2 , proposto por Karl Pearson em 1900. O teste de χ^2 requer que a amostra e a experiência sejam aleatórias e compara frequências observadas com valores que satisfaçam uma hipótese nula de independência (Agresti e Finlay, 2012). Este teste não paramétrico é apropriado ao nosso estudo, pois o nível de numeração é nominal e trata-se de grupos de sujeitos não relacionados com amostras de cerca de 20 ou superiores.

Assim, pretendemos testar as seguintes hipóteses:

- (1) Hipótese nula (H_0): Não há relação entre a utilização das mesas interativas e os resultados das aprendizagens dos alunos.
- (2) Hipótese alternativa (H_1): Há relação entre a utilização das mesas interativas e os resultados das aprendizagens dos alunos.

Para testar a relação entre as variáveis, é costume fixar-se um valor α para a máxima probabilidade de erro ao rejeitar uma hipótese. Neste tipo de estudos, o valor padrão mais utilizado para α , também chamado nível de significância, é de $\alpha = 5,0\%$ (Agresti e Finlay, 2012). Denominando p a probabilidade da diferença dos dados comparativos das duas turmas ocorrer devido ao acaso, então para o nosso estudo:

- (1) A hipótese H_0 será verdadeira se $p > 0,050$, e neste caso as duas variáveis “utilização das mesas interativas” e “resultados de aprendizagem” são independentes.
- (2) A hipótese H_1 será verdadeira se $p \leq 0,050$, rejeitando-se a hipótese nula H_0 . Neste caso, há tendência para uma associação entre as duas variáveis.

Optámos pelo uso da aplicação MS Excel para fazer o teste do χ^2 , pois o programa compara automaticamente os graus de liberdade dos nossos dados com uma tabela de distribuição do χ^2 , evitando-se a consulta da mesma, e apresenta o valor daquela probabilidade. Assim, tendo em conta os intervalos reais e esperados das percentagens de sucesso (ilustradas no Gráfico 9) e insucesso, apresentamos no Quadro 13 os valores probabilísticos obtidos para p:

Quadro 13. Valores da probabilidade da diferença dos dados comparativos das duas turmas em estudo relativos à avaliação das mini fichas 1, 2, 3 e 4 realizados após a utilização dos dispositivos (pós testes).

Mini ficha	Turmas	Sucesso (%)	Insucesso (%)	Δ sucesso (%)	p
1- Questões sobre o código galáctico	Experimental	94,1	5,9	+5,4	0,173
	De controlo	88,7	11,3		
2- Questões sobre as medidas do Universo	Experimental	81,4	18,6	+1,4	0,802
	De controlo	80,0	20,0		
3- Questões sobre os vizinhos do Sol	Experimental	95,0	5,0	+10,8	0,012
	De controlo	84,2	15,8		
4- Questões sobre as fases da Lua	Experimental	94,1	5,9	+11,7	0,010
	De controlo	82,4	17,6		

Da análise dos dados deste quadro, verificamos que nos resultados das mini fichas 1 e 2 obtivemos valores de probabilidade de 0,173 e 0,802, respetivamente, ou seja, valores superiores a 0,050. Já nas mini fichas 3 e 4 os valores de probabilidade (0,012 e 0,010, respetivamente), são inferiores a 0,050. A ocorrência destes resultados era previsível, pois é nos dois primeiros testes que as variações do sucesso dos alunos da turma experimental para a turma de controlo são menos significativas (+5,4% e +1,4%, respetivamente), o que não ocorre nos testes 3 e 4 onde as diferenças são muito superiores (+10,8% e +11,7%). A interpretação dos valores de p sugere então a aceitação da hipótese H_0 para duas primeiras atividades com as mesas interativas e, contrariamente, a aceitação da hipótese alternativa H_1 para as duas últimas. Apesar do sucesso do grupo experimental ser sempre superior nas quatro atividades, os resultados do tratamento estatístico das atividades 1 e 2 não estabelecem uma relação de

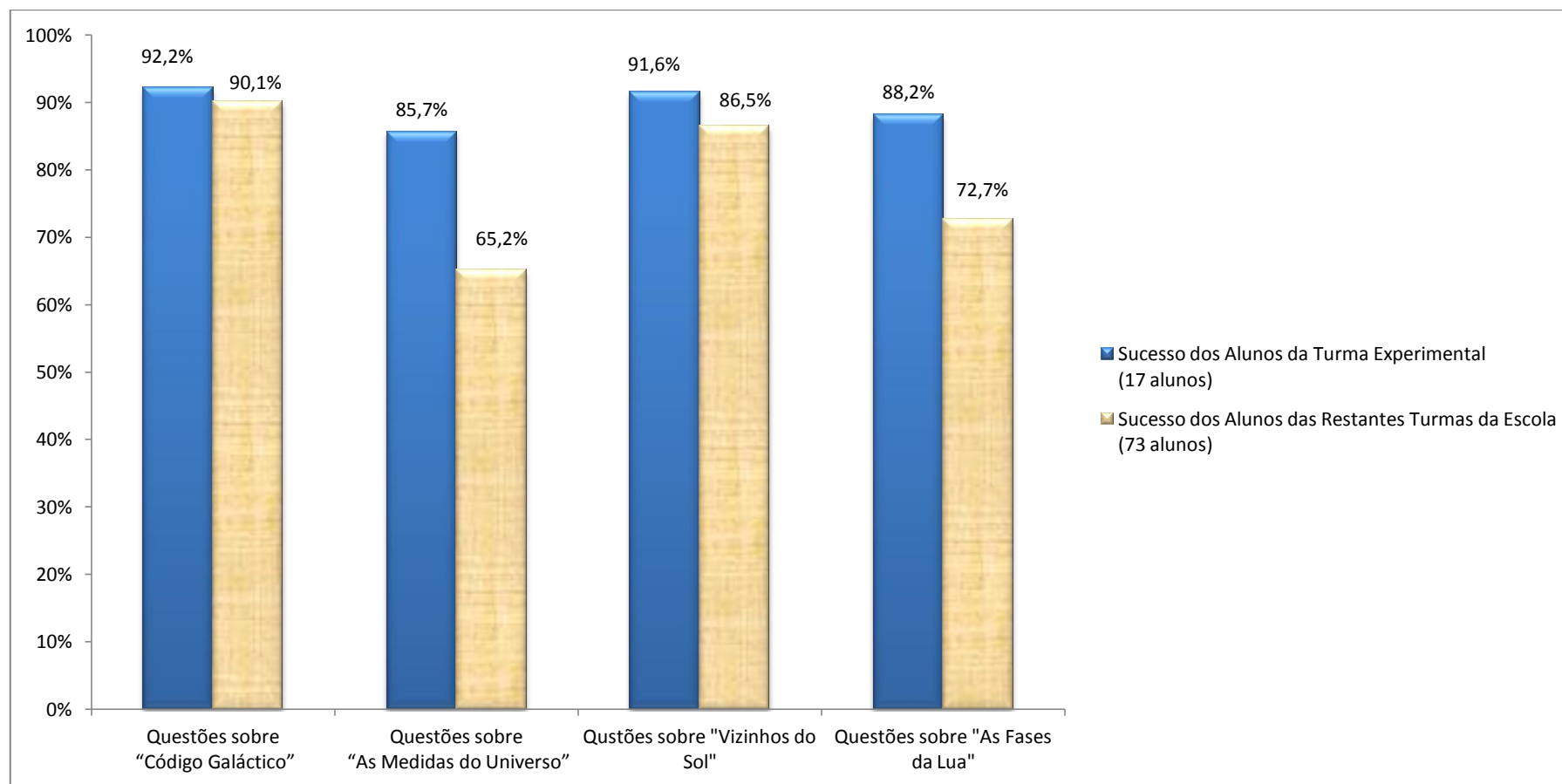
dependência entre o sucesso dos alunos e a utilização das mesas interativas, enquanto os resultados de p das atividades 3 e 4 evidenciam uma associação direta entre os resultados de aprendizagem e a utilização desses mesmos dispositivos, ou seja, nestes casos, as aprendizagens da Astronomia podem ser melhoradas fazendo uso das MIM, pelo menos a médio prazo.

11.4.4- Resultados dos alunos nas fichas de avaliação formativa

Mais tarde, algumas aulas depois da realização dos mini fichas de avaliação, foram aplicadas duas novas fichas de avaliação formativa (Anexo I e Anexo J) a todas as 5 turmas do 7.º ano de escolaridade da escola onde se realizou a investigação, que incluíram questões no âmbito das quatro experiências de ensino-aprendizagem e ainda de outras matérias entretanto lecionadas. As questões sobre a forma das galáxias, sobre as distâncias no Universo, sobre os planetas e as suas características e sobre as fases da Lua foram iguais em todas as turmas, sendo a sua tipologia idêntica às dos mini fichas. Os conteúdos sobre o Código Galáctico e As Medidas do Universo foram avaliados na primeira ficha de avaliação e as respostas às questões sobre os Vizinhos do Sol e As Fases da Lua foram avaliadas na segunda ficha.

No Gráfico 10 apresentam-se as médias dos resultados de todos alunos nessas questões. Da análise deste gráfico, concluímos que a média dos resultados dos alunos da turma experimental nas questões das quatro experiências de ensino-aprendizagem, que antes usaram as mesas interativas na abordagem dos respetivos conteúdos, foi sempre superior à dos restantes alunos da escola. Os resultados dos dois grupos de alunos foram bons ou muito bons, com exceção dos das restantes turmas nas questões sobre As Medidas do Universo, pois apenas obtiveram 65,2%. Relativamente à diferença dos resultados entre os dois grupos, nas questões sobre os conteúdos programáticos abordados nas primeira e terceira experiências, a mesma foi de 2,1% e 5,1%, respetivamente, mas nas segunda e quarta experiências essa discrepância foi bem mais significativa, atingindo 20,5% e 15,6%, respetivamente.

Gráfico 10. Comparação do sucesso dos alunos da turma experimental com os restantes alunos da escola em termos da percentagem média dos resultados obtidos nas questões das fichas de avaliação sobre os conteúdos programáticos abordados nas quatro experiências de ensino-aprendizagem.



Tanto a turma experimental como os restantes alunos obtiveram melhores resultados nas questões da primeira experiência sobre o Código Galáctico com médias acima dos 90%. Os resultados mais baixos foram obtidos pelos dois grupos de alunos também nas mesmas questões, ou seja, nas relativas aos Vizinhos do Sol. Analisando a evolução dos resultados ao longo das experiências, a turma experimental desceu a sua média de 92,2% para 85,7% da primeira para a segunda experiência, aumentando para 91,6% na terceira e descendo novamente um pouco na quarta experiência para 88,2%. Uma evolução idêntica se verificou na média dos resultados das restantes turmas, embora as descidas e as subidas sejam mais acentuadas, pois do primeiro grupo de questões para o segundo a sua média diminuiu de 90,1% para 65,2%, aumentando de seguida no terceiro grupo para 86,5% e diminuindo novamente para 72,7% nas questões sobre As Fases da Lua.

As taxas de sucesso comparativas ilustradas no Gráfico 10, relativas aos resultados dos alunos nas fichas de avaliação formativas (retestes) foram também alvo do mesmo tratamento estatístico com o programa MS Excel (teste χ^2). Os resultados probabilísticos obtidos encontram-se ilustrados no Quadro 14 seguinte:

Quadro 14. Valores da probabilidade da diferença dos dados comparativos dos grupos “turma experimental” e “restantes turmas” relativos à avaliação das fichas formativas, realizadas mais tarde, que também abordaram conteúdos das atividades 1, 2, 3 e 4 (retestes).

Fichas de avaliação com...	Turmas	Sucesso (%)	Insucesso (%)	Δ sucesso (%)	p
Questões sobre o código galáctico da Atividade 1	Experimental	92,2	5,9	+2,1	0,190
	Restantes	90,1	11,3		
Questões sobre as medidas do Universo da Atividade 2	Experimental	85,7	14,3	+20,5	0,001
	Restantes	65,2	34,8		
Questões sobre os vizinhos do Sol da Atividade 3	Experimental	91,6	8,4	+5,1	0,248
	Restantes	86,5	13,5		
Questões sobre as fases da Lua da Atividade 4	Experimental	88,2	11,8	+15,5	0,006
	Restantes	72,7	27,3		

Analisando esses valores, verificamos que nos resultados das questões sobre as atividades 1 e 3 obtivemos valores de probabilidade de 0,190 e 0,248, respetivamente, ou seja, valores superiores a 0,050. Já nos resultados das questões sobre as atividades 2 e 4 os valores da probabilidade da diferença (0,001 e 0,006, respetivamente), são consideravelmente inferiores

a 0,050. De acordo com a análise efetuada anteriormente, também nesta situação, a ocorrência destes valores era previsível, pois é questões das atividades 1 e 3 que as variações do sucesso dos alunos dos dois grupos em estudo são menos significativas (+2,1 % e +5,1%, respetivamente), o que não ocorre nos resultados das questões 2 e 4 onde as diferenças de sucesso são muito superiores (+20,5% e +15,5%). A interpretação dos valores de p sugere a aceitação da hipótese H_0 para as atividades com as mesas interativas 1 e 3 e, contrariamente, a aceitação da hipótese alternativa H_1 para as atividades 2 e 4. Mais uma vez, apesar do sucesso do grupo experimental ser sempre superior ao dos restantes alunos da escola nas questões sobre as quatro atividades, os resultados do tratamento estatístico das questões sobre as atividades 1 e 3 não estabelecem uma relação de dependência entre o sucesso dos alunos e a utilização das mesas interativas, enquanto os resultados das atividades 2 e 4 evidenciam uma associação direta entre os resultados de aprendizagem e a utilização das mesas, ou seja, nestes casos, as aprendizagens da Astronomia a longo prazo podem ser melhoradas fazendo uso das MIM.

No âmbito dos resultados obtidos neste estudo, é importante relacionarmos o desempenho dos alunos com os diferentes programas que usámos para construir os recursos educativos, pois nas atividades das quatro experiências de ensino-aprendizagem descritas foram utilizadas três aplicações diferentes para desenhar os REDM. Nas duas primeiras sobre o Código Galáctico e as Medidas do Universo utilizámos a *Adobe Flash CS6*, na terceira, relativa aos Vizinhos do Sol, o *software* dos quadros interativos SMART e na quarta e última, a ferramenta multitoque *MS Surface Collage* - Quadro 15.

Como referimos atrás, a utilização da aplicação *Adobe* para criar os recursos educativos obriga à escrita e atribuição de código de programação para os gestos de toque, arrasto, *zoom* e rotação dos objetos digitais que se pretendem manipular no ecrã (Quadros 8 e 9), embora os dois primeiros recursos tenham permitido apenas o toque e o deslizamento das imagens dos astros. Já o programa SMART Notebook 16.1, utilizado para construir o terceiro recurso relativo aos planetas, atribuí automaticamente a todos os itens colocados no seu ambiente de trabalho (fundo, desenhos, caixas de texto, imagens) a programação que é necessária para o funcionamento desses quatro gestos básicos do multitoque. O programa da *Surface Collage* permite apenas introduzir itens de imagens ou vídeos no seu menu, mas a manipulação das mesmas é também realizada com os quatro gestos multitoque.

Na perspetiva dos 17 alunos da turma experimental do estudo 2, e como ilustrado no Quadro 15, 16 deles (94,1%) referiram que o sistema funcionou devidamente quando foi utilizado o programa *Adobe Flash*, 2 (11,8%) referiram que a mesa "travou" com a *MS Surface Collage* e todos afirmaram no questionário que a aplicação SMART funcionou bem.

Quadro 15. Percentagem média do sucesso dos alunos versus aplicação utilizada em cada experiência de ensino-aprendizagem com as mesas interativas.

Experiência de ensino-aprendizagem	Nome da aplicação utilizada	Tipos de itens manipuláveis	Gestos permitidos no ecrã	Bom funcionamento das mesas (alunos)	Média do sucesso dos alunos
1- Código Galáctico	<i>Adobe Flash CS6</i>	Imagens	Toque e arrasto	94,1%	93,2%
2- As Medidas do Universo	<i>Adobe Flash CS6</i>	Imagens	Toque e arrasto	94,1%	83,6%
3- Os Vizinhos do Sol	<i>SMART Notebook 16.1</i>	Letras, frases e imagens	Toque, arrasto, zoom e rotação	100%	93,3%
4- Fases da Lua	<i>MS Surface Collage</i>	Imagens	Toque, arrasto, zoom e rotação	88,2%	91,2%

Estes três programas tiveram influência no modo de interação dos alunos com as mesas e, de algum modo, talvez tenham condicionado o desempenho dos participantes uma vez que as taxas de sucesso, embora muito positivas, oscilaram entre 81,4% e 94,1%. Comparando a média do sucesso dos alunos em observação (calculada através da média aritmética entre os resultados do mini ficha e da ficha de avaliação) com o tipo de aplicação com que se realizaram os REDM, verificamos que o valor mais baixo, 83,6%, ocorre na atividade sobre As Medidas do Universo, o que implicou da nossa parte uma reflexão sobre o desenho dos recursos educativos e a escolha de outras aplicações para serem utilizadas nas experiências seguintes, como já anteriormente referimos. O melhor resultado aconteceu na terceira atividade sobre os planetas (93,3%), embora as diferenças em relação à primeira e à quarta sejam muito pouco significativas. As atividades 1 e 2, ambas realizadas com a *Adobe*, apresentam uma diferença de cerca de 10% na média do sucesso dos alunos, o que pode tornar inconclusiva a vantagem de tal aplicação.

No conjunto das quatro experiências, a análise dos resultados do Quadro 15 sugere que a aplicação *SMART Notebook 16.1* é a que mais potencia o sucesso dos alunos, pois foi o caso

onde o sistema funcionou sempre devidamente e o sucesso foi elevado. Sendo assim, os dados apontam no sentido de que é muito importante que as atividades com as mesas interativas permitam gestos sobre o ecrã de toque, arrasto, *zoom* e rotação, não só em imagens, mas também em itens de texto. No entanto, tendo em conta os valores elevados de todas as percentagens ilustradas no Quadro 15 sobre o funcionamento das mesas, bem como as do sucesso dos alunos, podemos dizer afirmar que todas as aplicações utilizadas são adequadas ao desenvolvimento das atividades escolares com as mesas.

11.5- Discussão dos resultados do estudo 2

Cumpramos agora avaliar o objetivo específico deste estudo, ou seja, o impacto direto que a utilização da mesa interativa por multitoque, por alunos, em grupo e na sala de aula, tem na aprendizagem de conteúdos de Física. Analisando os vários resultados de avaliação dos alunos em observação, concluímos que os mesmos são sempre muito positivos e acima dos restantes alunos que também participaram no estudo. Salientamos que o perfil geral dos alunos da turma experimental apontava no sentido de um rendimento escolar baixo à disciplina de FQ e daí a necessidade de intervir junto destes alunos, com metodologias de ensino-aprendizagem inovadoras, que foram conseguidas através da introdução das mesas interativas, visando a aprendizagem ativa da Física. Desta forma, estes alunos alcançaram resultados de aprendizagem que foram sempre bons ou muito bons nos conteúdos e noções abordados nas atividades com as mesas e tais resultados apontam para uma evidência do efeito positivo que as mesas interativas têm na aprendizagem em grupo e, conseqüentemente, na aprendizagem individual. Uma conclusão semelhante já tinha sido obtida por Mercier e Higgins (2012) numa experiência com grupos de alunos e também com múltiplas mesas, para resolução de histórias de mistério, por exemplo, embora no nosso estudo o foco tenha sido na aprendizagem de uma disciplina específica e em conteúdos particulares da Física.

Na primeira experiência de ensino-aprendizagem sobre o Código Galáctico, os resultados de avaliação dos alunos em observação, tanto na mini ficha como na ficha de avaliação, foram excelentes (94,1% e 92,2%, respetivamente) e acima dos resultados dos restantes estudantes. Como já referimos, as tarefas dos alunos com as mesas, para além do desempenho dos papéis que lhes foram atribuídos e da execução dos gestos sobre o ecrã, consistiram também na discussão de ideias para obtenção da resposta ao problema que colocámos. Nesse sentido, o REDM foi desenhado aplicando linguagem de programação AS3 para toque e arrasto das imagens dos astros apresentadas, de tal modo que cada item (galáxia), depois de colocado no círculo central da mesa, fosse alvo de discussão ordenada por parte de todos os elementos do grupo.

Durante esta atividade, observámos a partilha e a aceitação de ideias entre pares, embora, devido ao entusiasmo de vários estudantes, tenha sido necessário intervirmos junto de dois grupos para que se ouvissem sem se interromperem. O sucesso elevado dos alunos nesta atividade está em linha com as considerações de Johnson et al. (1999), de que as competências interpessoais são um elemento crucial da aprendizagem em cooperação.

Antes desta investigação, já tínhamos constatado que, muitas vezes, quando questionados sobre a morfologia das galáxias cerca de um mês depois deste conteúdo ter sido lecionado, os alunos apresentavam dificuldade em responder e associar as imagens apresentadas na ficha de avaliação às formas espirais, elípticas e irregulares. Isso significa que os conhecimentos não ficaram devidamente consolidados, pois os alunos não consideraram esses conhecimentos relevantes, talvez, porque a metodologia de ensino não tenha sido a mais favorável à aprendizagem significativa desses conceitos. Após esta experiência com as mesas interativas, tendo em conta que também houve um intervalo de tempo de muitos dias entre o momento de utilização das MIM e realização da ficha de avaliação, os resultados de aprendizagem colhidos sugerem-nos que a atividade com os dispositivos contribuiu para que as noções sobre os tipos de galáxias ficassem ancoradas na estrutura de conhecimentos dos alunos, de acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa.

Na segunda experiência de ensino-aprendizagem sobre As Medidas do Universo, os resultados da avaliação dos alunos na mini ficha e na ficha foram igualmente muito positivos como na primeira, embora um pouco inferiores (81,4% e 85,7%, respetivamente). Tais resultados situam-se também acima dos da turma de controlo e dos restantes estudantes. Na atividade com as mesas pretendia-se que os alunos identificassem as unidades de comprimento adequadas para certas distâncias astronómicas e realizassem algumas “contas de cabeça” pelo método da proporcionalidade direta. A primeira parte do REDM foi concebida de tal modo que os alunos focassem, mais uma vez, a sua atenção no centro do ecrã onde se dispunha uma imagem/ situação que seria necessário identificar e relacionar com a unidade de distância/ comprimento mais adequada. Na segunda parte, o objetivo dos estudantes foi encontrar respostas a questões sobre distâncias entre astros ou distâncias percorridas pela luz, ilustradas por imagens no centro do ecrã, partindo do valor da velocidade da luz e da relação entre ua e km e entre a.l. e km.

Como já referimos anteriormente, o REDM desta atividade também foi realizado aplicando código em linguagem programação AS3 aos itens de resposta colocados na zona das áreas de trabalho individual dos alunos. Tal código permitiu que os participantes utilizassem gestos de toque e arrasto dos itens para uma zona central de resposta. Como ilustrado no Quadro 9, as instruções da linha 10 à linha 17 permitiam que, se um item de resposta errada fosse arrastado até à zona central de resposta/ destino, quando aí depositado voltava à posição inicial da área individual. Assim, os alunos ficariam a saber que a sua resposta ao problema estaria errada e teriam de pensar em outro item (de outro estudante).

Durante esta atividade, observámos que, em quase todos os grupos, os alunos preferiram ir arrastando/ experimentando os itens em detrimento de discutirem a solução dos problemas colocados. Talvez tenha sido este facto que teve por consequência uma diminuição do número de interações entre os alunos e a diminuição da exploração de soluções alternativas, o que pode justificar o abaixamento do sucesso dos estudantes relativamente à primeira atividade (menos 12,7% em relação ao primeiro mini ficha e menos 6,5 % em relação às questões sobre a morfologia das galáxias da primeira ficha de avaliação). Ou talvez alguns alunos tenham realizado as tarefas de aprendizagem por memorização, o que pode ter impedido a aquisição de novos significados.

No entanto, tendo em conta que a realização da atividade implicou algum raciocínio matemático, existe outro fator a ter em conta que também pode ser explicativo destes resultados, que é a dificuldade comprovada que um número significativo de alunos tem na disciplina de Matemática (DGEEC, 2017), embora, mesmo assim, os resultados da turma experimental se situem acima dos 80% nas duas avaliações realizadas sobre estes conteúdos. Esta constatação da diminuição da interação parece contrastar com as conclusões de alguns investigadores (Do-Lenh et al., 2010; Higgins et al., 2012; Piper e Hollan, 2009) quando referem que as atividades com as MIM facilitam a interação conjunta e os estudantes são mais propensos a tentar resolver problemas antes de ver a resposta. Assim, parece que, a interação verbal é facilitada quando o RED é desenhado no sentido de facilitar essa mesma interação.

A diminuição do sucesso dos alunos levou-nos a refletir sobre a arquitetura dos recursos educativos a utilizar com as mesas e pode dizer-se que encerrou o primeiro ciclo de investigação-ação (IA), tendo sido necessário repensar sobre a construção dos REDM e introduzir algumas mudanças, as quais vieram a ter reflexo num novo ciclo da IA.

Esse novo ciclo da investigação-ação iniciou-se com a terceira experiência de ensino-aprendizagem, a qual teve como objetivo a identificação dos planetas principais do sistema solar através de imagens colocadas no centro do ecrã, bem como o reconhecimento de algumas das suas características principais. O desenho do recurso educativo foi baseado no da primeira atividade, o qual granjeou grande sucesso, mas desta vez a aplicação utilizada para construir o recurso educativo foi uma das versões multitoque do *software* dos quadros interativos SMART, como já referimos anteriormente. Deste modo, cada aluno possuía na sua zona individual do ecrã um conjunto de letras ou itens que deveriam ser escolhidos e colocados nas áreas de resposta. No sentido de proporcionar o máximo de interações aluno-aluno e aluno-mesa, o recurso não permitia “resposta automática” como no caso da segunda atividade. Seguindo, mais uma vez, a estrutura da aprendizagem cooperativa CNJ utilizada por Kagan (2001), perguntámos, no final da atividade, a resposta do problema a um aluno de cada grupo, e verificámos 100% de respostas corretas.

Nesta terceira atividade, os resultados da avaliação dos alunos em observação, tanto na mini ficha realizado na aula seguinte à utilização das mesas como na ficha de avaliação realizada mais tarde, foram excelentes (95,0% e 91,6%, respetivamente) e, portanto, similares aos da primeira atividade, sendo que as médias aumentaram 13,6% e 5,9% relativamente ao segundo trabalho dos estudantes. O elevado sucesso dos alunos pode ser explicado pelo elevado interesse e índice de participação que observámos durante a realização da tarefa, ou seja, os estudantes realizaram o trabalho com prazer e satisfação, reconhecendo o mesmo como atraente. No fundo, talvez tenhamos atuado ao nível da motivação intrínseca, de acordo com conclusões idênticas às de Genari (2006), pois promovemos na sala de aula um clima favorável ao desenvolvimento dessa orientação motivacional. Essa estimulação a que os alunos foram sujeitos através do REDM e da mesa pode ter sido a origem dos resultados muito positivos das avaliações, uma vez que verificámos uma maior retenção de conteúdos apreendidos. Tal sugere que os estudantes realizaram conexões entre as novas informações com que se depararam sobre os planetas e os seus conhecimentos prévios sobre esse assunto, tornando essas aprendizagens significativas.

Na quarta experiência de ensino-aprendizagem sobre as Fases da Lua, a média dos resultados dos alunos do grupo experimental na mini ficha e na ficha de avaliação foram 94,1% e 88,2%, respetivamente. Em relação à atividade anteriormente realizada (com ótimos resultados), verificou-se um decréscimo muito pouco significativo no sucesso dos alunos nessas duas avaliações: menos 0,9% e menos 3,4%, respetivamente.

O objetivo desta atividade foi identificar as quatro principais fases da Lua em quatro posições diametralmente opostas da sua órbita, numa imagem que ilustra o sistema Sol-Terra-Lua. A atividade dos alunos teve por base um REDM realizado com a aplicação *MS Surface Collage*. Devido ao modo de apresentação deste *software*, foi necessário atribuir aos estudantes que ocuparam a posição frontal das mesas um papel adicional de “distribuidor de imagens” a partir do menu inferior da aplicação, que foi acumulado com o outro papel anteriormente definido. De acordo com as nossas observações do desempenho dos alunos, na quase totalidade dos grupos o papel preponderante foi o do aluno “facilitador”, considerado por nós o mais capaz, uma vez que os restantes elementos do grupo usufruíram do seu *know how* para compreender o conteúdo. Os bons resultados dos alunos sugerem que, desta forma, desenvolveram a sua ZDP (Vygotsky, 1934), pois através da assistência de um colega mais sabedor, conseguiram realizar mais tarde, nas duas avaliações, as aprendizagens das fases lunares. Deste modo, e concordando com Fontes e Freixo (2004), ao privilegiarmos o trabalho de grupo e assegurando a sua heterogeneidade, potenciámos o desenvolvimento da zona de desenvolvimento proximal dos alunos. Ou seja, a cooperação foi essencial para a aprendizagem.

Já referimos anteriormente que a aplicação *MS Surface Collage* permite a realização de gestos multitoque de arrastamento, *zoom* e rotação aplicados a imagens. De facto, a

atividade foi planejada para que os alunos usufruíssem dessa potencialidade da aplicação e aplicassem o gesto da rotação no sentido de observarem a Lua na perspectiva de um observador terrestre (do hemisfério norte) e, dessa forma, identificassem corretamente a fase. A função de arrastamento foi muito útil para que os estudantes partilhassem entre si as várias imagens disponibilizadas. Mais uma vez, tendo em conta o ótimo sucesso dos alunos na avaliação deste conteúdo, os resultados deste estudo apontam nas mesmas conclusões de Dubé e McEwen (2015), de que os gestos podem influenciar a compreensão do conteúdo aprendido a partir de um ecrã sensível ao toque.

Como se confirmou durante o desenvolvimento das atividades, as três aplicações utilizadas ao nível do *software* permitiram o funcionamento do multitoque, cada uma com as suas vantagens/ desvantagens. Um dos pontos fracos da aplicação Adobe é a obrigação da utilização da linguagem de programação AS3. Comparativamente, o *software* Notebook tem a grande vantagem de não necessitar de qualquer código, pois o seu funcionamento é similar ao de um programa de desenho. Apesar disso, não devemos esquecer que se trata de uma aplicação para quadros interativos, que prevê que os alunos permaneçam na posição vertical em frente ao dispositivo, apresentando um menu de ferramentas nos lados superior e esquerdo do ecrã, não acessível do mesmo modo a todos os utilizadores, que oculta uma parte do ecrã. No entanto, os REDM construídos com o programa Adobe não apresentam menus a não ser que sejam desenhados/ programados pelo professor construtor. Já a aplicação da *Surface* permite simplesmente a interação com imagens/ filmes não consentindo modificar o fundo do ambiente de trabalho, nem programar qualquer interação entre os itens e nem remover o menu de inferior. Por conseguinte, apresenta alguma limitação. Assim, tendo em conta a experiência que granjeámos durante a construção dos recursos, pensamos que a ideal seria uma aplicação que englobasse as virtudes das três utilizadas.

No geral, considerando os bons resultados da avaliação dos alunos no conjunto das quatro experiências de ensino-aprendizagem, estamos convictos de que, para além da planificação cuidada das experiências, os fatores determinantes desse sucesso foram as discussões interativas ocorridas entre eles à volta das MIM, bem como a motivação para a realização das atividades que propusemos. No entanto, a cooperação entre os estudantes conseguida através da metodologia CNJ também pode ter sido essencial. Tal cooperação foi planificada e partiu da recetividade dos alunos para trabalhar em grupo, identificada no respetivo questionário prévio, embora para trabalharem em cooperação tenha sido necessário treinar antecipadamente os alunos, inicialmente, por exemplo, discutindo e atribuindo papéis aos estudantes durante a realização de dois trabalhos experimentais (Medição da altura do Sol no pátio da escola e Exploração de um planetário virtual na sala de Informática) e mais tarde, nos primeiros contactos com as MIM na sala de aula. Observámos também, à medida que as atividades das experiências de ensino-aprendizagem se iam desenrolando, um desenvolvimento da cooperação entre pares e uma evolução ao nível das interações, o que

sugere que os alunos devem aprender a cooperar, pois só assim evoluem também na aprendizagem em grupo.

Salientamos também que o primeiro tratamento estatístico aplicado às taxas de sucesso dos mini fichas (Gráfico 9), aponta para uma associação entre o uso das mesas e o sucesso dos alunos em conteúdos sobre os planetas do sistema solar e as fases da Lua. Já o segundo tratamento estatístico aplicado às taxas de sucesso das fichas de avaliação finais (Gráfico 10) indica uma relação de dependência entre a utilização das mesas interativas e os resultados dos alunos em assuntos sobre as distâncias entre os astros e as fases da Lua. Portanto, a interpretação dos resultados estatísticos referentes aos dados comparativos ilustrados nos gráficos 9 e 10, sugere-nos que a utilização das mesas interativas nas aulas influencia os resultados de aprendizagem dos alunos em 3 dos 4 conteúdos abordados, pelo que, no cômputo dos resultados, concluímos que a utilização das mesas interativas por multitoque traz vantagens no processo de ensino-aprendizagem da Física e pode ser eficiente para melhorar resultados.

11.6- Discussão geral dos resultados

Os problemas principais que levaram à realização deste trabalho prendem-se com a falta de motivação dos alunos para o estudo e as suas dificuldades recorrentes de aprendizagem da Física, concretamente de conteúdos no âmbito da Astronomia, no contexto do 7.º ano da escola onde lecionamos. A existência destes fatores tem resultado, nos últimos anos, em taxas de sucesso na disciplina de Físico-Química que obrigam a que um número significativo de alunos reprove, o que, conseqüentemente, contribui para a taxa de retenção no 7.º ano de escolaridade (InfoEscolas, 2016).

Na literatura refere-se que se o aluno, na aula de Física, por exemplo, tiver a intenção de memorizar os conteúdos apresentados pelo professor, então não ocorrerá a aprendizagem significativa (Ausubel, et al., 1980), porque esses conteúdos não ficam assimilados na estrutura cognitiva, sendo esquecidos num intervalo de tempo relativamente curto, pois as informações não foram compreendidas e o aluno não consegue aplicar os conteúdos a novas situações para resolver outros problemas (Moreira, 2000; Tavares, 2008). Foi no sentido de inverter este comportamento que aplicámos e validámos o instrumento (protótipo) e planificámos as experiências de ensino-aprendizagem, abordando uma nova metodologia que incluiu a exploração dos conteúdos através das mesas interativas por multitoque e cujo objetivo foi o de criar condições de modo a promover a aprendizagem significativa na sala de aula como atividade crítica (Praia, 2000), provocando nos alunos a predisposição para aprender noções astronómicas.

Os resultados dos estudantes em observação que utilizaram as mesas interativas no sentido de melhorarem as suas aprendizagens, tanto no estudo 1 como no estudo 2, foram muito positivos e superiores aos dos restantes, embora esses estudos tenham sido realizados com amostras díspares, em diferentes momentos e distintos espaços educativos. O primeiro estudo foi realizado com 3 alunos no ano letivo de 2015/16 na sala do clube de Astronomia, enquanto no segundo participaram 17, tendo sido realizado na sala de aula de Física no ano seguinte. Nos dois estudos, a única experiência de ensino-aprendizagem comum realizada com as MIM foi a identificação das fases da Lua, sendo que o sucesso dos alunos nas fichas de avaliação subsequentes à utilização das mesas foi de 78,0% (estudo 1) e de 88,2% (estudo 2). Embora os dois grupos participantes sejam diferentes, sugerimos que o aumento do sucesso de um estudo para o outro possa estar relacionado com os ensinamentos que recebemos das conclusões obtidas no primeiro estudo, consideradas muito úteis para a planificação da quarta experiência das fases lunares do estudo 2, especificamente em relação ao controlo das variáveis. Assim, embora os resultados da avaliação dos alunos participantes com o protótipo tenham sido muito positivos, pensamos que ainda o poderiam ser mais se a imagem para avaliação das fases da Lua na ficha de avaliação fosse idêntica à trabalhada com a mesa durante o seu teste.

Todos os resultados obtidos com os dois estudos sugerem que foi possível atuar positivamente no desempenho académico dos alunos, influenciando-os a realizar as atividades de aprendizagem com prazer e potenciando a sua motivação intrínseca (Genari, 2006), de modo a aumentar o seu grau de satisfação pela realização das atividades em si, sendo que a utilização das mesas, como recurso atrativo, tem um papel preponderante na geração dessa motivação.

Conclusões

A investigação em educação com mesas interativas é um assunto ainda muito recente que carece de desenvolvimento, mas os estudos já realizados no âmbito educativo com estes dispositivos indicam que os mesmos podem influenciar positivamente a aprendizagem em grupo através do aumento das interações entre os estudantes. Parece, assim, que a MIM facilita a atenção conjunta dos alunos, traduzindo-se em níveis mais elevados de envolvimento nas tarefas e de colaboração, no entanto, ainda se sabe muito pouco sobre as implicações pedagógicas desta tecnologia.

As mesas interativas por multitoque ainda são uma novidade nacional, tratando-se de mais um paradigma educativo. São equipamentos caros e por isso poucas são as escolas que as introduziram em ambientes de sala de aula como uma prática educativa, embora existam soluções funcionais de baixo custo como a que é apresentada neste estudo. Desconhecem-se, no âmbito nacional, as metodologias utilizadas pelos professores quando dirigem uma aula com alunos em grupo a utilizar a mesa interativa, bem como o impacto direto nos resultados da aprendizagem, pois o dispositivo encontra-se em salas repletas de tecnologia, como é o caso das Salas de Aula do Futuro, com *tablets*, computadores e quadros interativos, pelo que não se sabe qual é o impacto individual da mesa em si.

Concluída agora esta investigação, apraz-nos referir que conseguimos alcançar a meta de construção de mesas interativas por multitoque para a educação formal. Muito importante ainda, foi termos alcançado o nosso objetivo de validação de um protótipo funcional, de baixo custo e satisfatoriamente estável, na utilização direta com um grupo de alunos num contexto educativo real. Neste teste inicial do primeiro dispositivo construído, foi possível por em prática a primeira experiência de ensino-aprendizagem das fases da Lua. Desta forma, os alunos sujeitos a uma metodologia cooperativa, utilizando a MIM como recurso educativo, obtiveram melhores resultados que os restantes da sua turma não sujeitos ao mesmo método, quando da aplicação de uma ficha de avaliação formativa. A validade destes resultados é questionável, uma vez que o pequeno grupo experimental realizou a tarefa num ambiente de aprendizagem menos formal, no Clube de astronomia, e a avaliação da mesma foi realizada em sala de aula, no entanto, foi o primeiro indicador positivo para a implementação de várias mesas interativas na educação formal com potencial para influenciar os resultados de aprendizagem.

Assim, neste estudo preliminar sobre os efeitos educativos de múltiplas mesas interativas na aprendizagem de conteúdos de Física, aplicámos com sucesso três destes dispositivos na sala de aula a uma turma do 7.º ano de escolaridade durante a revisão de assuntos da área da

Astronomia.

Os recursos educativos multitoque que desenhamos para serem trabalhados pelos alunos, em grupo cooperativo, baseados na manipulação de imagens de astros e outras, foram propositadamente simples, tendo em conta que pretendíamos que os alunos compreendessem os objetivos das atividades, traduzindo-se essa simplicidade na clareza das tarefas propostas, o que nos apraz dizer que foi conseguido. Durante o desenvolvimento das várias atividades, observámos alunos entusiasmados, transformando a aprendizagem numa atividade lúdica e aprendendo por prazer. Ou seja, as mesas potenciam também uma aprendizagem ativa.

Deste modo, os excelentes resultados colhidos com as quatro experiências de ensino-aprendizagem que planificámos e colocámos em prática, sugerem um aumento da motivação para a aprendizagem e um aumento da qualidade da participação dos alunos, o que nos leva a concluir que a colocação das mesas interativas na sala de aula, com uma metodologia de aprendizagem cooperativa adequada, é útil. Os resultados da avaliação dos alunos que utilizaram as mesas interativas na revisão dos conteúdos, sendo sempre superiores aos dos restantes da escola, revelam que a utilização sistemática desta tecnologia tem um efeito positivo na motivação intrínseca dos estudantes, potenciando de facto a aprendizagem e o sucesso académico em Física. Em resumo, alunos com mesas interativas em atividades de revisão ficam melhor preparados, pois tais dispositivos contribuem para que os conhecimentos abordados adquiram novos significados, tornando a aprendizagem significativa, embora sejam necessários mais estudos para compreender esta relação.

De acordo com as nossas conclusões, apresentamos algumas propostas relativas à introdução de mesas interativas por multitoque na sala de aula. Recomendamos que os recursos educativos desenhados para as mesas interativas sejam simples, de modo a focar a atenção no objetivo da atividade; permitam múltiplos pontos de controlo, consentindo a interação simultânea de todos os alunos no ecrã e evitando a passividade de alguns elementos; facilitem a leitura dos textos (informações ou instruções) por todos os alunos à volta da mesa; permitam que a interação com os objetos do ecrã seja realizada por gestos *touch*, *drag and drop*, *zoom* e rotação.

Propomos ainda que as atividades a desenvolver com os dispositivos devam ser escolhidas no sentido de permitirem a discussão no seio do grupo, de modo que esta possa contribuir para a aprendizagem individual, pois consideramos que a interação com o ecrã e a interação no grupo, simultâneas, fomentam uma aprendizagem mais ativa.

Aconselhamos também que o número de alunos à volta da mesa seja reduzido, preferencialmente de três ou quatro elementos, e que o professor ponha em prática as metodologias da aprendizagem cooperativa, atribuindo papéis aos alunos e, assim, aumentando o seu nível de responsabilidade durante a execução das tarefas. Recomendamos

que seja imposta uma regra fundamental de utilização da mesa: cada aluno só pode interagir na área do ecrã que lhe está destinada ou na área central comum. O professor deverá também intervir nos grupos, sempre que necessário, no sentido de melhorar o seu desempenho.

Finalmente, podemos afirmar que este estudo inicial comprovou que é possível introduzir múltiplas mesas interativas na sala de aula das escolas sem custos elevados. No caso particular da nossa investigação, a introdução dos dispositivos na sala de Física junto dos equipamentos experimentais gerou uma mudança no ambiente de aprendizagem e um novo paradigma educativo. No entanto, embora os resultados aqui apresentados sejam promissores, devemos prosseguir com cautela a investigação do potencial das mesas interativas no processo de ensino-aprendizagem, pois nem sempre a tecnologia é sinónimo de educação.

Assim, é urgente e pertinente que se realizem no nosso país mais estudos objetivos e sistemáticos com mesas interativas por multitoque introduzidas na sala de aula, que determinem o verdadeiro potencial educativo destes dispositivos.

Considerações finais e limitações

Consideramos que a principal contribuição desta tese é mostrar que é possível implementar com sucesso nas salas de aula, concretamente nas salas de Física, múltiplas mesas interativas por multitoque destinadas à realização de atividades complementares de ensino e aprendizagem. Acresce que esta implementação foi conseguida a custos muito reduzidos, pois utilizaram-se alguns equipamentos da escola, nomeadamente os três projetores de vídeo, que encareceriam o projeto.

A utilização das mesas e dos recursos educativos multitoque, aliados à metodologia de aprendizagem cooperativa, proporcionam um bom ambiente para a aprendizagem e motivação para as tarefas escolares, o que é determinante para a obtenção de bons resultados de sucesso académico dos alunos. São, por isso, o que podemos chamar de conjunto de boas práticas.

Consideramos também que a investigação, pioneira no nosso país, contribuiu para determinar o potencial das mesas interativas no contexto educativo, uma vez que os resultados das avaliações dos alunos participantes que as utilizaram foram muito positivos. No seguimento desta contribuição e tendo em atenção tais resultados, no que diz respeito aos objetivos definidos no início deste trabalho, podemos afirmar que foram atingidos, sendo que metodologia de investigação-ação foi adequada para a resolução do problema inicialmente identificado.

Apesar do sucesso alcançado, foram identificadas algumas limitações. A primeira diz respeito ao *design* das mesas, uma vez que, com o tipo de dispositivos que construímos, é sempre necessário um computador exterior para controlo dos diversos programas responsáveis pelo funcionamento do sistema multitoque e dos recursos educativos a utilizar. Idealmente, seriam as mesas a possuírem um computador interno e rápido com um sistema operativo multitoque, tal como as que se comercializam atualmente, pois os computadores portáteis que utilizámos, já com quase dez anos, manifestaram algumas vezes fraco desempenho, bloqueando em presença dos *drivers* multitoque, uma vez que o sistema de processamento de imagem obriga à utilização um computador mais poderoso. A utilização de um computador exterior à mesa limita também o movimento da mesma. Emoras as nossas mesas tivessem rodinhas, para as deslocarmos para a sala de Física foi sempre necessário desligar cuidadosamente os vários cabos de comunicação como computador, transformadores da corrente, etc., revelando-se uma tarefa morosa, tendo em conta o intervalo de tempo limitado entre as aulas.

Outro fator que limita a utilização das nossas mesas é o próprio sistema multitoque ótico cujo funcionamento depende da *Web cam*. Esta técnica é sensível à luz exterior e à luz ambiente

intensa, pois pode originar sombras parasitas no ecrã que o computador identifica como toques/ *blobs*, resultando num mau funcionamento da aplicação. Por essa razão, a utilização das mesas foi sempre realizada com as persianas da sala de Física fechadas, tendo nós constatado que a iluminação da sala com lâmpadas fluorescentes não afeta as mesas.

Uma limitação também identificada é a necessidade de uma aplicação com a qual os professores possam realizar gratuitamente e com rapidez os seus REDM, sem necessitarem de utilizar qualquer linguagem de programação. Já referimos que a aplicação *Notebook 16.1* para os quadros interativos é funcional para as MIM e tem grandes vantagens, pois apresenta numerosas ferramentas, no entanto, tal aplicação só pode ser legalmente usada se ligada a um quadro SMART, exceto no curto período de experiência.

Em termos de trabalho futuro, é nosso objetivo continuar com a investigação do potencial educativo das mesas interativas por multitoque, avançando para a construção de uma nova versão de dispositivos compostos por ecrãs LCD com películas autocolantes multitoque e computadores internos, no sentido de eliminar algumas das limitações atrás referidas e tornar possível a sua disseminação noutras salas de aula no contexto de outras disciplinas. A identificação de vantagens da utilização das MIM no âmbito do trabalho experimental será um dos próximos estudos.

Referências

- Agresti, A., Finlay, B. (2012) *Métodos estatísticos para as ciências sociais*, 4.ª edição. Porto Alegre: Penso. ISBN: 9788563899651. Disponível em <https://books.google.pt/books?id=DhQwDwAAQBAJeprintsec=frontcoverehl=pt-PT#v=onepageeqef=false>. Consultado a 24 de março de 2018
- Alcará, A., Guimarães, S. (2007). A instrumentalidade como uma estratégia motivacional. *Psicologia Escolar e Educacional*, 11 (1), enero-junio, 2007, 177-178, ISSN: 1413-8557
- Ausubel, P. (2003). *Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Editora Plátano, 2003
- Ausubel, P., Novak, D., e Hanesian, H. (1980). *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 2ª edição
- Barbosa, R., Jófili, Z. (2004). *Ciência e Educação*, 10 (1), 55-61. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v10n1/04.pdf> Consultado em 12 de novembro de 2015
- Barrera, S. (2010). Teorias cognitivas da motivação e sua relação com o desempenho escolar. *Poiesis Pedagógica*, 8 (2) agosto/dezembro, 2010, 159-175
- Benko, H., Morris, M., Brush, A. e, Wilson, A. (2009). Insights on interactive tabletops: A Survey of Researchers and Developers. *Microsoft Research*. Disponível em https://www.microsoft.com/en-us/research/wp-content/uploads/2016/02/Surface_survey_TR_final.pdf. Consultado em 12 novembro de 2016
- Bessa, N. e Fontaine, A. (2002). *Cooperar para aprender. Uma introdução à aprendizagem cooperativa*. Porto: Edições Asa
- Bhalla, M., e Bhalla, A. (2010). Comparative Study of Various Touchscreen Technologies. *International Journal of Computer Applications*, 6 (8), 12-18
- Caetano. A. (2017). Estratégias de aprendizagens ativas em estudantes de Enfermagem: Aprendizagem cooperativa e resolução de problemas, *Indagatio Didactica*, 9 (1), janeiro 2017, 38-49, ISSN: 1647-3582

- Carvalho, L. (2015). *Utilização de dispositivos móveis na aprendizagem da Matemática do 3.º Ciclo*. Dissertação de mestrado não editada, Universidade Portucalense. Disponível em <http://repositorio.uportu.pt/bitstream/11328/1272/1/TMTICE%2011.pdf>. Consultado em 13 de dezembro de 2016
- Cavenaghi, A., Bzuneck, J. (2009) A motivação de alunos adolescentes enquanto desafio na formação do professor, *IX Congresso Nacional de Educação - EDUCERE, III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia*, 26 a 29 de outubro 2009, 1478-1489. Disponível em http://www.pucpr.edu.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/1968_1189.pdf Consultado em 22 de novembro de 2015
- Clayphan, A., Collins, A., Ackad, C., Kummerfeld, B., e Kay, J. (2011). Firestorm: a brainstorming application for collaborative group work at tabletops. *Proceeding ITS'11 Proceedings of the ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces*, 162-171 ISBN: 978-1-4503-0871-7. doi: 10.1145/2076354.2076386
- Cohen, E. (1994). Restructuring the Classroom: Conditions for Productive Small Groups. *Review of Educational Research*, 64, 1-35. doi: <http://dx.doi.org/10.3102/00346543064001001>
- Coutinho, M. (2017) *O Observador, As novas tecnologias e a educação - Implicações da sua utilização em contexto escolar*, Disponível em <http://observador.pt/opiniao/as-novas-tecnologias-e-a-educacao-implicacoes-da-sua-utilizacao-em-contexto-escolar/>. Consultado em 15 de novembro de 2017
- Cruz, S. (2009). *Proposta de um Modelo de Integração das Tecnologias de Informação e Comunicação nas Práticas Lectivas: o aluno de consumidor crítico a produtor de informação online*. Universidade do Minho, Tese de Doutoramento não editada - Disponível em <http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/10678/1/tese.pdf>. Consultado em 12 de dezembro de 2015
- Cunha, F. e Uva, M. (2016). A aprendizagem cooperativa: perspetiva de docentes e crianças. *Revista Journal Interações*, 12 (41), 133-149, ISSN: 1646-2335
- DGEEC (2014) Direção de Geral de Estatísticas da Educação e Ciência - Ministério da Educação. Disponível em <http://www.dgeec.mec.pt/np4/46/>. Consultado em novembro de 2015
- Diário de Notícias, (2016). *DN Portugal, Portugal testa salas de aula do futuro*. Disponível em

<http://www.dn.pt/portugal/interior/portugal-testa-salas-de-aula-do-futuro-5040206.html>. Consultado a 21 de fevereiro de 2016

Dillenbourg, P., e Evans, M. (2011). Interactive tabletops in education. *International Journal of Computer- Supported Collaborative Learning*, 6, 491-514

Do-Lenh, S., Jermann, P., Cuendet, S., Kufferey, G. e Dillenbourg, P. (2010). Task Performance vs Learning Outcomes: A study of a tangible user interface in the classroom. *European Conference on Technology Enhanced Learning*. 78-92, Springer, Berlin, Heidelberg

Duarte, F. (2011). *Mesa Interactiva Multitouch - AE CASTRO DAIRE - ADOBE AIR*. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=pO4CxaonvhQ>. Consultado em 13 maio de 2016

Dubé, A. e McEwen, R. (2015). Do gestures matter? The implications of using touchscreen devices in mathematics instruction, *Learning and Instruction*, 40, 89-98

EIZO (2010). *How can a screen sense touch? A basic understanding of touch panels*. Disponível em http://www.eizoglobal.com/library/basics/basic_understanding_of_touch_panel/. Consultado a 18 de março de 2016

ERTE, Equipa de Recursos e Tecnologias Educativas, Ministério da Educação e Ciência (2016). Disponível em <http://erte.dge.mec.pt/ambientes-educativos-inovadores>. Consultado em 13 de maio de 2016

Ferreira, P. (2006). *Tecnologias, informação e educação*. Porto: Edições Politema

Flores, P., Escola, J. e Peres, A. (2011). O retrato da integração das TIC no 1.º Ciclo: que perspetivas?. In P. Dias e A. Osório (Coord.). *VII Conferência Internacional de TIC na educação - Challenges* (401-410). Braga, Universidade do Minho. O retrato da integração das TIC no 1.º ciclo: que perspetivas?

Freitas, L., e Freitas, C. (2002). *Aprendizagem cooperativa*. Lisboa: Edições ASA

Fuchs, T., e Woessmann, L. (2004). Computers and student learning: Bivariate and multivariate evidence on the availability and use of computers at home and at school. CESIFO, Working Paper N.º 1321 Category 4: Labour Markets. Disponível em: <http://SSRN.com/abstract=61910>. Consultado 18 de maio de 2016

Furuichi, M., Mihori, Y., Muraoka, F., Esenther, A., e Ryall, K. (2005). Dtmmap demo:

Interactive tabletop maps for ubiquitous computing. In *7th International Conference on Ubiquitous Computing*, 1(1-2)

García-Herranz, M., Haya, P., Llinás, P., Martín, E., Montoro, G., e Mora, M. (2010). Superfícies multitácteis horizontales como soporte educativo. *Actas del XI Simposio Nacional de Tecnologías de La Información y las Comunicaciones en la Educación*. (ADIE) SINTICE, 197-204

Genari, C. (2006). Motivação no contexto escolar e desempenho acadêmico. Dissertação de Mestrado não editada, Universidade Estadual de Campinas. Disponível em http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/252887/1/Genari_CarlaHelenaManzini_M.pdf. Consultado em 19 de novembro de 2017

Goldin-Meadow, S., e Beilock, S. (2010). Action's influence on thought: the case of gesture. *Perspectives on Psychological Science*, 5, 664-674

Guimarães, S. e Boruchovitch, E. (2004), O Estilo Motivacional do Professor e a Motivação Intrínseca dos Estudantes: Uma Perspectiva da Teoria da Autodeterminação, *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 17 (2), 143-150

Han, J. (2005). Low-cost multi-touch sensing through frustrated total internal reflection. In *Proceedings of the 18th annual ACM symposium on User interface software and technology*, 115-118

Han, J. (2006). *The radical promise of the multi-touch interface*. TED2006. Disponível em https://www.ted.com/talks/jeff_han_demos_his_breakthrough_touchscreen. Consultado em 23 de dezembro de 2015

Henri, F. e Rigault, C. (1996). Collaborative distance education and computer conferencing. In T. Liao, (Ed.), *Advanced educational technology: research issues and future potential*. Berlin: Springer, 45-76

Higgins, S. (2011). SynergyView - Higgins e Mercier (part 1). Disponível em https://www.youtube.com/watch?v=i_ljpaG27Tw. Consultado em 15 de abril de 2016

Higgins, S., Mercier, E., Burd, E., e Joyce-Gibbons, A. (2012). Multi-touch tables and collaborative learning. *British Journal of Educational Technology*, 43 (6), 1041-1054

Higgins, S., Mercier, E., Burd, E., e Hatch, A., (2011). Multi-touch Tables and the Relationship with Collaborative Classroom Pedagogies: a Synthetic Review. *International Journal*

- Holfstein, A. e Rosenfeld, S. (1996). Bridging The Gap Between Formal and Informal Learning: Introduction. *Studies in Science Education*, 28, 87-112
- Hunter, S. e Maes, P. (2008). WordPlay: A Table-Top Interface for Collaborative Brainstorming and Decision Making. *Proceedings of IEEE Tabletops and Interactive Surfaces*, 2-5
- Jonhson, D., Jonhson, R., e Holubec, E. (1999). *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Argentina: Paidos
- Kagan, S. (2001). *Kagan Structures and Learning Together – What is the Difference?* San Clemente, CA: Kagan Publishing. Kagan Online Magazine. Disponível em http://www.kaganonline.com/free_articles/dr_spencer_kagan/ASK13.php. Consultado em 23 de dezembro de 2016
- Kharrufa, A., Maldonado, R., Kay, J., e Olivier, P., (2013). Extending tabletop application design to the classroom. *Proceedings of the 2013 ACM international conference on Interactive tabletops and surface*, 115-124. St. Andrews, Scotland, United Kingdom
- Krueger, M., Gionfriddo, T., e Hinrichsen, K. (1985). VIDEOPLACE-An Artificial Reality, *CHI 85 Proceedings*, 1985 ACM 0-89791-149-0/85/004/0035, 35-40
- Laferrière, T., Bracewell, R., e Grégoire, R. (1996). *The contribution of new technologies to learning and teaching in elementary and secondary schools: Documentary Review*. Laval University and McGill University
- Leite, A., Oliveira, E., e Oliveira, D. (2014). *Relação da Motivação e Aprendizagem no Êxito Escolar*, Disponível em http://files.erepeg-2014.webnode.com/200000102-4bbcf4cbc7/PAPEL_DA_RELA%C3%87%C3%83O_MOTIVA%C3%87%C3%83O_E_APRENDIZAGEM_NO_%C3%8AXI%20TO_ESCOLAR-Andrea%20Caroline%20A.Leite%20et%20al.pdf. Consultado em 19 de novembro de 2017
- Lopes, J. e Silva, H. S., (2009). *A Aprendizagem Cooperativa na sala de aula - um guia prático para o professor*. Lisboa: Lidel - Edições Técnicas
- Lourenço, A. e Paiva, M. (2010). A motivação escolar e o processo de aprendizagem, *Ciências e Cognição* 2010; Vol 15 (2), 132-141, ISSN 1806-5821
- Maciel, N. e Duarte, C. (2015). *À Descoberta do Planeta Azul, Físico-Química 7.º ano*, Porto Editora

- Martinelli, C. e Genari, M. (2009). Relações entre desempenho escolar e orientações motivacionais. *Estudos de Psicologia*, 14 (1), 13-21, ISSN: 1678-4669
- Martinet, A. (2011), *Etude de l'influence de la séparation des degrés de liberté pour la manipulation 3-D à l'aide de surfaces tactiles multipoints*. Tese de Doutorado não editada, Université des Sciences et Technologies de Lille, França. Disponível em <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00638449/>. Consultado a 12 de outubro de 2016
- Mateus, B. (2012). *CuboChef-Mesa Inteligente e Interativa para Cozinhas Domésticas*. Relatório de projeto não editado para obtenção do grau de Mestre em Design Multimédia. Repositório da Universidade da Beira Interior. Disponível em <http://hdl.handle.net/10400.6/1548>. Consultado a 12 dezembro de 2015
- Mehta, N. (1982). *A Flexible Machine Interface*, M.A.Sc. Tese de Mestrado não editada, Department of Electrical Engineering, Universidade de Toronto. Supervisão do Professor K.C. Smith
- Menezes, N., e Sobral, S. (2013). A motivação da comunidade escolar e o recurso a tecnologias de informação. *Revista do DICT*, 4, 43-50
- Mercier, E., Higgins, S., e Gibbons, A. (2016). The effects of room design on computer-supported collaborative learning in a multi-touch classroom. *Interactive Learning Environments*, 24 (3), 504-522, doi: 10.1080/10494820.2014.881392
- Mercier, E., Vourloumi G., e Higgins S. (2015). Student interactions and the development of ideas in multi-touch and paper-based collaborative mathematical problem solving, *British Journal of Educational Technology*, doi:10.1111/bjet.12351
- Mercier, E. e Higgins, S. (2012). Collaborative learning with multi-touch technology: Developing adaptive expertise. *Learning and Instruction*, 25, junho de 2013, 13-23
- Mercier, E. , Higgins, S., e Burd, E. (2012). TableTops in the classroom: Reflections on a multi-year project. *Workshop Proceedings of the 20th International Conference on Computers in Education, ICCE 2012*, pp.525-532
- Ministério da Educação (2017). *Perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória, Documento elaborado pelo Grupo de Trabalho criado nos termos do Despacho n.º 9311/2016, de 21 de julho*

- Moreira, M. (2000). *Aprendizagem Significativa Crítica, Contributos do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa*, Peniche, 2000, 47-65
- Moreira, M. (2012). Al afinal, que és aprendizje significativo, *Revista Qurrriculum*, 25; marzo 2012, 29-56. ISSN: 1130-5371.
- Moreira, M., Valadares, J., Caballero, C., e Teodoro, V. (2001). Introdução: David Ausubel e a origem da Teoria da Aprendizagem Significativa. *Contributos do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa*, Peniche, 2000, 3-21
- Muller-Tomfelde, C., Wessels, A., e Schremmer, C. (2008). Tilted tabletops: In between horizontal and vertical workspaces. In *2008 3 rd IEEE International Workshop on Horizontal Interactive Human Computer Systems*, 49-56. DOI:10.1109/TABLETOP.2008.4660183
- NASA (2016), *International Space Station*, Disponível em <https://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/index.html>. Consultado em 18 de dezembro de 2016
- Niu, S., McCrickard, D. S., e Nguyen, S. (2016). Learning with interactive tabletop displays. *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1 - 9. doi: 10.1109/FIE.2016.7757601.
- Novak, J. (1993). Human Constructivism: a unification of psychological and epistemological phenomena in meaning making. *International Journal of Personal Construct Psychology*, 6, 167-193.
- Novak, J., Gowin, D. (1984) *Aprender a Aprender*. Lisboa: Plátano edições Técnicas, 1ª edição
- NUI Group (2008) - *Natural User Interface Group*. Disponível em <http://nuigroup.com/go/lite/about/> Consultado em 13 em novembro de 2015
- Openexhibits (2016). *GESTURE LIBRARY*. Disponível em <http://openexhibits.org/support/gesture-library/> Consultado em 23 de dezembro de 2016
- Paraíso, I. (2016), *Motivação: Em busca de um acerto concetual. Atas do II Congresso Internacional Envolvimento dos Alunos na Escola: Perspetivas da Psicologia e Educação, Motivação para o Desempenho Académico*, 355-370, Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, 2016 ISBN: 978-989-8753-35-9
- Pereira, A. (2013). *Psicologia da Educação Teoria, Investigação e Aplicação - O envolvimento*

dos alunos na escola. *Motivação na Aprendizagem e no Ensino*, 10, 445-494, Coordenação de Feliciano Veiga, Lisboa, Climepsi Editores, ISBN: 978-972-796-337-9

Pinto, T., e Sobral, S. (2013). A utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação na Escola Secundária de Valbom. *Revista do DICT*, 4, 67-74

Piper, A., e Hollan, J. (2009). Analyzing Multimodal Communication around a Shared Tabletop Display. In *Proceedings of European Conference on Computer-Supported Cooperative Work (ECSCW)*, 7-11. Viena, Austria: Springer

Praia, J. (2000). Aprendizagem significativa em D. Ausubel: Contributos para uma adequada visão da sua teoria e incidências no ensino. *Contributos do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa*, Peniche, 2000, 121-134

Promethean Worl, (2017). ActivTable - *Encourage Collaborative Small Group Learning*. Disponível em <https://www.prometheanworld.com/products/interactive-table/activtable>. Consultado em 13 de março de 2015

Projeto Educativo (2014). *Escola (d)e Saber(es), Escola (d)e Cidadania - Agrupamento de Escolas do Paião*. Disponível em <https://agrupaiao.pt/escola/doc-s-orientadores/>. Consultado em 13 de fevereiro de 2016

Pujolàs, P. (2009). *Aprendizaje cooperativo y educación inclusiva: una forma práctica de aprender juntos alumnos diferentes*. Barcelona: Universidad de Vic. Disponível em <http://www.mecd.gob.es/dms-static/f4d240d3-55ad-474f-abd7-dca54643c925/2009-ponencia-jornadas-antiguas-pere-pdf.pdf>. Consultado em 12 de novembro de 2016

Ramos, A. (2012). *MindTouch. Mesa interativa multitoque de 42"*. Disponível em <http://adriana.blogs.ua.sapo.pt/1405.html>. Consultado em 1 de maio de 2017

Ramos, J., Espadeiro, R., Carvalho, J., Maio, V., e Matos, J. (2009). *Iniciativa, Escola, Professores e computadores portáteis: Estudos de avaliação*. Lisboa: DGIDC

Ramos, J., Teodoro, V., e Ferreira, F. (2011). Recursos Educativos digitais: reflexões sobre a prática, *Cadernos DGIDC - Direção Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular*, ISSN: 1646-2637

Ramos, R. (2008). *A aprendizagem cooperativa no ensino-aprendizagem das Ciências Naturais - o método STAD*. Tese de Mestrado não editada, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Disponível em <http://hdl.handle/10348/226>, consultado a 12 de dezembro de 2015



- Rego, S. (2011). Representação da realidade e imagens no ensino de Física, *Atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Brasil. Disponível em <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/>. Consultado em 15 de janeiro de 216
- Rick, J., Rogers, Y., Haig, C., e Yuill, N. (2009). Learning by doing with shareable interfaces, Children, Youth and Enviroments. *Children in Technological Enviroments*, 19, (1), 320-341
- Ricoy, M. e Couto, M. (2009). As tecnologias da informação e comunicação como recursos no Ensino Secundário: um estudo de caso. *Revista Lusófona de Educação*, 200 (14), 145-156
- Rito, S. (2011), Estratégias de motivação na disciplina de Economia numa Escola Secundária, Relatório da Prática de Ensino Supervisionada, Tese de Mestrado em Ensino de Economia e Contabilidade não editada, Universidade de Lisboa. Disponível em http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/5284/1/ulfpie039758_tm.pdf. Consultado em 14 de novembro de 2017
- Rossing, J., Miller, W., Cecil, A. e Stamper, S. (2012). i-Learning: The future of higher education? Student perceptions on learning with mobile tablets. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 12(2), 1-26.
- Saffer, D. (2008). *Disigning Virtual Interfaces*. Canadá: O' Reilly Média, Books e Videos.
- Sala de Aula do Futuro - Setúbal (2016). Disponível em <http://cunhacj.wix.com/saf-setubal>. Consultado em 12 de maio de 2016
- Sanches, M.. (1994). Aprendizagem cooperativa: Resolução de problemas em contexto de auto- regulação. In *Revista da Educação*, 4 (½), 31-41
- Schmidt, D. (2010). Design and Realization of an Interactive Multi-Touch Table. *Lancaster University, Publications e Outputs*. Disponível em http://eprints.lancs.ac.uk/42557/1/2009_-_Schmidt%2C_D_-_Design_and_Realization_of_an_Interactive_Multi-Touch_Table.pdf; Consultado em 12 de dezembro de 2016
- Schneider, B. e Blikstein, P. (2016). Flipping the Flipped Classroom: A Study of the Effectiveness of Video Lectures Versus Constructivist Exploration Using Tangible User Interfaces. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 9 (1), 5-17
- Schöning, J., Hook, J., Bartindale, T., Schmidt, D., Oliver, P., Echtler, Florian, Motamedi, N., Brandl, P., e Zadow, U. (2010). Building Interactive Multi-touch

- Surfaces. In: Mueller-Tomfelde, Christian, (ed.) *Tabletops - Horizontal Interactive Displays*. Springer London, London, 27-49. ISBN 978-1-84996-112-7
- Scott, S. D., Grant, K. D., e Mandryk, R. L. (2003). System Guidelines for Co-located, Collaborative Work on a Tabletop Display. *Proceedings of ECSCW'03 (8ª Edição da European Conference of Computer-Supported Cooperative Work*. Helsinki, Finland, 14 de setembro de 2003), 159-178
- Shahzunique, 2008. Disponível em <http://shahzunique.blogspot.pt/2010/11/new-technology-microsoft-surface-ces.html>. Consultado em 12 de novembro de 2016
- Sherwood, B. (1972). Status of PLATO IV. *ACM SIGCUE Outlook*, 6 (3), 3-6. doi: 10.1145/965887.965888
- Silva, B. (2011). *Plano Tecnológico da Educação em Portugal: análise dos Relatórios dos Planos TIC (no ano de lançamento, 2006-2007)*. Centro de Formação da Associação de Escolas de Braga-Sul, ISBN: 978-989-96569-1-8
- Silva, G. (2012). *Par (peço, ajudo, recebo): Um jogo colaborativo em mesa multitoque para apoiar a interação social de usuários com autismo*. Dissertação de mestrado não editada, Pontifícia Universidade Católica de Rio de Janeiro
- Singla, R., Malhotra, M., Agarwal, D., e Chopra, D. (2013). Multi Touch: An Optical Approach (Comparison of various techniques). *International Journal of Scientific and Research Publications*, 3 (4), ISSN 2250-3153
- Slavin, R. (1987). Cooperative Learning and the Cooperative School. *Educational Leadership*, 7-13, Disponível em http://www.ascd.org/ASCD/pdf/journals/ed_lead/el_198711_slavin.pdf. Consultado em 1 de maio de 2017
- Smith, B. e MacGregor, J. (1992). What Is Collaborative Learning?. In A. Goodsell, M. Maher, V. Tinto, B. Leigh Smith e J. MacGregor (eds), *Collaborative Learning: A Sourcebook for Higher Education*. National Center on Postsecondary Teaching, Learning, and Assessment. Pennsylvania State University
- Sprinthall, N. e Sprinthall, R. (1993). *Psicologia Educacional - Uma Abordagem Desenvolvimentalista*. Lisboa: Edit McGraw - Hill
- SynergyNet Multi-touch in Education (2011). Disponível em <https://community.dur.ac.uk/tel.lab/synergynet/galleries/ipad2011/index.html>. Consultado em 1 de maio de 2017

- Tavares, R. (2004). Aprendizagem Significativa, *Revista Conceitos*, 55 (10), 55-60
- Tavares, R. (2008). Aprendizagem significativa e o ensino de ciências, *Ciências e Cognição* 2008, 13 (1), 94-100, ISSN 1806-5821
- Teixeira, H. (2015). *Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel*. Disponível em <http://www.helioteixeira.org/ciencias-da-aprendizagem/teoria-da-aprendizagem-significativa-de-david-ausubel/> Consultado a 11 de outubro de 2017
- UMIC - Agência para a Sociedade do Conhecimento, Ministério da Educação e Ciência (2012). Disponível em http://www.unic.pt/index.php?option=com_content&task=view&id=13&Itemid= Consultado em 25 de novembro de 2017.
- Valadares, J. (2006). O Ensino Experimental das Ciências: do conceito à prática, ProFormar on-line, *Revista Bimensal*, Edição 13 - janeiro 2006. Disponível em http://proformar.pt/revista/edicao_13/ensino_exp_ciencias.pdf. Consultado em 11 de outubro de 2017
- Valadares, J. (2011). A teoria da aprendizagem significativa como teoria construtivista. *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review*, 1 (1), 36-57
- Vasconcelos, C., Praia, J., e Almeida, L. (2003). Teorias de aprendizagem e o ensino/aprendizagem das ciências: da instrução à aprendizagem, *Psicologia Escolar e Educacional*, 7 (1), 11-19
- Veiga, F., e Antunes, J. (2005). Motivação escolar em função da família na adolescência. *Revista Galaico-Portuguesa de Psicopedagogia*, 1093-1101
- Vilhena, Teresa (2002). Os efeitos educativos de um dispositivo escolar não disciplinar, *Revista Inovação (IIE)*, 15 (1), 2-3
- Vygotsky, L., (1934). *Pensamento e Linguagem*. Tradução de Nelson Garcia. Disponível em <http://www.ebooksbrasil.org/adobeebook/vigo.pdf>. Consultado em 15 de maio de 2017
- Wastiau, P., Blamire, R., Kearney, C., Quittre, V., Van de Gaer, V., e Monseur C. (2013) The Use of ICT in Education: a survey of schools in Europe, *European Journal of Education, Part I, 2013*. Blackwell Publishing Ltd., EUA
- Wellner, P. (1991). The DigitalDesk calculator: tangible manipulation on a desk top display,

p.28, *Proceedings of the 4th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology, UIST 1991*, Hilton Head, South Carolina, USA, November 11-13, 1991, doi: 10.1145/120782.120785

ANEXO A

 Agrupamento de Escolas do Paião Escola Sede: <i>Escola Básica dos 2º e 3º Ciclos Dr. Pedrosa Veríssimo</i>	 GOVERNO DE PORTUGAL	MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CIÊNCIA 161378
Ficha de Avaliação de Físico-Química - 7º Ano Data: _____ Versão 1		
Nome: _____ Nº ____ Turma ____ Enc. Ed. _____ Classificação: _____ Professor: _____		

1. Observa atentamente a figura, que representa a Terra em quatro posições diferentes da sua órbita, mostrando também a inclinação do eixo de rotação.



1.1. Completa a legenda da figura, escrevendo o acontecimento que corresponde a cada um dos números.

1 - _____

2 - _____

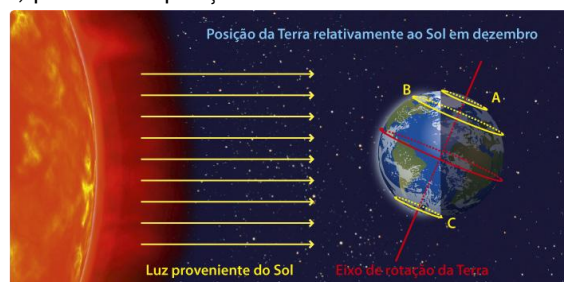
3 - _____

1.2. Completa a frase que se segue escrevendo nos espaços as designações corretas.

“O tempo necessário para a Terra descrever uma órbita completa chama-se _____ de translação e corresponde a um _____ na Terra.”

1.3. Indica duas causas para a existência de estações do ano.

1.4. Na figura abaixo, podes ver a posição da Terra relativamente ao Sol durante o mês de dezembro.



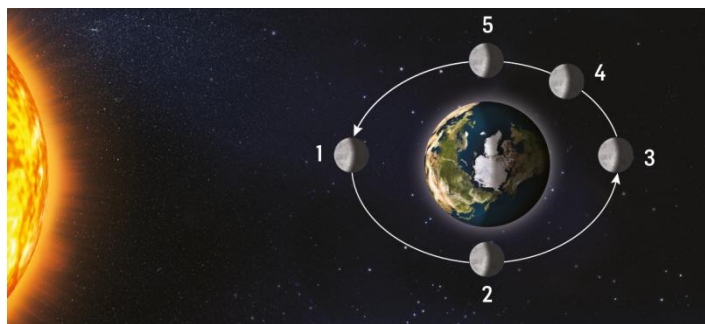
1.4.1. Compara a duração do dia e da noite no mês de dezembro para um observador situado no equador. Justifica.

1.4.2. Indica a opção que completa corretamente a seguinte frase.

“Para o observador B, a duração do dia é...

- (A) ... igual à duração da noite.”
- (B) ... menor do que a duração da noite.”
- (C) ... maior do que a duração da noite.”

2. A figura mostra a Lua em diferentes posições no seu movimento à volta da Terra.



2.1. Explica o motivo pelo qual um observador na Terra observa sempre a mesma face da Lua.

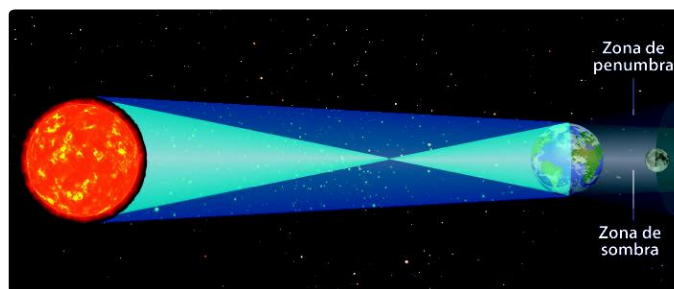
2.2. Indica qual dos números da figura identifica a posição em que:

2.3.1 é lua cheia. _____

2.3.2 é quarto minguante. _____

2.3.3 a Lua é vista do hemisfério Norte com forma de C. _____

3. A figura representa, esquematicamente, um fenómeno astronómico.



3.1. De que fenómeno se trata?

3.2. Em que condição ocorre este fenómeno?

3.3. Em que fase se encontra a Lua quando ocorre este fenómeno?

4. Na tabela que se segue encontram-se as distâncias de três habitações A, B e C, à Junta de Freguesia e o tempo que os seus donos demoram a percorrer essa distância.

Toma atenção às unidades em que essas grandezas estão expressas e apresenta todos os cálculos e reduções de unidades.

	Habitação A	Habitação B	Habitação C
Distância	1,9 km	2 100m	1 500 000 mm
Tempo	1100s	0,5 h	20 min

Nas questões seguintes apresenta todas as reduções de unidades que justifiquem as tuas respostas

4.1- Qual dos habitantes se encontra a maior distância da Junta de Freguesia?

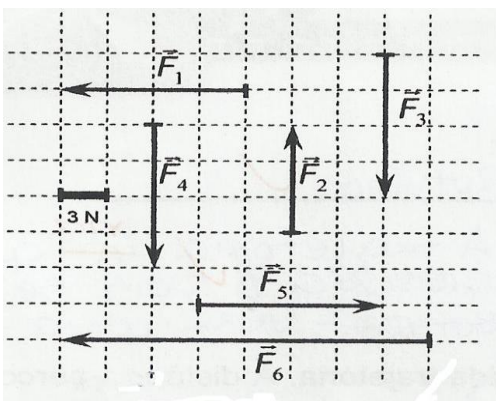
4.2- Qual dos habitantes demorou menos tempo a chegar à Junta?

5. Imagina que vais dar um passeio de 4 km a pé e que demoras uma hora a efetuar esse passeio.

a) Calcula a rapidez média do teu movimento, expressa em quilómetros por hora e em unidades SI.

b) Quanto tempo seria necessário, mantendo a mesma rapidez média, para percorreres uma distância de 10 km?

6. Na figura estão representados vários vetores, \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 , \vec{F}_4 , \vec{F}_5 e \vec{F}_6 , que representam forças.



6.1. Indica os vetores que representam:

6.1.1. ... as forças com direção horizontal.

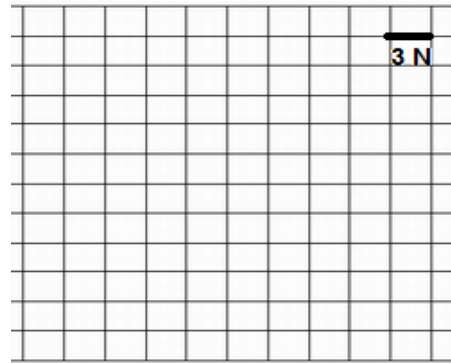
6.1.2. ... duas forças com a mesma direção, sentido e intensidade.

6.1.3. ... duas forças com a mesma direção e intensidade mas sentidos opostos.

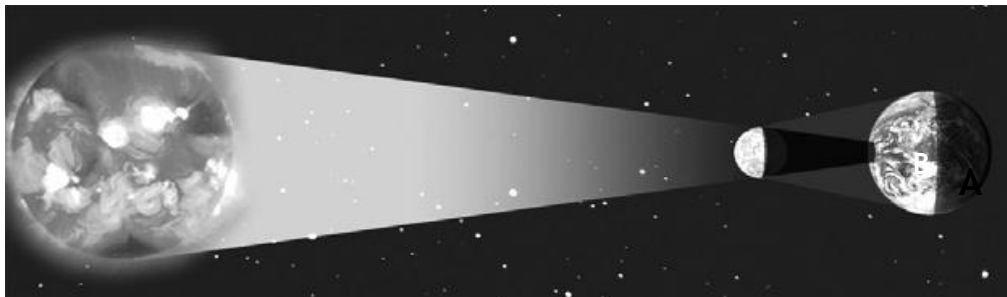
6.1.4. ... uma força de intensidade 9 N.

6.2. Caracteriza a força \vec{F}_1 .

6.3. Utilizando a escala indicada na figura à direita, representa uma força \vec{F} , de direção vertical, sentido de cima para baixo e intensidade 18 N.



7. Observa a figura:



7.1. Trata-se de um eclipse do Sol ou da Lua? Justifica.

7.2. Um observador na posição B, observa um eclipse total ou parcial? Justifica.

7.3. E se o observador se encontrar na posição A?

7.4. Em que fase se encontra a Lua?

8. A figura abaixo corresponde a três meses do ano num dado local da Terra situado no Hemisfério Norte - março, junho e dezembro:



Altura máxima do Sol - 74°
Duração do dia - 14h 49min.

Altura máxima do Sol - 52°
Duração do dia - 12h 12min.

Altura máxima do Sol - 28°
Duração do dia - 9h 28min.

8.1. Associa a cada uma das figuras o mês correspondente.

8.2. Como explicas, baseando-te na figura, que os dias de Inverno sejam mais frios que os de Verão?

ANEXO B



Questionário sobre trabalhos de grupo na sala de aula

Nome: N° Ano Turma Data:

1- Gostas de trabalhar em grupo?

Sim Não

2- Durante as aulas dos 5º e 6º anos trabalhaste em grupo de 2, 3 ou mais alunos?

Sim Não

3- Escolhe as disciplinas em que já trabalhaste em grupo.

- Português Matemática Ciências Naturais
 Inglês Educação Visual Educação Tecnológica
 História e Geografia de Portugal Educação Musical Nenhuma

4- Se tiveres que realizar um trabalho de grupo na sala de aula, preferes...

- Que seja o professor a escolher os alunos de cada grupo.
 Que sejam os alunos a fazer os grupos.

Justifica a tua resposta:

.....
.....

5- Da tua turma, gostarias de trabalhar em grupo com...

- Os teus amigos.
 Os alunos que têm mais capacidades.
 Quaisquer alunos.

6- O que gostarias de utilizar para realizar um trabalho de grupo na sala de aula?

- O computador e a Internet.
 Tablets ou smartphones.
 Manuais das disciplinas ou outros livros.

7- Para que haja um bom ambiente de aprendizagem durante um trabalho de grupo...

- Todos os alunos devem falar baixo.
 Todos os alunos devem escutar a opinião dos seus colegas.
 Todos os alunos se devem respeitar.

8- Já trabalhaste em grupo com outro colega teu nalguma disciplina?

Sim Não

9- Achas importante que antes do trabalho de grupo o professor atribua diferentes tarefas a cada aluno do grupo?

Sim Não

Justifica a tua resposta:

.....
.....

ANEXO C



Agrupamento de Escolas do Paião

Escola Sede: *Escola Básica dos 2º e 3º Ciclos Dr. Pedrosa Verissimo*



REPÚBLICA
PORTUGUESA



EDUCAÇÃO

161378

CÓDIGO COOPERATIVO NAS AULAS DE FÍSICO-QUÍMICA

- 1- Respeitar as ordens do professor
- 2- Respeitar as ideias dos outros
- 3- Partilhar e defender as suas ideias
- 4- Respeitar os papéis atribuídos
- 5- Participar ativamente nas atividades do grupo
- 6- Falar num tom de voz baixo
- 7- Esperar pela sua vez para falar
- 8- Escutar atentamente os outros
- 9- Partilhar os recursos
- 10- Manter o lugar junto à mesa interativa
- 11- Respeitar a área de trabalho individual das mesas
- 12- Incentivar, encorajar e elogiar os colegas
- 13- Permanecer na equipa sem causar conflitos
- 14- Ajudar os colegas com dificuldades



ANEXO D1

 <p>Agrupamento de Escolas do Paião Escola Sede: <i>Escola Básica dos 2º e 3º Ciclos Dr. Pedrosa Veríssimo</i></p>	 <p>REPÚBLICA PORTUGUESA</p>	EDUCAÇÃO 161378
Trabalho de grupo cooperativo com a mesa interativa por multitoque Grelha de autoavaliação do trabalho individual e de grupo		
Nome: _____ Nº ____ Turma <u>7º B</u> Data: _____		

Atividade 1 - O Código Galáctico

- 1- A prestação do trabalho do teu grupo. Assinala com um X a tua resposta.
- O grupo trabalhou devidamente para atingir o objetivo.
 - O grupo devia ter-se esforçado mais.
 - O trabalho do grupo foi pouco satisfatório.
- Comentário:.....
- 2- Duração da atividade. Assinala com um X a tua resposta.
- O grupo terminou a tarefa no tempo previsto.
 - O grupo não conseguiu terminar a tarefa no tempo previsto.
- Comentário:.....
- 3- Funcionamento da mesa interativa. Assinala com um X a tua resposta.
- A mesa funcionou devidamente, permitindo os toques e os gestos necessários.
 - O sistema multitoque da mesa interativa não funcionou.
- Comentário:.....
- 4- Avaliação do trabalho individual. Preenche com S (sim) ou N (não) ou NS (nem sempre)
- Compreendi o objetivo da tarefa.
 - No final da atividade fiquei a compreender melhor este assunto.
 - Desempenhei devidamente a minha função.
 - Respeitei as regras de utilização da mesa.
 - Participei na atividade com entusiasmo.
 - Respeitei e ouvi as ideias dos outros.
 - Esperei pela minha vez para participar.
- Comentário:.....

ANEXO D2

 Agrupamento de Escolas do Paião Escola Sede: <i>Escola Básica dos 2º e 3º Ciclos Dr. Pedrosa Veríssimo</i>	 REPÚBLICA PORTUGUESA	EDUCAÇÃO 161378
Trabalho de grupo cooperativo com a mesa interativa por multitoque Grelha de autoavaliação do trabalho individual e de grupo		
Nome: _____ Nº ____ Turma <u>7º B</u> Data: _____		

Atividade 2 - As Medidas do Universo

5- A prestação do trabalho do teu grupo. Assinala com um X a tua resposta.

- O grupo trabalhou devidamente para atingir o objetivo.
- O grupo devia ter-se esforçado mais.
- O trabalho do grupo foi pouco satisfatório.

Comentário:.....

6- Duração da atividade. Assinala com um X a tua resposta.

- O grupo terminou a tarefa no tempo previsto.
- O grupo não conseguiu terminar a tarefa no tempo previsto.

Comentário:.....

7- Funcionamento da mesa interativa. Assinala com um X a tua resposta.

- A mesa funcionou devidamente, permitindo os toques e os gestos necessários.
- O sistema multitoque da mesa interativa não funcionou.



Comentário:.....

8- Avaliação do trabalho individual. Preenche com S (sim) ou N (não) ou NS (nem sempre)

- Compreendi o objetivo da tarefa.
- No final da atividade fiquei a compreender melhor este assunto.
- Desempenhei devidamente a minha função.
- Respeitei as regras de utilização da mesa.
- Participei na atividade com entusiasmo.
- Respeitei e ouvi as ideias dos outros.
- Esperei pela minha vez para participar.

Comentário:.....

ANEXO D3

 <p>Agrupamento de Escolas do Paião Escola Sede: <i>Escola Básica dos 2º e 3º Ciclos Dr. Pedrosa Veríssimo</i></p>	 <p>REPÚBLICA PORTUGUESA</p>	EDUCAÇÃO 161378
Trabalho de grupo cooperativo com a mesa interativa por multitoque Grelha de autoavaliação do trabalho individual e de grupo		
Nome: _____ Nº ____ Turma <u>7º B</u> Data: _____		

Atividade 3 - Vizinhos do Sol

9- A prestação do trabalho do teu grupo. Assinala com um X a tua resposta.

- O grupo trabalhou devidamente para atingir o objetivo.
- O grupo devia ter-se esforçado mais.
- O trabalho do grupo foi pouco satisfatório.

Comentário:.....

10- Duração da atividade. Assinala com um X a tua resposta.

- O grupo terminou a tarefa no tempo previsto.
- O grupo não conseguiu terminar a tarefa no tempo previsto.

Comentário:.....

11- Funcionamento da mesa interativa. Assinala com um X a tua resposta.

- A mesa funcionou devidamente, permitindo os toques e os gestos necessários.
- O sistema multitoque da mesa interativa não funcionou.



Comentário:.....

12- Avaliação do trabalho individual. Preenche com S (sim) ou N (não) ou NS (nem sempre)

- Compreendi o objetivo da tarefa.
- No final da atividade fiquei a compreender melhor este assunto.
- Desempenhei devidamente a minha função.
- Respeitei as regras de utilização da mesa.
- Participei na atividade com entusiasmo.
- Respeitei e ouvi as ideias dos outros.
- Esperei pela minha vez para participar.

Comentário:.....

ANEXO D4

 <p>Agrupamento de Escolas do Paião Escola Sede: <i>Escola Básica dos 2º e 3º Ciclos Dr. Pedrosa Veríssimo</i></p>	 <p>REPÚBLICA PORTUGUESA</p>	EDUCAÇÃO 161378
Trabalho de grupo cooperativo com a mesa interativa por multitoque Grelha de autoavaliação do trabalho individual e de grupo		
Nome: _____ Nº ____ Turma 7º B Data: _____		

Atividade 4 - As Fases da Lua

13- A prestação do trabalho do teu grupo. Assinala com um X a tua resposta.

- O grupo trabalhou devidamente para atingir o objetivo.
- O grupo devia ter-se esforçado mais.
- O trabalho do grupo foi pouco satisfatório.

Comentário:.....

14- Duração da atividade. Assinala com um X a tua resposta.

- O grupo terminou a tarefa no tempo previsto.
- O grupo não conseguiu terminar a tarefa no tempo previsto.

Comentário:.....

15- Funcionamento da mesa interativa. Assinala com um X a tua resposta.

- A mesa funcionou devidamente, permitindo os toques e os gestos necessários.
- O sistema multitoque da mesa interativa não funcionou.



Comentário:.....

16- Avaliação do trabalho individual. Preenche com S (sim) ou N (não) ou NS (nem sempre)

- Compreendi o objetivo da tarefa.
- No final da atividade fiquei a compreender melhor este assunto.
- Desempenhei devidamente a minha função.
- Respeitei as regras de utilização da mesa.
- Participei na atividade com entusiasmo.
- Respeitei e ouvi as ideias dos outros.
- Esperei pela minha vez para participar.

Comentário:.....

ANEXO E

	Agrupamento de Escolas do Paião Escola Sede: <i>Escola Básica dos 2º e 3º Ciclos Dr. Pedrosa Veríssimo</i>		REPÚBLICA PORTUGUESA	EDUCAÇÃO 161378
1.ª Mini Ficha de Avaliação de Físico-Química - 7º Ano				
Data: _____ Versão 1				
Nome: _____ Nº ____ Turma ____				
Enc. Ed. _____ Classificação: _____ Professor: _____				

1- Classifica cada uma das seguintes galáxias quanto à forma em “espiral”, “elíptica” ou “irregular”:



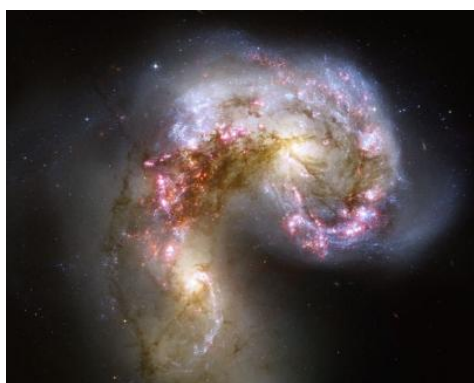
.....



.....



.....



.....



.....



.....



.....





.....



.....

ANEXO F

 Agrupamento de Escolas do Paião Escola Sede: <i>Escola Básica dos 2.º e 3.º Ciclos Dr. Pedrosa Veríssimo</i>	 REPÚBLICA PORTUGUESA	EDUCAÇÃO 161378
2.ª Mini Ficha de Avaliação de Físico-Química - 7º Ano Data: _____ Versão 2		
Nome: _____ Nº ____ Turma ____ Enc. Ed. _____ Classificação: _____ Professor: _____		

1- Das seguintes unidades de distância escolhe as mais adequadas para medir as distâncias indicadas:

m km UA a.l.

- a) Distância a percorrida pela sonda espacial Cassini - Huygens desde a Terra até Saturno.
- b) Comprimento do telescópio espacial Hubble.
- c) Distância que nos separa da estrela Polar.
- d) Distância da Cintura de Asteróides ao Sol.
- e) Diâmetro da Terra.

2- Tendo em conta os seguintes dados, escolhe a opção correta:

Velocidade da luz: 300 000 km/s

Unidade Astronómica: 1 UA = 150 000 000 km

Ano - luz: 1 a.l. = 9 500 000 000 000 km

a) Um raio luminoso emitido por uma sonda espacial a 600 000 km de distância demora a chegar à Terra:

1 s. 2 s. 3 s.

b) A distância de 19 000 000 000 000 km corresponde a:

1 a.l. 2 a.l. 3 a.l.



c) O cometa P/2016 BA14 esteve a uma distância de nós de 300 000 000 km, ou seja, de:

2 UA. 1 s. 150 UA.

d) Um raio luminoso, para percorrer a distância do Sol até à Terra, demora o tempo de:

8,3 min. 500 min. 1 s.

ANEXO G

 <p>Agrupamento de Escolas do Paião Escola Sede: <i>Escola Básica dos 2º e 3º Ciclos Dr. Pedrosa Veríssimo</i></p>	 <p>REPÚBLICA PORTUGUESA</p>	<p>EDUCAÇÃO 1 6 1 3 7 8</p>
3.ª Mini Ficha de Avaliação de Físico-Química - 7º Ano Data: _____ Versão 3		
Nome: _____ N° ____ Turma ____ Enc. Ed. _____ Classificação: _____ Professor: _____		

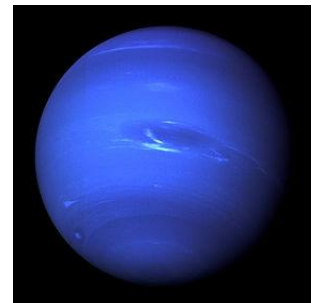
1- Observa as seguintes imagens dos planetas principais do Sistema solar:



1-



2-



3-



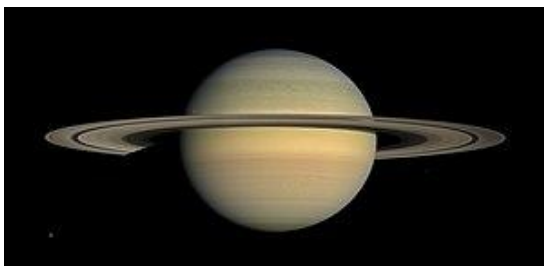
4-



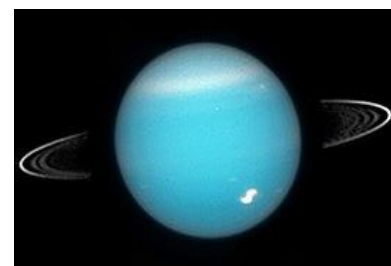
5-



6-



7-



8-

a) Escreve por baixo de cada imagem o nome do planeta.

b) Associa o n.º do planeta às características:



Planeta Vermelho

Grande efeito de estufa

Grande Mancha Vermelha

Extenso sistema de anéis

ANEXO H

	Agrupamento de Escolas do Paião Escola Sede: <i>Escola Básica dos 2º e 3º Ciclos Dr. Pedrosa Veríssimo</i>	 REPÚBLICA PORTUGUESA	EDUCAÇÃO 161378
4.ª Mini Ficha de Avaliação de Físico-Química - 7º Ano			
Data: _____		Versão 4	
Nome: _____ Nº ____ Turma ____ Enc. Ed. _____ Classificação: _____ Professor: _____			

1- Observa as imagens e indica o nome das quatro fases principais da Lua na perspetiva de um observador do Hemisfério Norte:



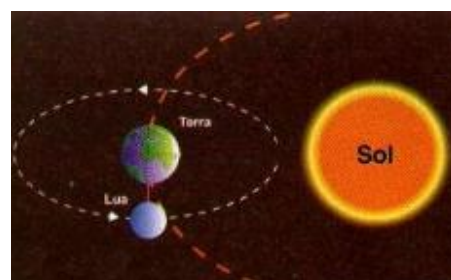
.....



.....

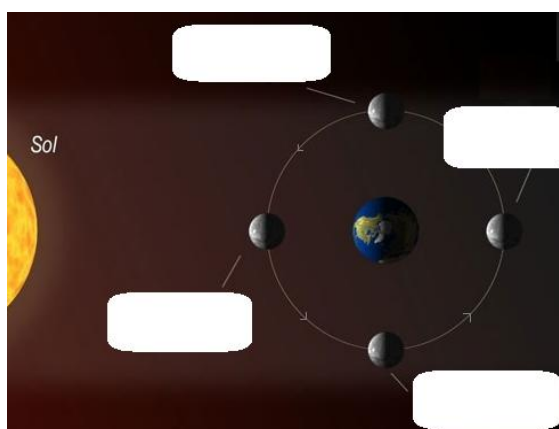


.....

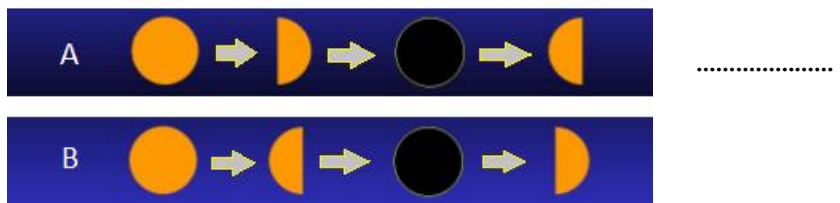


.....



2- No seguinte esquema escreve as fases da Lua correspondentes:



3- No esquema está representada a Lua. Qual das seqüências A ou B é a correta:



ANEXO I

	Agrupamento de Escolas do Paião Escola Sede: <i>Escola Básica dos 2º e 3º Ciclos Dr. Pedrosa Veríssimo</i>	 REPÚBLICA PORTUGUESA	EDUCAÇÃO 161378
Ficha de Avaliação de Físico-Química - 7º Ano Data: _____ Versão 1			
Nome: _____ Nº ____ Turma ____ Enc. Ed. _____ Classificação: _____ Professor: _____			

1. Observando o céu, filósofos e astrónomos foram apresentando diferentes teorias sobre a organização do Universo.

a) Efetua as associações corretas entre as colunas I, II e III.

Coluna I	Coluna II	Coluna III
A. Nicolau Copérnico, astrónomo do século XVI.	a. Modelo heliocêntrico.	1. Terra, o centro do Universo 2. Sol, o centro do Universo.
B. Ptolomeu, astrónomo da Idade Média.	b. Modelo geocêntrico	3. Modelo apoiado na observação do movimento dos astros vistos da Terra.

A;;

B; ;

b) Qual dos modelos, heliocêntrico ou geocêntrico, foi apoiado por Galileu?

c) Ao observar Vénus com o seu telescópio, Galileu notou que este planeta não só apresentava fases, como também o seu diâmetro aparente não era sempre o mesmo. O que é que estas observações levaram Galileu a concluir?

2. As galáxias podem ser de vários tipos (ou formas). As figuras A, B e C são de três galáxias:

A



B



C



a) Classifica as galáxias A e B em elípticas ou irregulares.

b) Que tipo de galáxia é a indicada na figura C?

3. Recorda o que estudaste sobre as unidades de distância usadas em Astronomia.

a) Das seguintes unidades de distância escreve as mais adequadas para medir as distâncias

indicadas:

m km UA a.l.

Comprimento de um foguetão.

Diâmetro da Via Láctea.

Distância entre o Sol e a estrela Vega da constelação da Lira.

Distância entre o planeta anão Plutão e o Sol.

b) A velocidade da luz tem o valor de 300 000 km/s, o que quer dizer que em 2 s um raio luminoso percorre:

600 000 km. 150 000 km. 200 000 km.

c) Existem asteroides que se aproximam da Terra até uma distância de 300 000 000 km. Sabendo que 1 UA = 150 000 000 km, então a distância desses astros até nós é equivalente a:

3 UA. 2 UA. 150 UA.

d) Considera que 1 ano-luz é aproximadamente igual a 9 500 000 000 000 km. Uma estrela à distância de 95 000 000 000 000 km de nós é o mesmo que estar a distância de:

1 a. l. 95 a. l. 10 a. l.

e) Um raio de luz emitido pela superfície do Sol demora, até chegar à Terra, o tempo de:

8,3 min. 1 s. 1 h.

4. A estrela Phad, pertencente à Ursa Maior, encontra-se a 70 a.l. da Terra.

a) Qual é o valor da distância que separa a estrela Phad da Terra?

b) Quanto tempo demora a luz da estrela Phad a chegar à Terra?

c) Uma fotografia tirada hoje à estrela Phad mostra-nos a imagem tal como a estrela era em que ano?

d) O ano-luz é uma unidade de...

- A) tempo adequada para medir a idade do Universo.
- B) distância adequada para medir distâncias no Sistema Solar.
- C) tempo adequada para medir a idade das estrelas.
- D) distância adequada para medir distâncias fora do Sistema Solar.

(Assinala a hipótese correta.)

5. O planeta Marte encontra-se a 1,52 unidades astronómicas do Sol.

a) Calcula a distância do planeta Marte à Terra expressa em quilómetros.

b) A menor distância, em unidades astronómicas, que separa as órbitas da Terra e de Marte é:

A) 1,52 a.ℓ.

B) 1,52 UA

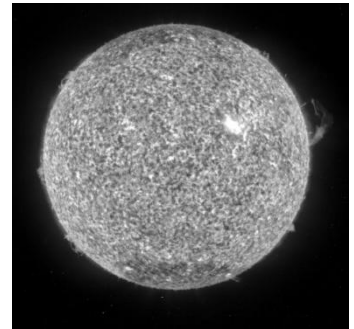
C) 0,52 UA

D) 1,00 UA

(Assinala a hipótese correta.)

6. Lê atentamente o seguinte texto:

O Sol é a estrela mais próxima da Terra. Como todas as estrelas, é uma vasta bola de gás incrivelmente quente e brilhante. O Sol está a brilhar há cerca de 4,6 mil milhões de anos e continuará a brilhar durante cerca de 5 mil milhões de anos.



6.1. Explica por que razão o Sol parece ser a maior e a mais brilhante estrela do Universo.

6.2. O Sol é a única estrela do Sistema Solar. Segundo a teoria atualmente aceite, o Sistema Solar...

A. Formou-se há cerca de 10 milhões de anos.

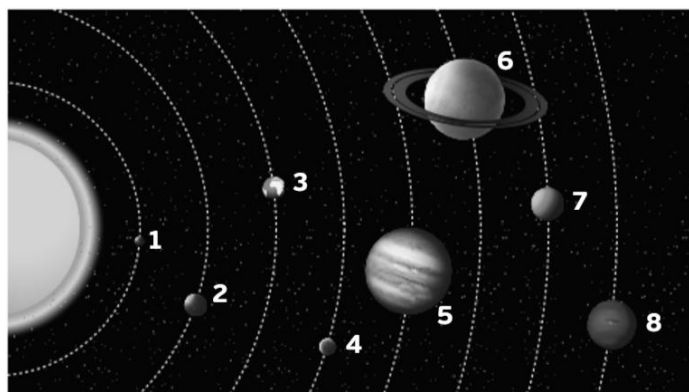
B. Formou-se a partir de uma nuvem de gases e poeiras denominada Nebulosa Solar.

C. Formou-se ao mesmo tempo que todo o Universo.

D. Formou-se há cerca de 4,6 000 milhões de anos a partir de resíduos exclusivamente sólidos.

(Assinala a opção correta)

7. A figura que se segue representa o Sol e os planetas do Sistema Solar.



7.1. Indica o nome (por ordem crescente de distância ao Sol) de todos os planetas principais do nosso Sistema Solar.

1. _____ 2. _____
3. _____ 4. _____
5. _____ 6. _____
7. _____ 8. _____

7.2. Identifica pelo nome:

a) o menor dos planetas. _____

b) o maior dos planetas. _____

c) os planetas rochosos ou telúricos:

d) os planetas gasosos ou jovianos.

e) o planeta cuja temperatura à superfície é mais elevada. Justifica a tua resposta.

f) o planeta que demora mais tempo a dar uma volta completa em torno do Sol. Justifica a tua resposta.

g) os planetas que possuem anéis.

7.3- Há uma grande quantidade de certos astros entre as órbitas dos planetas 4 e 5. De que astros se trata?

7.4- Além dos planetas (principais) que outro tipo de planetas se encontram no sistema solar?

8- As seguintes figuras representam imagens reais de astros do sistema solar:



A





B

a) De que tipo de astros se trata?

A: _____ B: _____

b) Escreve três componentes do astro B.

ANEXO J

 Agrupamento de Escolas do Paião Escola Sede: <i>Escola Básica dos 2.º e 3.º Ciclos Dr. Pedrosa Veríssimo</i>	 REPÚBLICA PORTUGUESA	EDUCAÇÃO 161378
Ficha de Avaliação de Físico-Química - 7º Ano		
Data: _____		Versão 1
Nome: _____ Nº ____ Turma ____		
Enc. Ed. _____ Classificação: _____ Professor: _____		

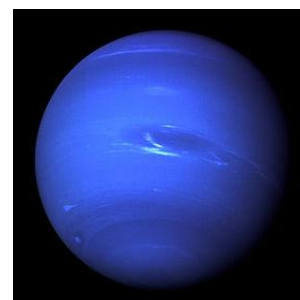
1- Observa as seguintes imagens dos planetas principais do Sistema solar:



1-



2-



3-



4-



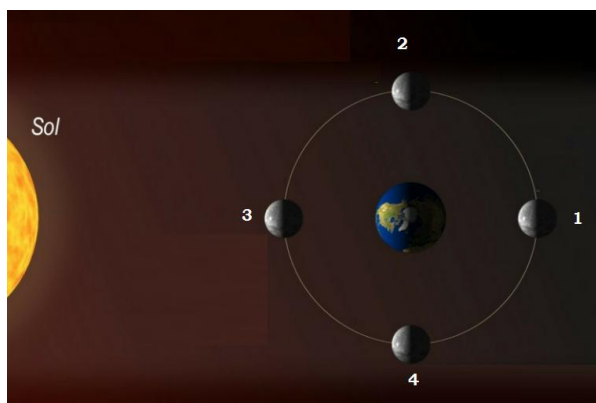
5-

a) Escreve por baixo de cada imagem o nome do planeta.

b) Escreve uma característica associada aos planetas:

1- 2-

2- A figura seguinte ilustra a Lua em diferentes posições durante o seu movimento à volta da Terra:



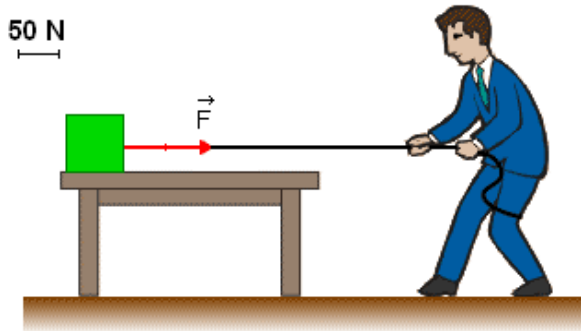
a) Qual das posições da Lua corresponde às seguintes fases:

Lua Cheia

Quarto Crescente

b) Indica a posição em que a Lua é vista do Hemisfério Norte com a forma de C.

3- O Sr. Joaquim puxa uma caixa através de uma corda, sempre com a mesma rapidez média, aplicando-lhe uma força \vec{F} como se ilustra na figura seguinte:



a) Indica as características da força \vec{F} :

.....

.....

.....

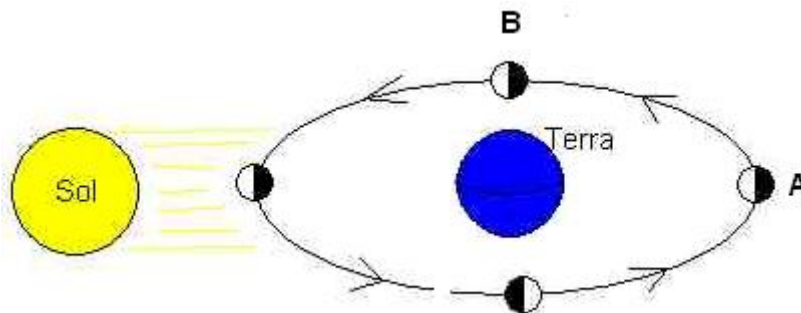
.....

.....

.....

b) Supõe que o tampo da mesa tem um comprimento de 1,2 m e que a caixa demora 4 segundos a percorrê-lo. Calcula quanto tempo demora a caixa a percorrer 30 cm.

4- A imagem seguinte ilustra o sistema Sol, Terra, Lua:



a) Representa através de um vetor, na posição A, a força de atracão gravitacional que a Terra exerce na Lua.

b) Que tipo de trajetória tem a Lua?

.....

c) De acordo com a imagem, em qual das posições A ou B a força gravitacional com que a Terra atrai a Lua é maior? Justifica.

.....

.....

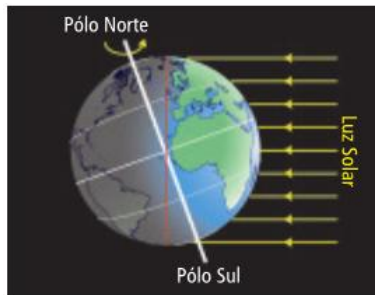
d) Sabendo que o período de translação da Lua é 27,3 dias, calcula quantos dias demora a Lua a percorrer a distância de A a B.

e) Supõe que a distância de A a B é igual a 600.000 km e que a Lua demora 150 horas a percorrer essa distância. Calcula a rapidez média com a Lua se move.

f) Supõe que a Lua Nova ocorre no dia 1 de Março à 1 h da madrugada. Neste caso, quando irá ocorrer a próxima Lua Nova?

.....

5- Observa a seguinte imagem da Terra iluminada pelo Sol:



a) Indica o nome das estações do ano que estão a ocorrer no hemisfério Norte e no hemisfério Sul.

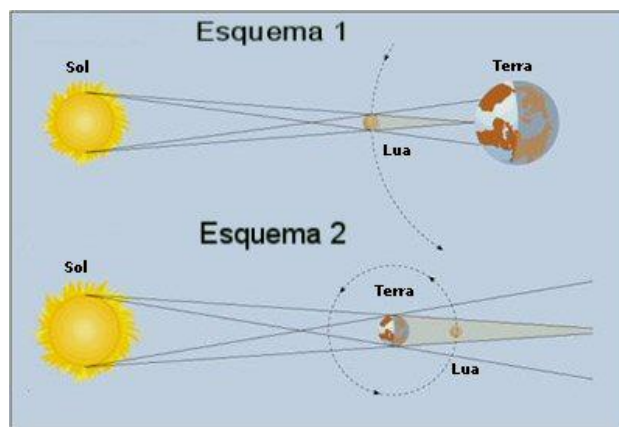
.....

b) De acordo com a imagem, o que está acontecer nos pólos?

.....

c) Completa as frases: No Verão, no hemisfério Norte e ao meio-dia, o comprimento das sombras é e o Sol encontra-se no céu. Nesta estação do ano os dias são e e as noites são curtas.

6- Observa os dois esquemas a seguir:



a) Que fenómeno ocorre de acordo com cada esquema?

1: 2:

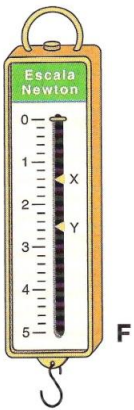
b) Escreve o nome da fase em que se encontra a Lua de acordo com cada esquema.

1: 2:

c) De acordo com o esquema 1, indica o nome dos três eclipses que são possíveis ocorrer.

.....
.....
.....

7- Observa o seguinte instrumento F:



a) Qual é o nome do instrumento? Para que serve?

.....
.....

b) Supõe que se suspendiam dois corpos X e Y no instrumento e que se obtinham as medidas indicadas. Indica as medidas X e Y:

X: Y:

8- Na escola mediu-se o peso e a massa de uma bola, tendo-se obtido os seguintes valores:

$$P = 15 \text{ N} \qquad m = 1,5 \text{ Kg}$$

a) Que instrumento se usou para medir a massa?

.....

b) Se esta experiência tivesse sido feita por um astronauta na Lua obtinham-se os mesmos valores? Justifica a tua resposta.

.....

9- No laboratório o Joaquim mediu o peso e a massa de vários corpos e registou os resultados obtidos na seguinte tabela:

a) Calcula o valor x da tabela.

P (N)	m (kg)
1,2	0,12
0,8	0,08
11	x

b) Que relação existe entre o peso e a massa?

ANEXO L

AUTORIZAÇÃO DE USO DE DADOS DO AGRUPAMENTO

Ana Paula Guimarães Simões Carrito, Diretora e Presidente do Conselho Pedagógico do Agrupamento de Escolas de Paião, declara, para os devidos efeitos, que autoriza Helder José Carvalheiro Ramalho a usar os dados recolhidos, pelo próprio, sobre o sucesso dos alunos na disciplina de Físico-Química relativo aos anos letivos de 2012/23, 2013/14 e 2014/15, bem como os dados do sucesso dos alunos do 7.º ano de escolaridade nas várias disciplinas em 2014/15, num estudo sobre “A utilização da mesa interativa por multitoque na sala de aula e o seu impacto na aprendizagem de conteúdos de Astronomia”.

Os dados referidos destinam-se à concretização do 3.º Ciclo de Estudos em Educação, na Universidade da Covilhã, sob orientação dos professores doutores Fátima Simões e Paulo Parada.

Paião, 11 de dezembro de 2017



ANEXO M



Agrupamento de Escolas do Paião

Escola Sede: Escola Básica dos 2º e 3º Ciclos Dr. Pedrosa Veríssimo



REPÚBLICA
PORTUGUESA

EDUCAÇÃO

161378

Ano de Escolaridade / Nível: 7º ano Turma B		Disciplina: Físico-Química		Ano Letivo: 2016/2017
Unidades / Domínios	Conteúdos / Subdomínios	Objetivos	Descritores/Atividades	Avaliação
Espaço	Universo	1. Conhecer e compreender a constituição do Universo, localizando a Terra, e reconhecer o papel da observação e dos instrumentos na nossa perceção do Universo.	<p>1.1 Distinguir vários corpos celestes (planetas, estrelas e sistemas planetários; enxames de estrelas, galáxias e enxames de galáxias).</p> <p>1.2 Identificar a teoria do <i>Big Bang</i> como descrição da origem e evolução do Universo e indicar que este está em expansão desde a sua origem</p> <p>1.3 Indicar o modo como os corpos celestes se organizam, localizando a Terra.</p> <p>1.4 Indicar qual é a nossa galáxia (Galáxia ou Via Láctea), a sua forma e a localização do Sol nela.</p> <p>1.5 Identificar a observação por telescópios (de luz visível e não visível, em terra e em órbita) e as missões espaciais (tripuladas e não tripuladas) como meios essenciais para conhecer o Universo.</p> <p>1.6 Dar exemplos de agências espaciais (ESA e NASA), de missões tripuladas (missões Apolo e Estação Espacial Internacional) e não tripuladas (satélites artificiais e sondas espaciais) e de observatórios no solo (ESO).</p> <p>1.7 Distinguir galáxias pela sua forma, utilizando a mesa interativa.</p> <p>1.8 Indicar o que são constelações e dar exemplos de constelações visíveis no hemisfério Norte (Ursa Maior e Ursa Menor) e no hemisfério Sul (Cruzeiro do Sul).</p> <p>1.9 Associar a estrela Polar à localização do Norte no hemisfério Norte e explicar como é possível localizá-la a partir da Ursa Maior.</p> <p>1.10 Indicar que a luz emitida pelos corpos celestes pode ser detetada ou não pelos nossos olhos (luz visível ou invisível).</p> <p>1.11 Identificar Galileu como pioneiro na utilização do telescópio na observação do céu (descobertas do relevo na Lua, fases de Vénus e</p>	<p>Ficha de avaliação diagnóstica</p> <p>Ficha de trabalho</p> <p>Mini ficha</p> <p>Registo de observações</p> <p>Trabalho de casa</p> <p>Trabalho prático / experimental</p>

	<p>Distâncias no Universo</p>	<p>2. Conhecer algumas distâncias no Universo e utilizar unidades de distância adequadas às várias escalas do Universo.</p>	<p>satélites de Júpiter).</p> <p>1.12 Caracterizar os modelos geocêntrico e heliocêntrico, enquadrando-os historicamente (contributos de Ptolomeu, Copérnico e Galileu).</p> <p>.</p> <p>2.1 Converter medidas de distância e de tempo às respetivas unidades do SI.</p> <p>2.2 Representar números grandes com potências de base dez e ordená-los.</p> <p>2.3 Indicar o significado de unidade astronómica (ua), converter distâncias em ua a unidades SI (dado o valor de 1 ua em unidades SI) e identificar a ua como a unidade mais adequada para medir distâncias no sistema solar.</p> <p>2.4 Construir um modelo de sistema solar usando a ua como unidade e desprezando as dimensões dos diâmetros dos planetas.</p> <p>2.5 Interpretar o significado da velocidade da luz, conhecido o seu valor.</p> <p>2.6 Interpretar o significado de ano-luz (a.l.), determinando o seu valor em unidades SI, converter distâncias em a.l. a unidades SI e identificar o a.l. como a unidade adequada para exprimir distâncias entre a Terra e corpos fora do sistema solar.</p> <p>2.7 Indicar unidades de distância adequadas para medir distâncias, utilizando a mesa interativa.</p> <p>2.8 Realizar cálculos simples com proporcionalidade direta, usando a mesa interativa</p>	<p>Ficha de avaliação escrita</p> <p>Registo de observações</p> <p>Trabalho experimental/prático</p> <p>Mini ficha</p> <p>Registo de observações</p>
	<p>Sistema solar</p>	<p>3. Conhecer e compreender o sistema solar, aplicando os conhecimentos adquiridos</p>	<p>3.1 Relacionar a idade do Universo com a idade do sistema solar e indicar como se formou o sistema solar</p> <p>2.2 Identificar os tipos de astros do sistema solar.</p> <p>3.2 Distinguir planetas, satélites de planetas e planetas anões.</p> <p>3.3 Indicar que a massa de um planeta é maior do que a dos seus satélites.</p> <p>3.4 Indicar que as órbitas dos planetas do sistema solar são aproximadamente circulares.</p> <p>3.5 Ordenar os planetas de acordo com a distância ao Sol e classificá-los quanto à sua constituição (rochosos e gasosos) e localização relativa (interiores e exteriores).</p> <p>3.6 Definir períodos de translação e de rotação de um astro.</p>	<p>Ficha de trabalho</p> <p>Trabalho de casa</p>

	<p>A Terra, a Lua e as forças gravíticas</p>	<p>4. Conhecer e compreender os movimentos da Terra e da Lua.</p>	<p>3.7 Indicar que o Sol é o astro de maior tamanho e massa do sistema solar, que tem movimentos de translação em torno do centro da Galáxia e de rotação em torno de si próprio.</p> <p>3.8 Interpretar informação sobre planetas contida em tabelas, gráficos ou textos, identificando semelhanças e diferenças, relacionando o período de translação com a distância ao Sol e comparando a massa dos planetas com a massa da Terra.</p> <p>3.9 Distinguir os planetas do sistema solar e indicar as suas características principais, utilizando a mesa interativa.</p> <p>3.10 Distinguir asteroides, cometas e meteoroides.</p> <p>3.11 Identificar, numa representação do sistema solar, os planetas, a cintura de asteroides e a cintura de Kuiper.</p> <p>3.12 Associar a expressão «chuva de estrelas» a meteoros e explicar a sua formação, assim como a relevância da atmosfera de um planeta na sua proteção.</p> <p>3.13 Concluir que a investigação tem permitido a descoberta de outros sistemas planetários para além do nosso, contendo exoplanetas, os quais podem ser muito diferentes dos planetas do sistema solar.</p> <p>4.1 Indicar o período de rotação da Terra e as consequências da rotação da Terra.</p> <p>4.2 Medir o comprimento de uma sombra ao longo do dia, traçar um gráfico desse comprimento em função do tempo e relacionar esta experiência com os relógios de sol.</p> <p>4.3 Explicar como nos podemos orientar pelo Sol à nossa latitude.</p> <p>4.4 Indicar o período de translação da Terra e explicar a existência de anos bissextos.</p> <p>4.5 Interpretar as estações do ano com base no movimento de translação da Terra e na inclinação do seu eixo de rotação relativamente ao plano da órbita.</p> <p>4.6 Identificar, a partir de informação fornecida, planetas do sistema solar cuja rotação ou a inclinação do seu eixo de rotação não permite a existência de estações do ano.</p> <p>4.7 Associar os equinócios às alturas do ano em que se iniciam a primavera e o outono e os solstícios às alturas do ano em que se inicia o verão e o inverno.</p>	<p>Mini ficha Registo de observações</p> <p>Trabalho experimental/ prático</p> <p>Ficha de avaliação escrita</p> <p>Ficha de trabalho</p> <p>Trabalho de casa</p> <p>Ficha de avaliação escrita</p>
--	---	---	---	---

		<p>5. Compreender as ações do Sol sobre a Terra e da Terra sobre a Lua e corpos perto da superfície terrestre, reconhecendo o papel da força gravítica.</p>	<p>4.8 Identificar, num esquema, para os dois hemisférios, os solstícios e os equinócios, o início das estações do ano, os dias mais longo e mais curto do ano e as noites mais longa e mais curta do ano.</p> <p>4.9 Identificar a Lua como o nosso único satélite natural, indicar o seu período de translação e de rotação e explicar por que razão, da Terra, se vê sempre a mesma face da Lua.</p> <p>4.10 Interpretar, com base em representações, as formas como vemos a Lua, identificando a sucessão das suas fases nos dois hemisférios, utilizando a mesa interativa.</p> <p>4.11 Associar os termos sombra e penumbra a zonas total ou parcialmente escurecidas, respetivamente.</p> <p>4.12 Interpretar a ocorrência de eclipses da Lua (total, parcial, penumbral) e do Sol (total, parcial, anular) a partir de representações, indicando a razão da não ocorrência de eclipses todos os meses.</p> <p>5.1 Caracterizar uma força pelos efeitos que ela produz, indicar a respetiva unidade no SI e representar a força por um vetor.</p> <p>5.2 Indicar o que é um dinamómetro e medir forças com dinamómetros, identificando o valor da menor divisão da escala e o alcance do aparelho.</p> <p>5.3 Concluir, usando a queda de corpos na Terra, que a força gravítica se exerce à distância e é sempre atrativa.</p> <p>5.4 Representar a força gravítica que atua num corpo em diferentes locais da superfície da Terra.</p> <p>5.5 Indicar que a força gravítica exercida pela Terra sobre um corpo aumenta com a massa deste e diminui com a distância ao centro da Terra.</p> <p>5.6 Associar o peso de um corpo à força gravítica que o planeta exerce sobre ele e caracterizar o peso de um corpo num dado local.</p> <p>5.7 Distinguir peso de massa, assim como as respetivas unidades SI.</p> <p>5.8 Concluir, a partir das medições do peso de massas marcadas, que as grandezas peso e massa são diretamente proporcionais.</p> <p>5.9 Indicar que a constante de proporcionalidade entre peso e massa depende do planeta e comparar os valores dessa constante à superfície da Terra e de outros planetas a partir de informação fornecida.</p>	<p>Mini ficha</p> <p>Registo de observações</p> <p>Ficha de trabalho</p> <p>Trabalho prático / experimental</p> <p>Ficha de trabalho</p> <p>Ficha de avaliação escrita</p>
--	--	---	---	--

			<p>5.10 Aplicar, em problemas, a proporcionalidade direta entre peso e massa, incluindo a análise gráfica.</p> <p>5.11 Indicar que a Terra e outros planetas orbitam em torno do Sol e que a Lua orbita em torno da Terra devido à força gravítica.</p> <p>5.12 Indicar que a física estuda, entre outros fenómenos do Universo, os movimentos e as forças.</p>	
--	--	--	---	--

Recursos: Quadro interativo, mesa interativa por multitoque, computadores, sistema Sol-Tera-Lua, telescópios, planetário, planetário virtual e observatório astronómico