

UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

# Modelação de sistemas experimentais em ToonTalk para Ambientes Educativos: Ciclo da Água

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM  
MATEMÁTICA E CIÊNCIAS DA NATUREZA

LUÍS MANUEL MESQUITA DOS SANTOS



Vila Real, 2009



## ÍNDICE

ÍNDICE GERAL	1
AGRADECIMENTOS	5
RESUMO	7
ABSTRACT	9
ÍNDICE DE TABELAS, GRÁFICOS E FIGURAS	11
SÚMULA	15
1 - INTRODUÇÃO	19
1.1 - Motivação e Contextualização	19
1.2 - Objectivos em Estudo	22
2 - REVISÃO DA LITERATURA	23
2.1 - Modelos de aprendizagem	23
2.1.1 – Os vários modelos de aprendizagem	23
2.1.2 - O modelo cognitivista/construtivista	27
2.1.3 - O Socioconstrutivismo ou Construtivismo Social	31
2.1.4 - O Construcionismo	34
2.2 – Abordagens pedagógicas nas salas de aulas de Ciências	37
2.2.1 - Diferentes formas de abordagem lectiva nas aulas de Ciências	37
2.2.2 - Ensino por transmissão de conhecimentos	41
2.2.3 - Ensino pela descoberta	43
2.2.4 - Ensino por mudança conceptual.	45
2.2.5 - Ensino Por Pesquisa	48
2.3 - A Tecnologia Educativa no ensino das Ciências	53
2.3.1 - O aparecimento das TE no ensino e sua evolução	53
2.3.2 - Diferentes formas de abordagem das TE na sala de aula	56

3 - A PROGRAMAÇÃO NA SALA DE AULA	59
3.1 - O aparecimento da programação	59
3.2 - As primeiras linguagens de programação com fins educativos	61
3.3 - A linguagem de programação ToonTalk	65
4 - O PROJECTO PLAYGROUND	70
5 - A ÁGUA E A HUMANIDADE	75
5.1 - A água, uma substância vital mas também um <i>produto químico</i>	75
5.2 - A água e os estados da Matéria	78
5.3 - Fenómenos naturais da água	80
5.3.1 - Água como solvente. Dissolução	80
5.3.2 - A fusão e a solidificação	82
5.3.3 - Evaporação	84
5.3.4 - Condensação	86
5.3.5 - Precipitação	90
5.3.6 - Escoamento superficial	94
5.3.7 - Infiltração	95
5.4 – O Ciclo da Água	97
6 - METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO E DESENVOLVIMENTO	101
6.1 - Enquadramento metodológico	101
6.2 - Métodos e instrumentos de recolha de dados	107
6.3 - Descrição do estudo	111
6.4 - Sujeitos envolvidos no estudo	116
6.5 - O desenrolar do trabalho	119
7 - APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	123
7.1 - Conteúdos e competências abordadas	123
7.2 - Compatibilidade entre ToonTalk e o currículo	128
7.3 - Evolução dos trabalhos dos alunos	131

7.4 - Descrição dos resultados	148
8 - OBSERVAÇÕES FINAIS	160
8.1 - Síntese crítica do trabalho	160
8.2 - O papel do investigador/ professor	163
8.3 - Limitações do Estudo	164
8.4 - Sugestões para Trabalhos Futuros	165
8.5 - Notas finais	167
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	169
ABREVIATURAS USADAS	180
ANEXOS	181
Anexo 1 – Trabalho de Campo	183
Anexo 2 – Diário de bordo	191
Anexo 3 – Trabalhos realizados pelos alunos	205



## AGRADECIMENTOS

Ao meu pai, que desde sempre velou pela minha educação e formação, que tanto me incentivou a trilhar este caminho e no meio deste trabalho partiu...

À minha mãe pelo orgulho que sempre teve em mim.

À minha esposa e aos meus filhos pela motivação e apoio que sempre me manifestaram. Pela imensa paciência mostrada quando não vos pude dedicar o tempo que vocês mereciam. Espero que o alcançar deste projecto possa manifestar dias mais risonhos!!!

À Dra. Emília Giraldes e ao Dr. Carlos Coke, coordenadores deste mestrado, pela força que me deram, ao me incentivarem a não desistir, não me esqueço das palavras “*só desistem os fracos!*”.

Ao Dr. Norberto Gonçalves pelo convite e desafio que me lançou, que esta obra fez brotar. Obrigado pela confiança depositada em mim e pelos conhecimentos que ao meu dispor colocou.

Ao Dr. Leonel Morgado, toda a dedicação e empenho que manifestou à minha disposição. A sua experiência foi uma grande alavanca desta dissertação.

À Dra. Manuela Jorge, que tem uma vida dedicada ao ensino e à educação, pela simpatia com que me recebeu e pela disponibilidade manifestada.

A todos vocês o meu

**MUITO OBRIGADO.**

“ *Mestre não é quem sempre ensina, mas quem de repente aprende.* ”

João Guimarães Rosa



## RESUMO

Uma boa aprendizagem científica e um ensino das Ciências com qualidade são hoje considerados elementares na formação de cidadãos preparados para a sociedade tecnológica, nesta época pós-moderna. Embora existam excelentes práticas veiculadas acerca do ensino tradicional das ciências, hoje, a aprendizagem tem implícita a aquisição de múltiplas e modernas competências, da parte de alunos e professores. As tecnologias e metodologias postas presentemente à disposição dos docentes são muitas e é imprescindível que o docente delas saiba retirar o maior proveito.

Em 1968 nasceu a primeira versão da linguagem de programação Logo, a primeira a ser criada com fins educativos para o público mais jovem, por uma equipa formada por Seymour Papert, Dan Bobrow e Wallace Feurzeig. Ao criar este *software*, a principal preocupação destes investigadores era conceber uma ferramenta que se pudesse relacionar com a aprendizagem da matemática. A partir daí muitos foram os avanços, novas linguagens surgiram, o uso educativo da programação estendeu-se a todas as áreas educativas, através de vários projectos que foram surgindo para promover e desenvolver o seu uso.

Um desses projectos foi o Playground, que envolveu vários parceiros europeus no Reino Unido, Portugal, Suécia e Eslováquia, que envolvia simultaneamente as componentes: académica e comercial. Cumulativamente com estas, pretendiam-se promover as competências especializadas de investigação em informática e educação. Contou com a participação de crianças dos 4 aos 8 anos que criaram 2 recreios computacionais, um na linguagem ToonTalk, uma linguagem de programação animada, e outro na linguagem Imagine, uma versão gráfica do Logo. Nestes recreios, as crianças foram envolvidas a projectar e desenvolver jogos e a jogá-los.

Este projecto motivou o presente trabalho, que consistiu na realização de um estudo com seis alunos do 2º ciclo do Ensino Básico, com o intuito de aplicar em ambiente educativo a ferramenta de programação ToonTalk, tendo a temática da água como matéria basilar; como objecto de estudo, foram também observadas as atitudes e reacções destes alunos enquanto manipulavam este programa. Esta investigação assumiu um carácter qualitativo, descrevendo e interpretando as observações do grupo de alunos escolhidos, enquanto caso de estudo.

Em termos gerais, a revisão bibliográfica do presente trabalho de dissertação compreendeu uma pesquisa acerca de modelos de aprendizagem, abordagens pedagógicas no ensino das

ciências e tecnologias de informação e comunicação no ensino.

É apresentado um pequeno estudo sobre a água, apresentando-se esta enquanto molécula, produto químico, com as características inerentes que estão por trás das propriedades observáveis. Abordaram-se os fenómenos recorrentes na natureza a ela associados e os estados em que ela se apresenta. Foi também estudada toda a sua circulação pelo planeta, o designado Ciclo Hidrológico, as condições que estão subjacentes a essa circulação e a sua dimensão. Por fim, focou-se a influência do homem no desenrolar normal desse ciclo.

**Palavras-chave:** água, ciclo da água, TIC, programação no ensino básico, ToonTalk, ciências da natureza.

## ABSTRACT

An adequate learning and quality teaching of science are nowadays considered an essential part of the education of citizens, in order to prepare them to the technological society in a post-modern age. While there are excellent resources on how to conduct traditional teaching methods of science, learning nowadays implies that students and teachers acquire various modern skills. Technologies and methodologies currently available to teachers are varied, and its essential for teachers to be able to fully leverage them.

In 1968 the first version of the Logo programming language came to be. This was the first programming language created with children's education in mind, by the team of Seymour Papert, Dan Bobrow, and Wallace Feurzeig. By creating this software, the main concern of these researchers was to develop a tool that could link with the learning of mathematics. Since then, many advances saw the light of day, new languages appeared, and their use widened, reaching into all educational fields, through various projects that promoted and developed their use.

One such projects was Project Playground, which involved various European partners, in the United Kingdom, Portugal, Sweden, and Slovakia, and joined the academic and business viewpoints. In concert, it aimed to bring together specialised skills in computer science research and educational research. It focused on children aged 4 to 8, which created 2 computational playgrounds, one using the ToonTalk language (an animated programming language), the other using the Imagine language, a graphic version of Logo. In these playgrounds, children would be involved in the design, development, and play of their own games.

This project inspired the present work, where a study was conducted with six students of the 6th grade of Basic Education, with the aim of applying the ToonTalk programming tool in an education environment, focusing on the water as a subject matter; as an object of study, the attitudes and reactions of students while using the program were also observed. This research was qualitative in nature, describing and interpreting the selected students as a case study.

Generally, the literature review of this research work involved a review of learning models, teaching approaches to science education and on the use of information and communication technologies in education.

A small study on water is also presented. Water is described as a molecule and as a chemical,

with its inherent features that explain its visible properties. Common natural phenomena associated with water are put forward, as well as its states. The water cycle on the planet was also studied - the hydrological cycle - as well as the conditions underlying that circulation and its dimension. Finally, a study was made on humankind's influence in the normal development of this cycle.

**Keywords:** water, water cycle, ICT, programming in primary school, ToonTalk, Natural Sciences.

## ÍNDICE DE TABELAS E FIGURAS

<b>Tabela 1</b> – Os 6 modelos ou teorias da aprendizagem. (Oliveira & Oliveira, 1999) .....	24
<b>Tabela 2</b> – Teorias Contemporâneas da Educação (Bertrand, 1991) .....	24
<b>Figura 1</b> – Esquema do Paradigma Construtivista. Adaptado de Tavares et al 2007 .....	28
<b>Figura 2</b> - Etapas da aprendizagem segundo Vygotsky. Adaptado de Carrara, 2004 .....	32
<b>Figura 3</b> – Esquema do Paradigma construcionista (Albuquerque (2000) .....	35
<b>Figura 4</b> – Principais perspectivas de ensino das Ciências (adaptado de Cachapuz, 2000) .	40
<b>Figura 5</b> – Perspectiva do ensino por transmissão de conhecimentos. (Lucas, 2003) .....	42
<b>Figura 6</b> – Perspectiva de Ensino pela Descoberta. (Adaptado de Lucas, 2003) .....	44
<b>Figura 7</b> – O "V" de Gowin aplicado numa actividade .....	47
<b>Figura 8</b> – Perspectiva do ensino pela mudança conceptual. (Lucas, 2003) .....	48
<b>Figura 9</b> – Perspectiva do ensino por pesquisa. (Adaptado de Lucas, 2003) .....	50
<b>Figura 10</b> – Ensino Por Pesquisa (Cachapuz, Praia & Jorge, 2000) .....	52
<b>Figura 11</b> – Pólos da utilização pedagógica do computador. Adaptado de Valente (1993) ..	57
<b>Tabela 3</b> – Termos comuns da informática e Equivalentes em ToonTalk (Kahn, 2004) .....	66
<b>Figura 12</b> – "Estrutura de Lewis" da ligação química da água. (Lehninger, 1991) .....	75
<b>Figura 13</b> – Nuvem electrónica da molécula da água Fonte: QMCWEB .....	76
<b>Figura 14</b> – Geometria molecular da água [P-H, 2004] .....	77
<b>Figura 15</b> – Pontes de hidrogénio entre moléculas de água [P-H, 2004] .....	77
<b>Figura 16</b> – Linhas de separação das mudanças de estado em função da temperatura e da pressão atmosférica (Deus et al., 1992) .....	79
<b>Figura 17</b> – Dissolução do sal na água [P-H, 2004] .....	80
<b>Figura 18</b> – Dissolução do etanol na água [P-H, 2004] .....	80
<b>Figura 19</b> – Estrutura cristalina do gelo (Lehninger, 1991) .....	83
<b>Figura 20</b> – Densidade da água em função da temperatura (Deus et al., 1992) .....	84

<b>Figura 21</b> – Variação do Ponto de Saturação de uma massa de ar em função da temperatura .....	87
<b>Figura 22</b> – Os vários tipos de nuvens .....	89
<b>Figura 23</b> – Distribuição global da taxa de precipitação para condições médias anuais .....	93
<b>Figura 24</b> – Bacias hidrográficas de Portugal continental .....	94
<b>Figura 25</b> – Esquema de diferentes tipos de aquífero e respectiva exploração humana .....	96
<b>Tabela 4</b> – Quantidades e percentagens dos vários tipos de água na Terra .....	98
<b>Figura 26</b> - Quantidade de água existente na Terra e as transferências ocorridas anualmente no ciclo da água. ....	99
<b>Figura 27</b> – Planta da Sala TIC ou sala 23 .....	114
<b>Tabela 5</b> – Estrutura e desenvolvimento da Intervenção .....	119
<b>Tabela 6</b> – Competências específicas da disciplina de Ciências da Natureza - 5º Ano .....	124
<b>Tabela 7</b> – Planificação de Médio Prazo da Unidade III .....	125
<b>Figura 28</b> – Primeiro trabalho realizado por AF em 2008/05/02 .....	136
<b>Figura 29</b> – Trabalho de uma aluna que assinou Lara Croft .....	138
<b>Figura 30</b> – Primeiro trabalho sobre o ciclo da água realizado por RJ .....	140
<b>Figura 31</b> – Primeiro trabalho do ciclo da água de MG .....	141
<b>Figura 32</b> – Experiência da não solubilidade da areia na água. Trabalho realizado por PT em 23-05-08 .....	142
<b>Figura 33</b> – Modelação da experiência da solubilidade do sal na água realizada por SL ...	143
<b>Figura 34</b> – Modelação da experiência da dissolução do açúcar na água, realizada por RJ em 23-05-08. É visível a queda de um torrão de açúcar no Gobelé .....	145
<b>Figura 35</b> – Ciclo da Água final. Realizado por PT em 06-06-2008 .....	146
<b>Figura 36</b> – Ciclo da água onde é visível a infiltração e a precipitação em forma de chuva e neve. Também é visível o raiar do sol. O ruído do rio não pode, é claro, ser visto! .....	147
<b>Figura 37</b> – Nesta captura de ecrã pode ser vista a evaporação e o retorno do sol à primeira forma. ....	148
<b>Figura 38</b> – Alteração do jogo Pong Game, com a introdução de raquetas que são obstáculos físicos .....	151

<b>Figura 39</b> – Trabalho realizado por SL em 02-05-2008. Graficamente é diferente do de AF, mas as regras são as mesmas, tal como a pinga que mascara a bola .....	152
<b>Figura 40</b> – Primeiro ciclo da água feito por SL em 09-05-2008 .....	154
<b>Figura 41</b> – As três experiências modeladas por MG em interacção com os colegas do grupo e com o professor .....	155
<b>Figura 42</b> – Ciclo da água final realizado por RJ .....	157



## SÚMULA

A dissertação foi organizada e ordenada da seguinte forma:

No capítulo inicial, apresentam-se os motivos que delinearão esta tese, assim como as questões orientadoras do estudo. São reafirmados todos os desenvolvimentos nas diferentes áreas que foram abordadas neste trabalho

No capítulo 2, descrevem-se os principais conceitos associados à psicologia do desenvolvimento e da aprendizagem, da didáctica das ciências, do uso das tecnologias de informação e comunicação, (TIC) e as suas implicações nas actividades lectivas.

O ponto de partida foi a revisão da literatura inerente ao enquadramento teórico do estudo, principiando-se por uma abordagem das teorias epistemológicas aceites pela comunidade académica e científica, sobre o desenvolvimento e aprendizagem de crianças e jovens. Essas teorias ou paradigmas são estudadas pelos futuros professores na sua formação inicial e em muito menor escala na sua formação contínua. Estas, como já foi referido, norteiam as várias práticas educativas e pedagógicas, servindo de alicerce às metodologias educativas postas em prática.

Prossegue-se com uma abordagem dos métodos de ensino mais usuais, desde os mais tradicionais aos mais «recentes», em ambiente lectivo, seguida pelos modelos de ensino que se impõem actualmente no desenvolvimento das actividades escolares.

Expõe-se o aparecimento das novas TIC, tecnologias estas que formam um conjunto de recursos variados desde o vídeo, à internet passando pelo computador, cujo uso pode ser fundamentado em variadas estratégias, de acordo com a perspectiva que tem do ensino quem as fomenta. Destas dá-se especial relevo à informática e ao seu uso em função das várias teorias de aprendizagem. Houve sempre a preocupação de não as expor como um “remédio milagreiro”, mas como apenas mais uma ferramenta ao serviço dos professores e alunos, que poderá proporcionar novas oportunidades de aprendizagem.

No capítulo 3, fala-se do aparecimento da programação de computadores no ensino, expõem-se as linguagens que mais se destacaram e destacam. Especial relevo mereceu a ferramenta e linguagem ToonTalk, que foi utilizada no trabalho de campo, e a sua aplicação como ferramenta educativa em particular.

Este capítulo está todo ele ligado à programação de computadores no ensino, nomeadamente

no ensino básico, e toda a problemática com ela relacionada. Principia-se pelo seu aparecimento no ensino de crianças e jovens, passa-se à sua divulgação e uso à escala global, e termina-se na linguagem ToonTalk.

No capítulo 4 é descrito o projecto Playground e toda a filosofia que lhe esteve subjacente. Expõem-se os objectivos que o nortearam, o seu público-alvo e os impulsionadores que o desenvolveram. No final também é dado relevo à avaliação do projecto.

No capítulo 5 abordam-se os conceitos inter-relacionados com a água, sendo esta estudada na dinâmica do ciclo da água, as suas diversas fases e transições entre elas. Apresenta-se, neste capítulo, um pequeno estudo sobre a água, esse bem que é considerado, pelo povo e por doutores, «a fonte da vida». Esta pesquisa centrou-se na água no âmbito do *ciclo da água* que ocorre na natureza. Faz-se uma apresentação da água enquanto molécula, produto químico, com as características físico-químicas inerentes que «estão por trás» das propriedades observáveis. Abordam-se os fenómenos recorrentes na natureza a ela associados e os estados em que ela se apresenta. Foi também estudada e apresenta-se toda a sua circulação pelo planeta, o designado Ciclo Hidrológico, as condições que estão subjacentes a essa circulação, bem como a sua dimensão.

No capítulo 6 faz-se uma descrição do estudo desenvolvido, apresentando-se a sua fundamentação, enunciando-se os seus objectivos e descrevendo-se as acções implementadas e os instrumentos utilizados.

No início são esclarecidos todos os conceitos em causa, bem como a terminologia usada em função dos autores referenciados nesta obra.

São feitas breves descrições dos principais paradigmas, das metodologias empregues, instrumentos usados e os critérios de análise, tendo em conta o contexto deste trabalho, as ferramentas necessárias e o tema a ele subjacente.

No capítulo 7, apresentam-se os resultados do estudo realizado e igualmente uma discussão da sua relevância.

Nesta apresentação começa-se por se descrever o conteúdo e as competências escolares que se abordaram neste trabalho, e a compatibilidade entre o currículo e o ToonTalk. Continua-se com a descrição e evolução dos trabalhos desenvolvidos durante as várias etapas, fazendo-se uma abordagem e descrição dos respectivos resultados.

Finalmente, no capítulo 8 brotam as conclusões do trabalho e escorrem-se caminhos para possíveis trabalhos futuros.

Neste capítulo, além de se apresentarem as conclusões do trabalho, realiza-se também uma análise e síntese do trabalho realizado, focando-se as principais contribuições. Faz-se ainda uma exposição dos limites que confinaram este estudo, e finalmente, com base nestes, sugestões para futuros trabalhos neste domínio.



## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 - Motivação e contextualização

Quando me inscrevi neste curso de mestrado, pretendia aprender mais, actualizar-me, sentir-me mais apetrechado enquanto profissional, para cumprir a minha missão, proporcionar aprendizagens de forma mais motivadora a crianças e jovens que frequentam a minha escola.

Para cumprir a sua missão, o professor tem de ter uma preparação ou seja um grande conhecimento e domínio de pelo menos duas áreas distintas: conhecimentos científicos da área que lecciona e conhecimento da envolvente didáctica e pedagógica dessa área. Ambos concorrem de igual forma para o seu sucesso profissional. Procurei, ao iniciar este trabalho, valorizar-me em ambos.

Também este trabalho é constituído por duas componentes ou domínios distintos. Um primeiro domínio, o domínio das ciências, onde foi feito um estudo sobre a água no contexto da dinâmica e problemática em torno do ciclo da água. O segundo domínio o domínio da educação, mais concretamente na área das tecnologia de informação e comunicação, onde se aplica em ambiente educativo a ferramenta de programação ToonTalk em redor da problemática da água abordada no primeiro domínio. Estes dois domínios no âmbito deste trabalho, complementam-se tornando-se na sua face e no seu verso.

Neste século, e baseado nas variadas investigações efectuadas nesta área, forçosamente temos de pensar numa visão diferente do ensino das ciências no Ensino Básico. A aprendizagem das Ciências é importantíssima, quando se pretende garantir uma geração com potencialidades de inovar. A comunidade reivindica uma nova forma de ensinar ciências, não ministrar apenas conteúdos, mas educar cidadãos com competências científicas, conforme podemos ver nas seguintes opiniões avalizadas:

- *“Ao aprender ciência, os alunos devem encontrar certos valores como a alta estima votada à curiosidade, à criatividade, à imaginação e à beleza como parte da sua experiência e não como afirmações vazias”* (Rutherford & Ahlgren, 1995).
- *“A ciência e a tecnologia definem-se tanto por aquilo que fazem e como o fazem como pelos resultados que obtêm. Para as compreenderem, como modos de pensar e de agir, é necessário que os alunos adquiram alguma experiência com os tipos de*

*pensamento e acção típicos dessas áreas” (Rutherford & Ahlgren, 1995).*

- *“A ciência é mais do que um corpo de informação e um modo de acumular e validar essa informação. É também uma actividade social que incorpora certos valores humanos” (Brian Kahn, 1991).*

O estudo, por razões óbvias, não pode contemplar todos os conteúdos das ciências; teve-se que optar por apenas um, e a escolha recaiu pelo tema «A Água». Desde o aparecimento da humanidade esta esteve sempre ligada ao homem, como «alimento vital», forma de manter a higiene pessoal, proporcionadora de actividades lúdicas, via de transporte, condicionando até a sua fixação ou sedentarismo.

Em circunstâncias normais, é a única substância que existe no planeta, nos três estados da matéria, sólido, líquido e gasoso. A sua coexistência nestes três estados implica que existam deslocações permanentes de água de um estado para outro. A uma escala planetária, as mudanças de fases surgem numa sequência fechada de fenómenos pelos quais a água passa da litosfera, para a hidrosfera e para a atmosfera designada por ciclo da água ou ciclo hidrológico.

Curiosamente a maioria das investigações científicas foca apenas uma ou várias componentes da água sendo escassos os trabalhos que foquem o ciclo da água na sua globalidade. Este estudo pretendeu pois reunir conhecimentos relativos aos vários processos que ocorrem cadenciadamente na natureza e agrupá-los de forma globalizante nesta obra.

A água serviu também de mote ao segundo domínio do trabalho, o educativo. Ao defender um novo paradigma para o ensino das ciências, forçosamente tinha de abordar as actividades a desenvolver no âmbito desse mesmo paradigma.

As tecnologias de informação e comunicação, doravante designadas por TIC, são uma ferramenta que sempre me cativou, pela novidade que encerra em si e pelo fascínio que provoca em crianças e jovens. Este fascínio é um trunfo que a educação pode e deve explorar, tentando proporcionar outras oportunidades de aprendizagem, principalmente para os que não obtiveram de outras formas sucesso educativo. As TIC podem mediar, com a ajuda do professor, a aprendizagem de novos conceitos, promovendo diferentes experiências pedagógicas. Possibilita diferentes formas de comunicação dos conhecimentos apreendidos. Há já algum tempo que têm, à escala global e até em Portugal, sido trilhados alguns caminhos neste âmbito.

Um destes trilhos foi o projecto Playground, um projecto que a nível europeu envolveu crianças de diferentes culturas e línguas, construindo através das linguagens de programação

Logo e ToonTalk, os seus próprios jogos. Este projecto motivou-me e levou-me a interrogar, “por que não concretizá-lo com jovens do 2º ciclo, em ambiente educativo sobre a água, que é um tema da disciplina de Ciências da Natureza”. Claro está que a escolha deste escalão etário e deste campo de conhecimento está relacionado com a minha vida profissional enquanto professor de ciências da natureza do 2º ciclo. Este projecto teve uma grande mobilidade de meios e de recursos humanos e uma grande estrutura envolvida, num período contínuo de tempo. Não poderia ser aplicado integralmente neste estudo. Aqui pretendeu-se, utilizando as estruturas desenvolvidas e publicadas na cidade Playground, modelar animações existentes em componentes do ciclo da água, usando apenas uma das linguagens.

Este projecto envolvia as duas linguagens de programação já referidas sendo impossível por questões temporais integrar as duas neste trabalho. Foi escolhida, por minha opção pessoal, a linguagem ToonTalk que é simultaneamente um ambiente de programação e um jogo, cujo código-fonte é animado, baseado nas construções Lego, nos desenhos animados e jogos de vídeo, permitindo aos jovens construir os seus próprios programas.

Com esta ferramenta as crianças constroem modelações dos conceitos apreendidos. Pensam na concepção do seu projecto, pensam enquanto os constroem e pensam no final, fazendo a sua depuração se necessário. *“Aprendemos melhor fazendo, mas aprendemos ainda melhor, se além de fazermos, falarmos e pensarmos sobre o que fazemos”* (Papert).

Neste contexto, a ferramenta ToonTalk, se convenientemente usada, na disciplina de Ciências da Natureza pode prestar um, muito particular, contributo singular, mas importante na formação dos jovens, ajudando-os a construir uma componente científica que lhes será útil numa «sociedade futura», tecnologicamente mais evoluída do que a actual.

## 1.2 – Objectivos em estudo

A questão geradora da investigação a realizar será a seguinte:

*“Poderá a linguagem de programação animada ToonTalk ser aplicada na modelação de componentes e conceitos do ciclo da água, em ambiente educativo no 2º ciclo do ensino básico?”*

Posteriormente procedeu-se à segmentação desta questão permitindo uma maior operacionalização do trabalho em dois domínios:

- 1) Efectuar uma recolha de informação científica, estruturada, sobre o ciclo da água e o ensino do mesmo no ensino básico.
- 2) Seleccionar alguns dos processos relacionados com os conteúdos do ciclo da água e modelá-los na linguagem ToonTalk, segundo a abordagem do projecto Playground, directamente por crianças de 10-11 anos em estratégias educativas nas actividades da unidade “Materiais terrestres suportes de vida”, do programa de Ciências do 5º ano.
- 3) Apresentar os resultados da aplicação das actividades, em ambiente educativo, de modelação em ToonTalk, sobre o ciclo da água.
- 4) Realizar uma avaliação e reflexão sobre o trabalho desenvolvido.

## 2 – REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 – Modelos de aprendizagem

#### 2.1.1 – Os vários modelos de aprendizagem

No seu sentido mais lato a educação pode ser considerada um processo contínuo, que se inicia após o nascimento e tem o caso na morte do indivíduo. Desde o seu aparecimento que o homem educa o seu descendente, sendo este quicá, uma das maiores razões do seu sucesso enquanto espécie. Na sua ascensão histórica o homem foi-se transformando, evoluindo e construindo o conhecimento, em todos os domínios da vida, de que hoje somos herdeiros. A educação forma um destes campos e sofreu igualmente uma evolução, em paralelo com outras aéreas do conhecimento que foram surgindo, a filosofia, a história, a matemática, as ciências experimentais, a psicologia ou a sociologia entre outras. Em toda a sua evolução humana nunca houve unanimidade, sempre existiram várias correntes de pensamento e opinião que geraram diversas teorias. No campo da pedagogia não poderia ocorrer de forma diversa e assistiu-se ao surgimento de várias teorias e modelos de ensino-aprendizagem.

Foram publicados muitos livros sobre o assunto mas apesar disso *“não se afigura tarefa fácil dar uma visão geral das diversas interpretações ou teorias da aprendizagem, dadas as diversas correntes psicológicas e a vasta literatura existente”* (Tavares & Alarcão, 2002). Resulta daqui que existem variadas visões sobre o assunto.

Nas breves linhas deste item serão apresentadas de forma sucinta as várias visões filosóficas em torno do ensino e aprendizagem e da aquisição de conhecimentos que mereceram mais crédito na opinião académica. Após esta enumeração merecerão relevo especial, em itens próprios, as visões que orientam a aplicação do trabalho de campo que se abordará nos capítulos 6, 7 e 8.

Os autores Barros de Oliveira (Oliveira & Oliveira, 1999) agrupam estas visões filosóficas sobre a educação e a aquisição de conhecimento em seis modelos ou teorias de aprendizagem que se encontram enunciadas na tabela 1.

<b>Ambiente</b> (Automatismo desmotivação)	Empirismo Behaviorismo Associacionismo	Gestaltismo Estruturalismo	Interaccionismo Construtivismo Cognitivismo	Teoria da aprendizagem social	Teorias personalistas Psicanálise	Maturacionismo Inatismo	<b>Sujeito</b> (automatismo desmotivação)
--	--	-------------------------------	---	----------------------------------	--------------------------------------	----------------------------	---

**Tabela 1** – Os 6 modelos ou teorias da aprendizagem. (Oliveira & Oliveira, 1999)

O conceituado investigador Yves Bertrand (2001) aborda as teorias da aprendizagem agrupando-as de sete formas distintas consoante a Tabela 2. Este autor diferencia “teorias da educação” de “modelos de educação” dirigindo estes “*para as regras e valores que devem presidir à planificação da educação e à organização das actividades pedagógicas*”. Pelo contrário este autor apresenta teoria como “*um conjunto de ideias, organizadas mais ou menos sistematicamente, sobre um dado assunto*” neste caso a educação.

Lebrun (2008) defensor das “*Pedagogias Activas*” é de opinião que “*a actual forma de ver a pedagogia traduz o resultado cumulado, ou melhor ainda, integrando ainda todas as vagas que para ele contribuíram*”. É errado pensar que umas teorias substituíram historicamente as outras e que todas contribuíram para o actual estágio de desenvolvimento. Obviamente que alguns autores se socorrem mais de determinadas origens e outros defendem os princípios de outras.

Ao estabelecer os fundamentos para as suas “*Pedagogias Activas*” (Lebrun 2008), refere três correntes pedagógicas: A “corrente empirista”, a “corrente racionalista” e a “corrente Interaccionista”. Acopladas a estas correntes encontram-se várias teorias.

Teorias	Elementos estruturantes	Autores	Fontes
<b>Espiritualistas</b>	Valores espirituais inscritos na pessoa, metafísica, Tao, Deus, intuição, imanência ou transcendência do cosmos.	Harman, Bucke, Huxley, Fotinas, Emerson, Thoreau, Lao-Tseu, Jung, Valois, Capra.	Religiões, metafísica, filosofias orientais, mística, taoísmo.
<b>Personalistas Ou Humanistas.</b>	Crescimento da pessoa, inconsciente, afectividade, desejos, pulsões, interesses, o eu.	Rogers, Maslow, A.S. Neill, Angers, Paquette, Pare, Freud.	Psicologia humanista, personalismo, hermenêutica, psicanálise.
<b>Psicocognitivas</b>	Processo de aprendizagem, conhecimentos preliminares, representações espontâneas, conflitos cognitivos, perfis pedagógicos, cultura pré-científica, metacognição.	Piaget, Giordan, Desautels, Taurisson, De Lá Garanderie, Berdnarz, Bachelard.	Psicologia piagetiana, psicologia cognitiva, epistemologia construtivista.

<b>Tecnológicas</b>	Hipermediática, tecnologias da comunicação, informática, os media, abordagem sistémica do ensino.	Gagné, Briggs, Carrol, Robert, Skinner, Glaser, Papert, Dick e Carrey.	Cibernética, sistémica, teoria da comunicação, behaviorismo, psicologia cognitiva.
<b>Sociocognitivas</b>	Cultura, meio social, meio ambiente, determinantes sociais do conhecimento, interações sociais, comunidades de discentes, cognição distribuída.	Bandura, McLean. Vogotsky	Sociologia, antropologia, psicossociologia.
<b>Sociais</b>	Classes sociais, determinismos sociais da natureza humana, problemas sociais e ambientais, poder mudanças sociais.	Bourdieu, Lapassade, Freire, Illich, Dewey	Sociologia, ciências políticas, ecologia marxismo.
<b>Académicas</b>	Conteúdos, matérias, disciplinas, raciocínio, intelecto, cultura ocidental, competição académica, tradições, as humanidades greco-latinas, as obras clássicas.	Adler, Domenach, Hutchins, Bloom.	Literatura clássica, filosofia, cultura geral.

**Tabela 2** – Teorias Contemporâneas da Educação (Bertrand, 1991)

O Modelo Empirista é dominado pelo Behaviorismo que está baseada no condicionamento através do esquema estímulo – resposta. Este condicionamento pode ser: simples ou clássico (segundo Pavlov, Watson e outros autores); operante ou instrumental (segundo Skinner, Thorndike e outros); ou privilegiar a lei do reforço (Oliveira & Oliveira, 1999).

Nesta corrente insere-se também a Teoria da Aprendizagem Social cujo principal mentor é Albert Bandura. Esta continua a insistir no papel central do reforço mas, *“não é necessário que o indivíduo seja pessoalmente exposto a este reforço; pode bastar que este reforço, no seguimento de uma resposta, seja observado em qualquer outro. Esta teoria propõe uma aprendizagem pelo exemplo ou «por procuração»”* (Lebrun 2008).

Nestas teorias dá-se especial relevo ao carácter pessoal da aprendizagem e na importância do meio no qual o estudante está integrado. É dada relevância aos recursos postos à disposição, à motivação externa e ao *feedback* imediato. O indivíduo é reactivo à aprendizagem.

Na Corrente Racionalista *“a aprendizagem é vista como um processo pelo qual se desenvolvem, transformam e adquirem as estruturas e as capacidades cognitivas individuais do indivíduo através das suas acções no meio”* (Lebrun 2008).

Inserem-se nesta corrente: os Cognitivistas: da Teoria da forma ou Gestalt; o Construtivismo, e as Teorias do Tratamento da Informação; os Humanistas.

Ao construtivismo vai ser dado papel relevante no próximo item, por isso abstenho-me de falar neles por agora. De referir que ao falar do construtivismo, Lebrun, aborda o construcionismo como um *“ «método» pedagógico”*, que irá ser igualmente abordado nos próximos itens deste capítulo.

As Teorias Humanistas têm e tiveram bastante impacto na educação, “*Sempre focalizadas na importância da pessoa no centro do processo de aprendizagem, ...têm como objectivo compreender melhor os factores que contribuem para a «entrada da aprendizagem» das pessoas: a motivação, o empenhamento numa actividade ou processo, a constituição de um projecto de estudo, de um projecto profissional ou de vida.*” (Lebrun 2008).

Para a Corrente Interaccionista a aprendizagem é “*abordada como processo pelo qual o saber circula, se constrói e se transforma no seio de uma comunidade, de um grupo social*” (Lebrun 2008). Quando aprende o indivíduo participa “*neste processo colectivo de co-construção do saber, é inscrever-se numa relação com os outros que promove esta co-construção.* (ibidem)

Nesta corrente inserem-se o paradigma sociohistórico de Vygotsky e a psicologia cultural de Bruner, dois construtivistas, tendo o primeiro especial relevo num item deste capítulo.

Também Tavares & Alarcão (2002), e Tavares et al (2007) dão especial relevo a apenas três Teorias da Aprendizagem:

- Teorias Behavioristas/Comportamentais
  - Condicionamento clássico (Pavlov, Watson)
  - Condicionamento operante / instrumental (Thorndike e Skinner)
  - Teoria da Aprendizagem Social (Bandura)
- Teorias Cognitivas (ex.: Kohler; Piaget; Ausubel)
- Movimento Humanista (ex.: Rogers e Maslow)

Durante grande parte do século passado as teorias behavioristas predominaram, tanto na investigação em psicologia como nas escolas. A partir dos anos 70 as teorias cognitivas e construtivistas vão impondo e até predominando. Paralelamente as outras teorias vão surgindo ou ressurgindo sendo responsáveis por variadíssimos projecto com impactos mais ou menos localizados.

Estas visões cognitivistas orientaram as actividades desenvolvidas para este estudo pelo que a partir de agora elas serão caracterizadas com um pouco mais pormenor nos três pontos seguintes desta obra.

## 2.1.2 - O modelo cognitivista/construtivista

Em oposição à visão mecanicista e simplista proposta pelos psicólogos behavioristas, surge a Psicologia da Forma ou Gestaltismo associada a Max Wertheimer (1880-1943), W. Kohler (1887-1967) e K. Koffka (1886-1941). Estes autores defenderam uma teoria segundo a qual *“o indivíduo interpreta e organiza o que se passa à sua volta em termos de conjuntos e não de elementos isolados. Estudar e conhecer um elemento isolado não teria assim qualquer significado, já que os elementos fazem sempre parte de um contexto, isto é, de um todo”* (Tavares et al 2007). Nesta visão, quase sempre o todo não é a soma das partes mas algo muito distinto. Estes autores também desenvolveram várias experiências com macacos mas geradoras de interpretações diferentes das de Pavlov. Segundo (Tavares & Alarcão, 2002) podem-se retirar delas três considerações essenciais:

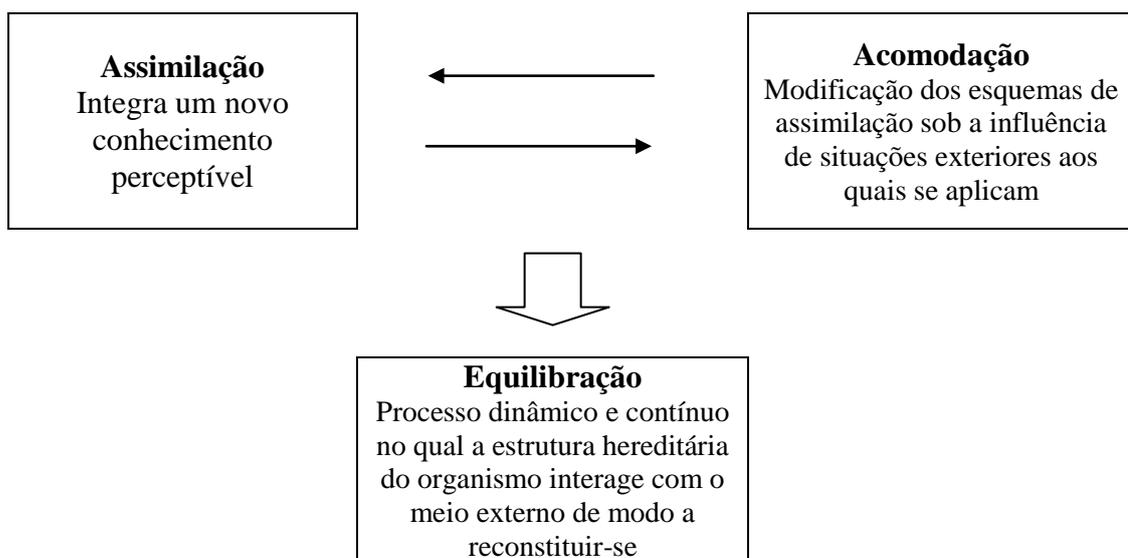
- A solução dos problemas surge repentinamente e como espécie de intuição, comportamento muito comum na aprendizagem humana, por expressar a capacidade, perante novas situações, de descobrir por si próprio, de forma súbita, soluções para novos problemas.
- A solução parece estável e susceptível de ser aplicada em situações mais ou menos semelhantes.
- A solução apareceu porque o sujeito compreendeu a relação entre os diferentes elementos da situação no seu conjunto, isto é, houve uma alteração súbita na forma como o campo perceptivo passou a ser encarado pelo sujeito.

Também Piaget (1896-1980) ofereceu uma concepção não mecânica, criativa ou construcionista do processo do conhecimento humano. Reconhece o valor pragmático da cópia do conhecimento mas insiste no papel dos processos cognitivos na construção da realidade e defende que a teoria construcionista do conhecimento deve ser levada em conta na educação (Elkind, 1978). Este enfoque na educação já foi defendido por Pestalozzi (1746-1827), Froebel (1782-1852), Montessori (1870-1952) e Dewey (1859-1952), mas foi ele quem *“ forneceu uma extensa base empírica e teórica para um programa educacional que proporciona às crianças construir a realidade através de contactos activos com o meio ambiente”* (ibidem).

Começou os seus trabalhos com crianças e bebés na década de 30, principiando a publicação dos seus estudos nos finais dos anos 40 do século passado. Entre as décadas de 1930-1940

desenvolveu a sua teoria da inteligência nos 4 estágios, tal como hoje a conhecemos. Nas décadas seguintes ampliou as suas pesquisas a novas áreas como memória, imagens mentais, consciência e casualidade ao mesmo tempo que consolidava e refinava as suas concepções teóricas (Elkind, 1978). Trabalhou e publicou obras com outros autores de renome como Inhelder, Szeminska, Fraisse e outros. Piaget vai fixar-se essencialmente nos processos cognitivos do conhecimento e procura encontrar um modelo capaz de explicar a sua génese, a sua estrutura e as suas transformações (Tavares & Alarcão, 2002).

Piaget recorre à palavra «esquema» para designar uma estrutura mental. Estes esquemas representam formas de processar a informação e alteram-se à medida que o homem cresce e desenvolve (Tavares et al 2007). Foram concebidos dois tipos de esquemas: os sensório-motores ou acções e os cognitivos que são conceitos. Decorre daqui se depreende ser a aprendizagem um processo individual de aquisição e cada indivíduo realiza uma interpretação única das suas experiências, sejam elas de que carácter for. Sintetizando podemos situar a aprendizagem no esquema da figura 1:



**Figura 1** – Esquema do Paradigma Construtivista. Adaptado de Tavares et al 2007

Para melhor compreendermos este funcionamento é necessário conhecer com clareza o que significa os seguintes conceitos (Piaget, 1982):

- 1 - Organização:** A adaptação (assimilação e acomodação) não pode ser proveniente de uma fonte desorganizada, pois tem como base uma organização inicial expressa no esquema sendo ponto de partida para a acção do indivíduo sobre os objectos do conhecimento. O pensamento, que é a interiorização da acção, organiza-se mediante a constituição de esquemas que se formam através do

processo de adaptação. A organização e a adaptação são processos indissolúveis do pensamento.

**2 – Equilíbrio ou Adaptação:** É um processo dinâmico e contínuo no qual a estrutura hereditária do organismo interage com o meio externo de modo a reconstituir-se. É a essência do funcionamento intelectual e biológico. É um movimento de equilíbrio contínuo entre a assimilação e a acomodação, que sendo processos distintos, são todavia indissociáveis, que compõem a adaptação, processo este que se refere ao restabelecimento de equilíbrio.

**3. Assimilação e Acomodação:** designamos por assimilação o processo cognitivo que permite a um sujeito integrar um novo conhecimento perceptível, conceitual ou motor às estruturas cognitivas que possui. Podemos dizer que através de novas experiências a criança vai tentar adaptar esses novos estímulos às suas estruturas cognitivas. É definida por Piaget (1996) como: “... *uma integração às estruturas prévias, que podem permanecer invariáveis ou são mais ou menos modificadas por esta própria integração, mas sem descontinuidade com o estado precedente, isto é, sem serem destruídas, mas simplesmente acomodando-se à nova situação*”.

Designamos por acomodação toda a modificação dos esquemas de assimilação sob a influência de situações exteriores aos quais se aplicam. Esta pela criação de um novo esquema ou modificação de um esquema existente. Em ambos os casos resulta de uma mudança na estrutura cognitiva. Quando expõe as ideias da assimilação e da acomodação, Piaget (1996), deixa claro que da mesma forma como não há assimilação sem acomodações, anteriores ou actuais, também não existem acomodações sem assimilação.

**4 - Esquema:** No ser humano os esquemas iniciais, ponto de partida da interacção entre sujeito e objecto, são os reflexos. Todo o novo esquema é construído a partir dos esquemas iniciais, e ponto de partida para novas interacções do indivíduo com o meio. A adaptação, resultante dos processos de assimilação e acomodação, refere-se à construção dos esquemas.

Daqui facilmente somos levados a concluir que o indivíduo só recebe um determinado conhecimento se estiver estruturas (esquemas) preparadas para recebê-lo. “*Não existe estrutura sem génese, nem génese sem estrutura*” (Piaget, 1982). A construção da inteligência dá-se, em etapas ou estágios sucessivos, com complexidades crescentes, encadeadas umas às outras, o que Piaget designou por construtivismo sequencial. Estas etapas ou estágios caracterizam-se por uma complexidade crescente, onde um estágio (nível) é resultante de

outro anterior.

Piaget defendeu a existência de 4 estágios de desenvolvimento cognitivo (Lebrun 2008):

- Sensório-motor (0 – 2 anos);
- Pré-operatório (2 – 7 anos);
- Operatório-concreto ( 7 – 12 anos);
- Operatório Lógico-Formal (a partir dos 11 anos);

Neste trabalho participam jovens que se encontram na fase final do período operatório-concreto ou no final do lógico-formal, ou na transição entre as duas fases. Estes estágios não são estanques, a idade de passagem para a fase seguinte é apenas uma referência, há indivíduos bem mais precoces e outros com desenvolvimento mais tardio.

As teorias cognitivas tiveram, a partir da parte final do século passado, uma grande influência sobre os princípios adoptados ao nível do planeamento das actividades lectivas e dos métodos de ensino. Gagné & Merrill (1990), definiram alguns princípios essenciais:

1. **Princípio da estrutura cognitiva** – o objectivo da instrução passa pelo desenvolvimento da estrutura cognitiva mais consistente com o resultado desejado da instrução, encarando desta forma a aprendizagem como um processo e não mais como um produto;
2. **Princípio da elaboração** – o objectivo da instrução passa por dotar o indivíduo de uma estrutura cognitiva mais elaborada, para que este atinja o desempenho desejado;
3. **Princípio da orientação do aprendiz** – o objectivo da instrução é promover o processamento cognitivo activo, para que o aluno possa seleccionar a estrutura mais apropriada ao objectivo pretendido.
4. **Princípio da prática** – o objectivo da instrução é permitir uma prática continuada em que o aluno demonstra o desempenho desejado, ou dele se aproxima sendo monitorizado e recebendo as respostas adequadas, quer quanto ao resultado quer quanto ao processo.

Desta visão teórica, resultam princípios psicopedagógicos que norteiam as estratégias educativas das actividades lectivas (Tavares & Alarcão, 2002):

1. Motivar o aluno para a aprendizagem, relacionando-a com as suas necessidades pessoais e os objectivos da própria aprendizagem.

2. Reconhecer que a estrutura cognitiva do educando depende da sua visão do mundo e das experiências prévias.
3. Adequar o ensino ao nível de desenvolvimento do aluno e ajudá-lo a relacionar conhecimentos/competências novos com os previamente adquiridos.
4. Ajudar o aluno a perceber a estrutura das tarefas, a estrutura da própria aprendizagem, dando informações sobre a tarefa de aprendizagem proposta, apresentando-a na sua estrutura, na sua totalidade, nos seus vários elementos e na relação destes com o todo.
5. Fornecer informações, indicar factos, dar pistas que facilitem a compreensão, a organização e a retenção dos conhecimentos.
6. Não pedir ao aluno que decore sem compreender aquilo que ele pode compreender antes de decorar.
7. Começar o ensino por conjuntos significativos e descer gradualmente aos pormenores, relacionando estes últimos com o conjunto.
8. Não equacionar prática com repetição, mas antes conceber a prática como uma série de tentativas sucessivas e variadas que facilitam a transferência de competências e conhecimentos na sua aplicação a situações novas.

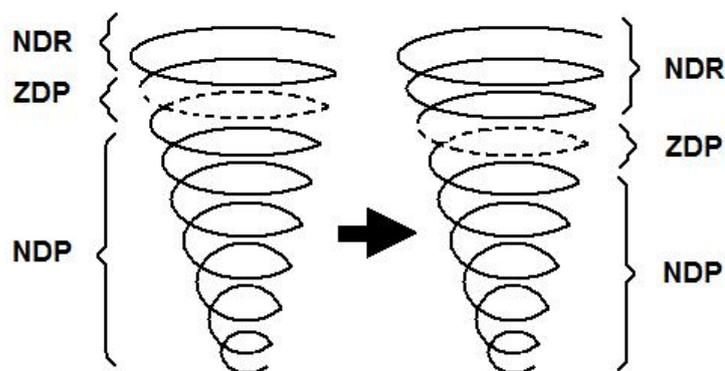
### **2.1.3 – O socioconstrutivismo ou construtivismo social.**

Lev Semenovich Vygotsky (1896 – 1934) desde o início da sua curta carreira combate a reflexologia de Pavlov e a psicologia gestaltista de Kohler, propondo uma psicologia sociohistórica. Nesta perspectiva o desenvolvimento do espírito humano faz parte de um processo social e histórico (Bertrand, 2001). Para ele *“um grande número de pesquisas demonstram afirma em «minds in society (1978)» que o ensino da disciplina, das Línguas Antigas, das Civilizações clássicas e das Matemáticas, influenciam pouco o desenvolvimento mental da criança. Apoiando-se em trabalhos de Torndike sustenta que não vê como é que a aprendizagem da gramática latina permite que se desenvolvam faculdades gerais como a memória, a atenção, o poder de observação, a concentração e a competência para raciocinar”* (ibidem). O espírito não pode ser comparado a uma rede de capacidades gerais como a memória, o julgamento, a atenção ou a observação.

A criança possui dois níveis de desenvolvimento: o nível de desenvolvimento real (NDR) e o

nível de desenvolvimento potencial (NDP). O NDR representa a capacidade que a criança tem que demonstrar que pode cumprir a tarefa sem nenhum tipo de ajuda. O NDP representa a capacidade de desempenhar tarefas com a ajuda de adultos ou de colegas mais capazes. O NDR refere-se a etapas já alcançadas, como resultado de processos de desenvolvimento já completados (Carrara, 2004).

Partindo desses dois níveis de desenvolvimento, existe a zona de desenvolvimento proximal (ZDP) como “a distância entre o NDR, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o NDP, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com colegas mais capazes” (Vygotsky, 2001).



**Figura 2 – Esquema das etapas da aprendizagem segundo Vygotsky.** (Carrara, 2004).

Observando atentamente o esquema da figura 2 devemos de ter em consideração que (Carrara, 2004):

- O traço contínuo representa aquilo que a criança é capaz de fazer por si só (NDR);
- O tracejado, por sua vez, representa uma determinada tarefa que a criança é capaz de realizar, desde que mediada estimulada adequadamente (ZDP);
- O zig-zag representa, nesse momento do desenvolvimento, algo que a criança é incapaz de fazê-lo, mesmo com auxílio de outrem.
- O lado direito da figura assinala a partir do momento em que a criança construiu o seu conhecimento, mediado pelo grupo e/ou educador. O que anteriormente indicou a ZDP passa a integrar o NDR, demonstrando que houve aprendizagem e que a criança está pronta para avançar mais uma etapa. E, assim, sucessivamente em todas as fases de seu desenvolvimento, em todas as áreas do conhecimento.

Vygotsky “acrescenta ainda que o nível actual (NDR) avalia o desenvolvimento passado, ao passo que a ZDP a valia o potencial de desenvolvimento, ou o estado dos processos de maturação” (Bertrand, 2001). A existência desta zona tem por base 2 axiomas: A

possibilidade de se desenvolver e a necessidade de mediação sociocultural. Bertrand, 2001, explica da seguinte forma estes axiomas:

- Existe uma ligação entre «crescimento» e «aprendizagem». A criança tem “um certo” controlo sobre o seu desenvolvimento. Este desenvolvimento pode crescer mas varia em função da sua aprendizagem.
- Existe a necessidade de mediação sociocultural porque a ZDP é social e cultural. A pessoa tende a imitar os outros, aprendendo um comportamento muito específico e determinado pelo contexto da aprendizagem. “*Com efeito, se aprendizagem no aluno varia em função das interações que ocorrem na ZDP, há, por consequência que prestar muita atenção a estas, que são geradas pelos outros: alunos, pais, docentes*” (Bertrand, 2001).

Ao fazerem uso de registos de linguagem apreendida no plano social, adaptam conhecimento que é trabalhado intrapsicologicamente. O indivíduo nasce com capacidades inaptas que permitem aprender a falar, algumas noções numéricas e geométricas simples entre outras. Todavia para atingir patamares mais abstractos e necessário saber abstrair. Este poder de abstracção só é possível através da prática, da repetição a partir de experiências concretas e do uso da linguagem verbal para as expressar (Araújo, 2006).

Não é o desenvolvimento cognitivo que possibilita a aprendizagem, mas o processo de ensinar e o esforço de aprender que promovem o desenvolvimento cognitivo. A repetição e a prática conduzem à compreensão de conceitos abstractos (Gaspar, 2002). O aluno só conseguirá atingir um nível de abstracção em Matemática, por exemplo, se anteriormente ele foi estimulado com operações concretas, como o uso do ábaco, do material dourado, dos palitos de gelado, das pedrinhas, das barras *cuisenaire*, entre outros. Valemo-nos, mais uma vez, das contribuições de Vygotsky (2001), “*o único bom ensino é aquele que se adianta ao desenvolvimento*”.

Apesar de os seus trabalhos remontarem ao início do século passado a psicologia de Vygotsky já foi usada em diversas formas pelos pesquisadores e pedagogos, muitos deles relacionados com a introdução das TIC na educação (Silva, 2001). Este autor nomeia mais de uma dezena de trabalhos e influências desde as campanhas de alfabetização desenvolvidas por Paulo Freire em países do Terceiro Mundo ou usada em diversas formas pelos pesquisadores na área de *design de software* educativo, como Luckyn.

A obra de Vygotsky não se debruçou de forma específica sobre estratégias de ensino mas discutiu o impacto nas teorias da educação. Outros autores e pedagogos elaboraram modelos educativos fundamentados nesta teoria (Bertrand, 2001). Ela serviu de referência à Psicologia

Cultural de Bruner e ao Modelo Interactivo de Diana Laurillard (Lebrun, 2008).

#### 2.1.4 – O construcionismo

O Construcionismo é uma teoria educativa criada por Papert, baseada no Construtivismo Cognitivo de Piaget. Para Lebrun (2008), que considera o construtivismo um «*método pedagógico*» os princípios construtivistas têm “*características preciosas que podem servir de referência aquando de uma ferramenta tecnológica que pode favorecer a aprendizagem*”. De igual forma o desenvolvimento de ferramentas visuais e activas, entre as quais está a linguagem Logo e software de modelação ou simulação, favorecem a aprendizagem e a transposição mais rápida das diversas fases de crescimento (ibidem).

Seymour Papert é um matemático nascido e educado na África do Sul tendo realizado investigação nesta área na Universidade de Cambridge entre 1954 e 1958, indo posteriormente trabalhar com Jean Piaget na Universidade de Genebra de 1958 a 1963. A sua colaboração principal estava relacionada com o processo pelo qual a matemática influencia a aprendizagem e o pensamento das crianças. No início dos anos 60, foi trabalhar para o MIT onde, em conjunto com Marvin Minsky, fundou o Laboratório de Inteligência Artificial.

A sua colaboração com Piaget influenciou toda a sua vida sendo a base do seu trabalho. Piaget defendia que a criança constrói os conhecimentos através dos processos que falamos em 2.1.2. Papert por sua vez salientava que a construção mental dos conceitos é apoiada quando a criança constrói «verdadeiramente» alguma coisa. As ideias surgem quando constrói as suas próprias obras. Esta experiência, em ambiente educativo, é partilhada com o professor e com os colegas: o aluno que ao rever os erros, fazendo a depuração, está a raciocinar sobre a forma como pensou (Papert seg. Lebrun, 2008).

Para Bertrand (1991), Papert foi um dos autores que esteve na mudança de um uso das TIC de uma visão comportamentalista expositiva para um uso construtivo activo. Foi criado “*um ambiente de aprendizagem em que as crianças conversam naturalmente com computadores. Assim as crianças conseguiram dominar conceitos matemáticos fundamentais ... falando com uma tartaruga*” (ibidem).

Revelou o papel importantíssimo da sociedade e da cultura na construção do conhecimento empregando o termo *Technological Samba Schools*, que toma como base pedagógica o processo que ocorre nas escolas de samba do Brasil, quando membros de uma comunidade: adultos, profissionais e crianças de várias idades, dentro de uma ampla variação de

habilidades e condições, se reúnem frequentemente durante vários dias do ano e contribuem com sua força de trabalho, para construir alegorias, sambas, enredos, fantasias, etc., apresentadas durante o carnaval. O construcionismo procura suportar actividades de construção, aproveitando as potencialidades e usando ferramentas cognitivas passíveis de serem usadas em computadores. Estas actividades de construção compreendem a construção de programas lúdicos ou didácticos, realizados por crianças, com auxílio de outras crianças e mediadas por professores (Albuquerque, 2000).

Em sinopse, pela visão de Papert, a aprendizagem é (Bruckman, 1997):

- Auto-motivada;
- Fortemente conectada à cultura popular;
- Focada em projectos de interesse pessoal;
- Baseada em comunidades que suportam a actividade;
- Uma actividade que reúne pessoas de todas as idades;
- Localizada numa comunidade que estimula a aprendizagem;
- Onde especialistas e noviços são todos vistos como aprendizes.

Este arquétipo construcionista (Papert, 1980; Bertrand, 2001; Valente, 1999) apresenta a ideia de que o indivíduo aprende melhor quando está envolvido no planeamento e na construção de objectos ou artefactos que considere significativos, partilhando-os com a comunidade envolvente. O processo de construção externa do objecto ou artefacto é em paralelo, acompanhado da construção interior do conhecimento sobre o mesmo. A grande inovação relativamente ao construtivismo é traduzida pela valorização do papel das construções físicas como suporte das construções intelectuais.

O paradigma construcionista foi representado por Valente (1999), da forma apresentada no esquema da figura 3, onde revela as interacções das acções do aluno com o computador e os elementos sociais que medeiam a sustentam esta interacção com o computador.

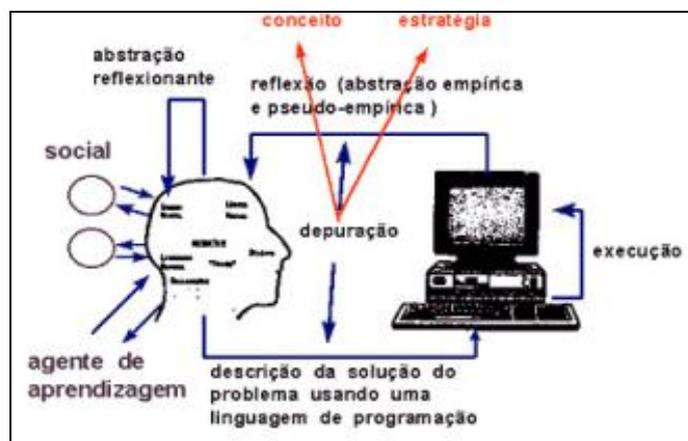


Figura 3 – Esquema do paradigma construcionista (Albuquerque, 2000).

Os fundamentos do construcionismo podem ser encontrados no grupo dirigido por Papert no MIT a partir dos anos 60 e que ficou bastante conhecido com a linguagem Logo. Este grupo traçou uma visão participada da educação que estava alicerçada em quatro pilares fundamentais (Bers et al, 2002):

- Esta filosofia promove a construção de ambientes computacionais onde os aprendizes os podem manipular (materiais computacionais) activamente através de jogos, aprendendo praticando, interagindo com eles desenvolvendo projectos significativos e partilhados com a comunidade educativa.
- Os objectos concretos são fundamentais como meio de atingir a aprendizagem de conteúdos e fenómenos abstractos. Quando o computador nos possibilita criar e manusear objectos simuladores do mundo real torna-se uma excelente ferramenta.
- A existência das designadas “*ideias poderosas*”<sup>1</sup> que robustecem a competência de aprendizagem do aprendiz, facultando distintas formas de pensamento, de expressar o conhecimento, de conceber novas modos de relações pessoais e epistemológicas com outros domínios do conhecimento.
- O papel relevante da auto-reflexão, que se desencadeia quando o aprendiz analisa o seu próprio processo de pensamento e a sua relação intelectual e emocional com o conhecimento, tal como o caminho que desencadeou o seu caminho de aprendizagem.

Estes quatro princípios, atrás referidos, das filosofias construcionistas são de igual modo aceites por boa parte da comunidade educativa. Por outro lado, serão, fundamentais no desenvolvimento das actividades de programação animada.

---

<sup>1</sup> Uma das traduções possíveis do termo anglo-saxónico *powerful ideas*, quiçá a preferida dos adeptos do construcionismo.

## 2.2 – Abordagens pedagógicas nas salas de aulas de Ciências

### 2.2.1 - Diferentes formas de abordagem lectiva nas aulas de Ciências

Seja qual for a epistemologia pedagógica que cada professor defenda, existem vários pressupostos que são defendidos de forma generalizada. Têm de conhecer os alunos globalmente e individualmente e o meio físico e social onde estão inseridos. Têm também de planear e planificar as actividades e estratégia que melhor sirvam a finalidade do ensino dentro do paradigma que julgue mais adequado. Numa determinada situação e perante uma determinada questão o professor efectua a selecção do método de ensino apropriado em função dos objectivos e das tarefas que pretende realizar. Cada método apresenta pontos fortes que justificam a sua utilização, desde que seja empregue adequadamente, mas também outros menos fortes ou mesmo fracos (Pereira et al, 1992).

Os mesmos autores na mesma obra falam de vários métodos, afirmando que no ensino de determinado conceito podem ser usados métodos distintos que o podem apresentar de forma e perspectivas diferentes. Citando Light (1983, seg. Pereira et al., 1992), classifica estes métodos segundo vários critérios: o envolvimento do agente – professor ou o aluno; o tipo de acção predominante – ouvir, falar, manipular; a dimensão de alunos envolvidos – vasta ou restrita. São enquadrados em três tipologias:

- Método expositivo-demonstrativo – O aluno aprende ouvindo ou observando a realização da tarefa.
- Método de acção – a tarefa é executada sem qualquer discussão, realizando-se uma espécie de aprendizagem por descoberta não controlada ou um aprender fazendo não estruturado.
- Método de diálogo – o aluno realiza a tarefa que lhe foi atribuída, descrevendo as suas acções, o que determina uma aprendizagem mais duradoura.

Relativamente a esta tipologia apresentam, tal como Oliveira et al (1991) e Valadares & Costa (1991), vários métodos tradicionais e outros mais recentes:

- Exposição – o professor expõe falando e/ou usando um quadro, uma transparência ou uma apresentação de diapositivos enquanto os alunos ouvem e tomam notas. É

unilateral, podendo durar alguns minutos ou toda a aula. Existe a possibilidade de o aluno não dar o mesmo significado às palavras do professor e não lhe atribuir valor potencial.

- Pergunta/resposta – o professor elabora questões e o aluno responde, havendo diversas variantes, perguntas em cadeia, uma por aluno, com recurso a mapas e outros materiais, podendo também persistir durante muito ou pouco tempo lectivo. Dificilmente o professor tem a percepção do que todos os alunos responderam. Deve o docente usar vários tipos de questões incluindo as de nível mais elevado e dar tempo para que os alunos pensem e elaborem a resposta.
- Discussão ou debate – realiza-se em torno de um tópico ou de um problema, podendo ou não ser iniciado pelo professor que o orienta permitindo uma interacção aluno-aluno. É muito positiva permitindo o desenvolvimento de ideias, do poder crítico e comparativo, fomentando atitudes de cidadania como o respeito mútuo ou a troca de opiniões entre outras. Pode ser usada de grupos para grupos com porta-vozes de preferência alternados.
- Demonstração – quando se «mostra» algo que pode ser um modelo como o corpo humano, um espécime, uma experiência, etc. deve o docente antes da actividade testar o material e durante a mesma estar atento à visibilidade, posição, apresentação e registo.
- Trabalho experimental<sup>2</sup> – nestas actividades os alunos manipulam objectos concretos equipamentos ou amostras com supervisão do professor com a finalidade de colher dados. Podem estar por detrás de diversas finalidades: estimular interesse, aprender técnicas experimentais, desenvolver capacidades de manuseamento, aprender os processos da ciência ou cimentar a aprendizagem do conhecimento científico. Deve o professor observar cuidadosamente o trabalho do aluno e poderá conjuntamente usar as metodologias «pergunta/resposta» e «debate».
- Trabalho para casa – qualquer actividade que os alunos realizam fora do espaço e tempo da aula sem a supervisão do professor. Devem os temas ser bem escolhidos para evitar a antipatia dos alunos e explorar a criatividade. Têm que ter importância e não

---

<sup>2</sup> A noção de Trabalho Experimental (TE) coincide com a nomenclatura de Dourado (2001), não se devendo confundir com Trabalho Laboratorial (TL). Este autor partilhando a opinião de Hodson (1988) classifica: Trabalho Prático (TP) – inclui todas as actividades que o aluno esteja activamente envolvido nos domínios psicomotor, afectivo e /ou cognitivo, conceito mais abrangente no qual estão incluídos TE, TC ou TL. TE – actividades que envolvem o controlo e manipulação de variáveis. TL – inclui actividades que requerem actividades de laboratório, mais ou menos convencionais, podendo se realizadas num laboratório ou numa outra sala qualquer. Trabalho de Campo (TC) – é realizado ao ar livre onde geralmente os acontecimentos ocorrem naturalmente e os materiais existem.

devem ser usados como castigo.

- Tempestade cerebral ou «*Brainstorm*» – o professor pede aos alunos para que deixem funcionar a sua imaginação e digam livremente o que pensam sobre determinado assunto. É frequentemente usada antes de se iniciar um assunto. Deve existir um moderador, que pode ou não ser o professor, e um secretário. Não se devem proferir críticas, deverá ser fomentada a participação e no final registadas as ideias que serão expostas.
- Trabalho de projecto – os alunos estão envolvidos em várias tarefas ou diversos aspectos de uma tarefa. Visa explorar um tópico em profundidade podendo ser feito numa aula, várias aulas e até uma parte fora da aula. Podem e devem ter apresentação final contribuindo para atingir objectos de conhecimentos capacidades e valores.
- Simulações ou «*role-playing*» – representação de aspectos da realidade assumindo os participantes posições e decisões. Os autores defendem a sua utilização em actividades de educação para a cidadania. É um problema delineado vivido e discutido.
- Jogos – competição entre adversários, com determinadas regras tendo em vista uma meta final. São exemplos monopólios sobre determinados temas. Existem «jogos de simulação» em que se reconstrói uma realidade como por exemplo o movimento de rotação e translação.
- Heurístico – investigação de fenómenos pelos alunos para redescobrir as leis que os guiam. Precisa muitas vezes de condições materiais para investigação que nem sempre existem sendo por alguns considerado utópico.
- Analógico – fazer o estudo de um conceito usando a analogia a outro já compreendido e que se desenvolve de forma análoga.
- Histórico – abordar um conceito cronologicamente, revendo as principais ideias do modo como ele evoluiu e toda a dialéctica que o envolveu.
- Estatístico – em certos conceitos de alguns campos científicos existe um número imenso de componentes, tornando-se impossível estudá-los a todos. Usa-se a estatística para estudar a média dos comportamentos individuais. É exemplo deste método o estudo da pressão de um gás em função da temperatura e da densidade.
- Sinéctica – no original «*synectics*» foi criada por William Gordon para desenvolver grupos de criatividade em organizações industriais e comerciais. A criatividade é vista como um processo existindo o desenvolvimento das capacidades de expressão, empatia, relação social e a resolução de problemas do dia a dia. O grupo pode influenciar o indivíduo e vice-versa. A aplicação do modelo começa geralmente com a «metáfora para aquecer» (Como é o sal ou como é uma cobra?). Posteriormente

utilizam-se três tipos de analogias. Através da «analogia directa» demanda-se uma comparação entre objectos ou conceitos, facultando a colagem de condições de uma situação autêntica para outra alcançando uma nova visão do conceito (em que é que um ser vivo e idêntico a uma fabrica?). A «analogia pessoal» incita que o indivíduo se compare a si gradualmente e genuinamente com qualquer coisa, objecto, ser vivo ou ideia. (Como te sentirias se fosses uma rã no inverno?). Existe conflito «semântico», quando se caracteriza um objecto por um conjunto de duas palavras contraditórias entre si. Estas palavras reflectem enquadramentos opostos, conduzindo a novas associações e ideias sobre o problema. (A esponja é um ser com o corpo completamente formado por buracos). Este método é composto por seis fases, iniciando-se com as condições actuais do problema, seguindo-se os três tipos de analogias, reexaminando-se a tarefa no final. O docente deve estar atento às analogias aceitando as diferenças e motivando a produção de ideias criativas.



**Figura 4** - Principais perspectivas de ensino das Ciências, sua ênfase e evolução (adaptado de Cachapuz, 2000).

Com toda a razoabilidade se pode afirmar que não haverá professores que usem apenas um destes métodos tal como não haverá nenhum que os use a todos, certamente existem outros que não foram aqui falados. Os professores usam os métodos consoante as perspectivas de ensino das ciências que defendem. O termo «perspectiva» é usado por Cachapuz et al (2000) por ser menos marcado que «paradigma», usado por outros autores. Estes autores nesta obra advogam quatro perspectivas, defendendo que não devem ser vistas “*isoladas das restantes,*

*mas enquadrada por todo um movimento evolutivo, ora gradual, ora de rotura” e “ ao nível metodológico dentro de cada perspectiva coexistem várias estratégias e métodos possíveis de ensino”* que denominam de «*pluralismo metodológico*».

Nos itens seguintes serão expostos de forma sucinta estas quatro perspectivas, sintetizadas na figura 4, que são intituladas de forma distinta por outros autores e tiveram origem nas teorias epistemológicas da educação e em movimentos de mudança ocorridos. Na figura seguinte os autores apresentam a evolução destas quatro perspectivas e a sua ênfase.

### **2.2.2 - Ensino por transmissão de conhecimentos**

Inspirado nas teorias behavioristas, ilustrado na figura 5, centra-se na aquisição de conhecimentos, vendo o professor como transmissor de conteúdos aos alunos que os vão armazenando progressivamente. Deve seleccionar as estratégias e linguagem que permitam uma maior e melhor assimilação e compreensão de conceitos a esses alunos, para que possam reproduzir essa mesma aprendizagem. Esta é reconhecida como a perspectiva mais tradicional de ensino, um modelo centenário.

Para Cachapuz et al (2000) radica em vários pressupostos:

- Os conhecimentos existem fora de nós.
- Para aprender é suficiente escutar com atenção, recebendo assim a informação.
- O conhecimento é cumulativo, absoluto e linear.
- O erro tem um papel marcadamente negativo.
- A avaliação é predominantemente normativa e tem por objectivo a medição de conhecimentos arquivados na mente, à medida que vão sendo construídos.

Resultam destes pressupostos que a grande preocupação do professor é conseguir que o produto obtido, o «*output*», esteja o mais próximo possível da informação que entra, o «*input*», usando como meios primordiais uma “*didáctica repetitiva, de base memorística, de ritmo uniforme encerrando uma motivação de exterioridade ao aluno centrada nas exposições orais do professor remetendo o aluno para um plano de objecto do ensino*” (Cachapuz et al, 2000). O professor, portador do saber, deve estar imbuído de uma habilidade na transmissão dos conceitos, «preparando os alunos» convenientemente para as provas externas, os exames.

Esta perspectiva admite o uso de outros recursos além do professor, do quadro preto, do caderno ou do manual escolar. A tecnologia educativa é uma ferramenta que tem sido utilizada nas actividades lectivas. O uso desta tecnologia é primordialmente de forma demonstrativa e expositiva, auxiliando o professor. Recursos que não servem as suas finalidades, como é o caso da programação, estão fora da didáctica transmissiva por não servirem este papel.

Na sala de aula a comunicação é tendencialmente unilateral do professor para o aluno. A estratégia pergunta-resposta tem baixo valor cognitivo explorando as competências mais básicas como a aquisição e a compreensão de conhecimentos.

A avaliação está tendencialmente separada do resto do processo de ensino-aprendizagem sendo marcadamente classificatória. Deve o professor promover uma competição entre alunos motivando desta forma o empenho dos alunos e conseqüente aparecimento de resultados escolares. Existe também a possibilidade de desmotivação para os alunos que não conseguem os «resultados» esperados. É frequente a orientação para um grupo-guia geralmente composto por alunos ligeiramente abaixo da média, para os quais é planeado o ensino.



**Figura 5** – Caracterização da Perspectiva de Ensino por Transmissão de conhecimentos, nas vertentes epistemológica, psicológica, social e didático-pedagógica. (Adaptado de Lucas, 2003)

O Trabalho Experimental é uma metodologia ocasional, muitas vezes considerado um *brinde*, compensador das boas notas, estando pouco articulado com o currículo, com o objectivo de evidenciar o concreto, ou seja conteúdos já conhecidos pelos alunos. Podemos por isso classifica-lo de ilustrativo, demonstrativo, verificatório e por vezes confirmatório. É acompanhado de protocolos muito detalhados que deixam pouco espaço de abertura à criatividade e de manobra do aluno.

### 2.2.3 - Ensino pela descoberta

Aparece em ruptura epistemológica com a perspectiva anterior essencialmente nos aspectos de aprendizagem sendo fortemente influenciada pela psicologia cognitiva “...parte da convicção de que os alunos aprendem, por conta própria, qualquer conteúdo científico a partir da observação; de que são os trabalhos experimentais radicados no fenomenológico e no imediato que levam à descoberta de factos novos e que é a interpretação, mais ou menos contingente, de tais factos que conduz, de forma natural e espontânea, à descoberta das ideias, das mais simples às mais elaboradas” (Cachapuz et al, 2000).

Para Lebrun (2009) o seu aparecimento deve-se a Bruner («*discovery learning*»), considerando que nesta perspectiva “...os estudantes interagem com o seu meio através da manipulação de objectos, ao descobrir as suas particularidades, colocando-lhes questões e actualizando certas controvérsias, realizando experiências, pesquisas individuais”.

Ainda segundo Cachapuz et al, (2000), as práticas educativas realizadas sob o domínio deste paradigma seguem os seguintes pressupostos:

- Existe a primazia da instrução sobre a educação estando esta centrada na compreensão dos processos científicos.
- Parte do pressuposto que todo o conhecimento deriva da experiência, chegando quase ao ponto de considerar o método científico como um método didáctico. Este conceito é errado, a escola não tem o objectivo de produzir ciência mas de fomentar a aprendizagem dos valores e o conhecimento científico. Este conhecimento científico reconhecido como acumulativo, linear e universal; só pode ser atingido, por parte dos alunos unicamente através do método científico, desta forma influenciando vincadamente as práticas lectivas.
- Os conteúdos científicos podem ser adquiridos partindo de observações ingénuas, considerando a indução uma forma primordial de aprendizagem, a partir de factos observáveis.
- O professor desempenha um papel de organizador das situações de aprendizagem, devendo orientar as descobertas que os alunos terão que realizar. Referem os autores a metáfora do professor-método que usa estratégia linear e sequencial, conhecida por

OHERIC<sup>3</sup>.

- O aluno é visto sob a metáfora do aluno–cientista ou aluno–investigador que está transformado num reproduzidor de processos, conteúdos já investigados e «descobertos» por cientistas. Participa activamente no processo, sendo conduzido pelo professor a chegar a um resultado previsto.
- O trabalho experimental é uma metodologia para exercitar capacidades processuais relativas à aplicação do método científico vista sobre o prisma duma metáfora de «*experiência pela experiência*». Estes trabalhos são composta por protocolos com passos bem definidos e esquematizados que lhe transmitem uma segurança nos resultados finais.
- A avaliação é igualmente centrada no processo sendo o erro desvalorizado e até por alguns excluído. As dificuldades de aprendizagem são em geral atribuídas ao desenvolvimento do aluno, ou seja à sua imaturidade.



**Figura 6** – Caracterização da Perspectiva de Ensino pela descoberta, nas vertentes epistemológica, psicológica, social e didáctico-pedagógica. (Adaptado de Lucas, 2003)

Curiosamente o uso de TE quase é pouco abordado nas referências bibliográficas sobre esta perspectiva. Este facto indicia o pouco apreço que alguns dos seus ideólogos tinham pela maior parte destes, pouco condizentes com o método científico. Não esquecer também que quando este modelo estava na sua época áurea, a década de 80, o uso das TIC estava a dar os primeiros passos, existindo quase apenas em projectos experimentais. Lebrun (2008) aponta a utilização por «descoberta guiada» de *softwares* de simulação para construir ou verificar comportamentos leis ou teorias.

<sup>3</sup> Segundo Cachapuz (2000) é uma sugestão de Giordan (1978) como método de ensino para o chamado *método científico* – Observação – Hipótese – Experimentação – Resultado – Interpretação – Conclusão.

A perspectiva, que se encontra esquematizada na figura 6, foi criticada por não ter em conta na planificação das actividades e estratégias de ensino os conhecimentos que os alunos já possuem à entrada da escola, não sendo este o ponto de partida para o início da aprendizagem. “*As investigações foram incapazes de provar de forma certa que estes métodos, relativamente não estruturados, eram favoráveis à aprendizagem*” Lebrun (2002).

#### 2.2.4 - Ensino por mudança conceptual

Esta perspectiva, cuja síntese podemos encontrar na figura 8, enquadrada nas didácticas das ciências, apresenta várias cambiantes, fundamenta-se na «epistemologia racionalista» contra a tendência dos que defendem apenas a aquisição de conteúdos e conceitos. Possui propósitos bem definidos “*Do que se trata agora é de contribuir para mudar os conceitos, de procurar compreender algumas das dificuldades que tal mudança exige e de referir eventuais estratégias de ensino para ajudar os alunos a levar a cabo tal mudança*” (Cachapuz, 2000). A mudança referida é a passagem dos pré-conceitos científicos que todos os alunos adquiriram até ao momento, no seu meio social, que frequentemente estão incorrectos, pelos conteúdos científicos produzidos e validados pela comunidade científica, mesmo não sendo definitivos. Como a maioria destes conceitos estão interligados, «*redes de conceitos*», os objectivos necessitam de mais além, não apenas o conceito mas uma «reorganização conceptual», “*...o professor ajudar a transformar estruturas conceptuais e, assim sendo, contribuir para que os alunos reorganizem os seus conceitos de uma outra maneira, de uma forma qualitativamente diferente*” (Ibidem).

Inserir-se esta didáctica no prisma construtivista da aprendizagem, sendo os alunos os construtores da sua aprendizagem, apresentada aqui como uma reconstrução das suas informações preexistentes que vão sendo transformados em conhecimento. Pode ser esta transformação contínua ou descontínua, valorizando-se particularmente as concepções alternativas dos alunos relativas a conceitos científicos.

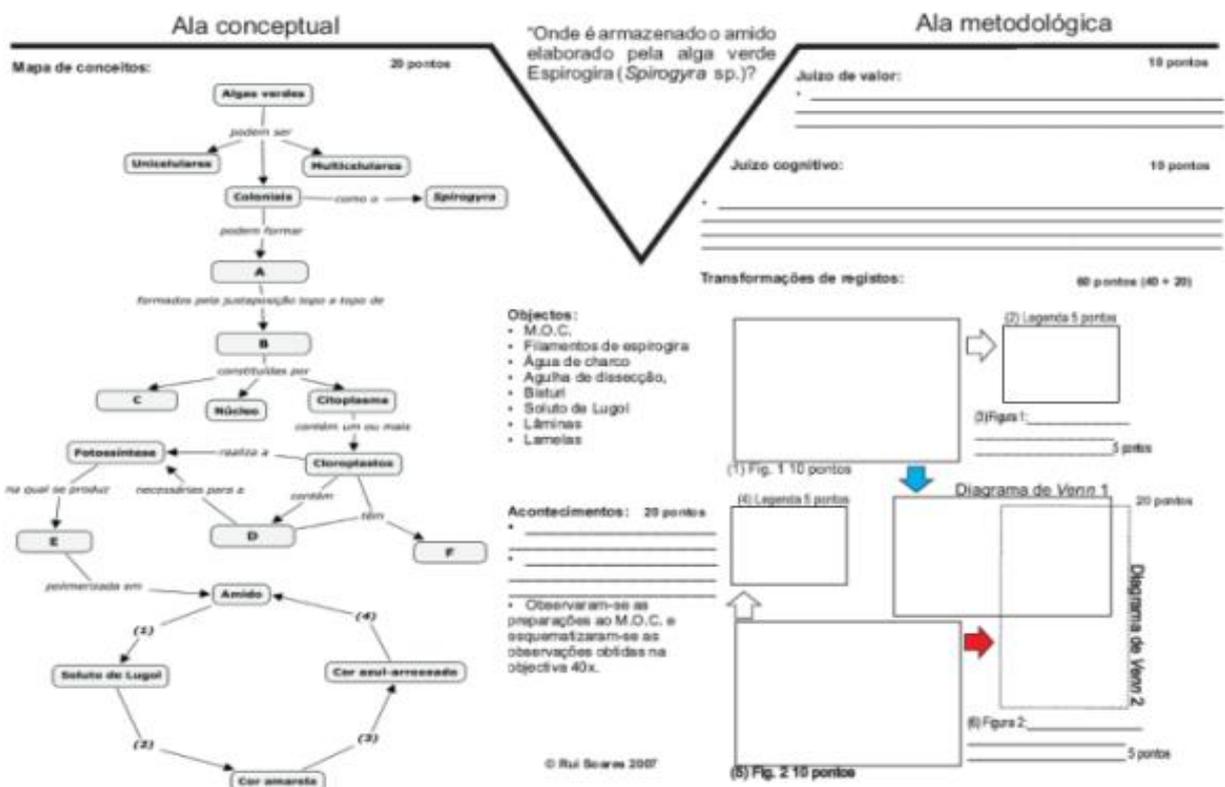
O ponto de partida do processo ensino-aprendizagem é o diagnóstico, feito pelo professor, das concepções alternativas dos alunos e partindo destas organiza estratégias de conflito cognitivo para promover aprendizagens adequadas. Os conteúdos funcionam como um meio de aprendizagem para promover a mudança de conceitos, através da superação de conflitos cognitivos. As actividades devem ser bem preparadas, estimular a problematização e a interrogação dos alunos, promovendo uma atitude reflexivo-investigativa para facilitar a

reconstrução conceptual. Os professores têm ao seu dispor, três instrumentos ou meios de trabalho (Cachapuz, Praia & Jorge, 2000):

- O *mapa de conceitos* (Novak, 1983), uma representação bidimensional da hierarquia da mente e das relações entre conceitos na mente, reflectindo por tentativas o entendimento conceptual de quem e quando o faz. São para ser usados em ambiente educativo, proporcionando uma atitude de trabalho especialmente em cooperação, facilitando o acompanhamento pormenorizado da evolução das aprendizagens. Não sendo uma ferramenta apenas desta perspectiva de ensino, apareceu historicamente com ela.
- O *segundo instrumento* explora elementos da história da ciência numa óptica de mudança conceptual. Fundamenta-se na mudança paradigmática, de Kuhn, em ruptura com as práticas didácticas anteriores, fazendo paralelismos com conhecimentos pré-científicos, podendo este ser explorado por contra exemplos que possibilitam melhor assimilação de conceitos.
- Associado ao trabalho experimental aparece o *terceiro instrumento*, o V de Gowin, ilustração da figura 7, que ajuda à problematização do problema a investigar, proporciona maior clareza aos objectivos, à definição da hipótese de trabalho, permitindo um dialogo interno constante entre a parte esquerda, a teórica e a parte direita, a metodológica.

Existe sequencialidade no percurso da mudança conceptual, um conceito não se altera de um dia para outro. As «concepções diagnosticadas» estão interiorizadas, só gradualmente se vão alterando, podendo haver erros de percurso até assimilar o conhecimento científico. Ao longo da escolaridade um indivíduo evoluirá a sua concepção sobre determinado conteúdo, como por exemplo as propriedades da água.

O erro assume, nesta perspectiva, um papel positivo, sendo um factor de progresso do conhecimento científico. Faz parte da própria actividade de ensino, o simples conhecimento do erro proporciona uma actividade cognitiva para o desvendar. O conhecimento do erro é meio caminho andado para, conscientemente, não voltar a errar, sendo importante que este caminho seja acompanhado pelo docente.



**Figura 7** - O "V" de Gowin aplicado numa actividade. Encontrado em [www.biologiaegeologia.com](http://www.biologiaegeologia.com) sítio do professor Rui Soares de Estarreja no dia 25/08/2008.

Para Oliveira (1991) apesar da mudança conceptual ser um processo dinâmico, podem-se distinguir dois tempos lógicos.

- O tempo da «consciencialização e elucidação», na qual se procura que o aluno exteriorize as suas certezas, seja crítico e refaça o seu percurso, embora com erros, explorando ideias próprias. As estratégias consistem em provocar um conflito interno, forçando a comparação, a análise, a crítica, etc. É importante o debate, o diálogo e a expressão quer entre pares quer com o docente.
- Segue-se o tempo da «comparação e desequilíbrio», onde se procura levar os alunos a questionar o que já aprenderam e a compará-lo com o que já sabiam, também com recurso a conflitos cognitivos.

As actividades de avaliação devem ser de carácter formativo e de carácter sumativo, ambas centradas nos conceitos. Devem apelar não só à memorização mas também à compreensão e até à síntese não ficando pelos patamares mais baixos.

As modernas tecnologias educativas podem ser usadas enquadrando-se nos pressupostos da mudança conceptual. Todos os recursos desde que usados nesta finalidade são bem vindos, ou aceites pelos seus defensores.

Em jeito de retoque final pode-se dizer que esta perspectiva foi um avanço relativamente às anteriores ao assumir um papel mais activo do aluno e possuidor de conhecimento à entra no sistema formal de ensino. Apesar disto o seu impacto no ensino é hoje limitado.



Figura 8 – Caracterização da Perspectiva de Ensino pela Mudança Conceptual, nas vertentes epistemológica, psicológica, social e didáctico-pedagógica. (Adaptado de Lucas, 2003)

### 2.2.5 - Ensino por pesquisa

O Ensino Por Pesquisa (EPP) aparece como uma nova perspectiva de ensino (Cachapuz, Praia e Jorge, 2000), após décadas de investigação sobre a «mudança conceptual», proporcionando uma mudança de atitudes, e dos processos metodológicos e organizativos de trabalho. Surge baseada em argumentos teóricos e reflexões sobre as práticas lectivas fundamentada na dimensão social, ética e cultural subjacente à produção e utilização do conhecimento científico. Estes autores segundo Ferreira (2004) propõem esta perspectiva em ruptura com algumas propostas já elaboradas, alicerçadas nos princípios seguintes:

- O EPP pressupõe a abordagem de situações - problema ligadas ao quotidiano dos alunos, que irão permitir reflectir sobre os processos da ciência e da tecnologia, bem como as suas inter-relações no âmbito *Ciência–Tecnologia–Sociedade–Ambiente*<sup>4</sup> (CTSA). O Ensino por Pesquisa propõe uma abordagem não só a partir de questões científicas e técnicas, mas também a partir de problemáticas abertas, com raízes em questões sociais, culturais, ambientais e éticas.
- O EPP valoriza a inter e a transdisciplinaridade no ensino das ciências. Tal

<sup>4</sup> Este autor, Ferreira (2004) fala apenas em CTS, nomenclatura anteriormente usada. Quando os problemas ambientais passaram a ter uma grande relevância a nível social e académico o movimento CTS passou a ser CTSA, introduzindo-se às crianças e jovens os valores da sustentabilidade ambiental.

valorização decorre do facto de, cada vez mais, a resolução de problemas reais necessitar da intervenção de domínios variados e da necessidade de compreender o mundo na sua globalidade e complexidade, procurando conciliar as análises fragmentadas do saber disciplinar.

- O EPP socorre-se de um pluralismo metodológico. Envolve, entre outros, trabalho experimental e trabalho de campo, a procura, selecção e organização de informação e o debate de situações dilemáticas. O trabalho experimental é um instrumento primordial para a educação científica. Mas isso implica o desenvolvimento de actividades mais abertas, valorizando contextos não estritamente académicos. Tais actividades tornam-se geradoras de situações em que os dados obtidos por via experimental alimentam a discussão conjuntamente com elementos vindos de outras fontes. Significa isto que os dados não são óbvios, não falam por si. Têm de ser lidos através dos quadros teóricos conhecidos. É importante não esquecer oportunidades para validar os resultados, nomeadamente pelo confronto com a informação fornecida pelo professor. O professor pode e deve desempenhar o papel de orientador da pesquisa, formulando também questões para a reflexão. Valoriza-se também a abordagem de assuntos controversos e de dilemas com base aspectos sociais, económicos e éticos da ciência.

- A avaliação assume um papel central, envolve a aprendizagem individual do aluno, mas vai mais além tendo igualmente função de regulação e de orientação, permitindo alterar as práticas pedagógicas, as metodologias de trabalho e até se necessário fazer adaptações curriculares. A avaliação da aprendizagem engloba conceitos, capacidades, atitudes e valores, sendo encarada de forma séria e acompanhada com instrumentos que a tornem o mais objectiva possível. Deve proporcionar um feed-back entre o professor o aluno, sendo integradora de novas atitudes e práticas de acção, devendo ser composta por actividades de avaliação diagnóstica, avaliação formativa e avaliação sumativa. O erro é considerado como consubstancial ao conhecimento.

Esta perspectiva, conforme podemos observar na figura 9, assenta em perspectivas socioconstrutivistas, sendo a aprendizagem caracterizada por reconstrução de conceitos, competências, atitudes e valores, na qual se atribui ênfase na educação. O conhecimento é adquirido pela acção do próprio indivíduo, com a superação de situações problemáticas, fazendo uma reflexão crítica sobre as suas formas de pensar, de agir e de sentir (Cachapuz, Praia & Jorge, 2000). O aluno desempenha um papel activo de procura, tomando uma atitude responsável e cooperativa com os colegas e docentes, assumindo um carácter interventivo ao longo das actividades, na sua apresentação e avaliação.



**Figura 9** – Caracterização da Perspectiva de Ensino por Pesquisa, nas vertentes epistemológica, psicológica, social e didático - pedagógica. (Adaptado de Lucas, 2003)

Segundo os seus autores desenvolve-se em três momentos distintos que não são estritamente sequenciais, articulando-se em ciclos de ensino aprendizagem de forma a proporcionar feedback ao docente.

Primeiro temos o momento de «Problematização» com três pólos distintos:

- O pólo do «currículo intencional» mais ou menos flexível, possuidor dos conhecimentos, capacidades, atitudes e valores, que a nível superior se considerem adequados à formação integral do aluno. Este currículo deve ser conhecido pelos alunos, podendo ter uma referência à sua aprendizagem.
- Noutro pólo, estão os conhecimentos já adquiridos pelos alunos num dado momento, os «saberes dos alunos». Não são considerados de forma simplista como as «concepções alternativas do Ensino por Mudança Conceptual», mas como um conjunto de valores, conhecimentos, atitudes e capacidades, que podem provir do meio sócio-familiar ou do sistema educativo, adquiridos em anos anteriores.
- No terceiro pólo estão as «situações problemáticas» no quadro CTSA, que são consideradas o ponto de partida do percursos de aprendizagem conferindo-lhe mais sentido. Estas questões estão próximas, que geograficamente ou afectivamente, do aluno, sendo por eles propostas ou pelo professor.

Estes três pólos, que numa metáfora matemática são os vértices, deste triângulo, que não sendo estático, não sendo sempre equilátero, podendo ter outras formas com o aumento de um ou mais dos seus lados, que os seus autores designam por vertente.

Do lado/vertente «currículo intencional – saberes dos alunos», encontra-se o esforço a realizar, com orientação do professor, para obter aprendizagem. Este lado diminui quando se

abandona o currículo tipo «pronto-a-vestir», e se opta por um currículo flexível aberto aos problemas do meio com investigação didáctica.

Da vertente/lado «saberes dos alunos – situações problemáticas no âmbito CTSA», estão os conceitos, capacidades, atitudes e valores que os alunos revelam em relação aos problemas do meio, decidindo o professor, os temas mais urgentes, fazendo o diagnóstico, planeando as actividades, escolhendo as metodologias adequadas. Esta vertente ou lado diminui quando as situações problemáticas são do verdadeiro interesse do aluno.

Por fim do lado ou vertente «currículo intencional – situações problemáticas no âmbito CTSA», permite em cada unidade didáctica se escolham situações problemáticas, existentes ou não no meio, que sejam mobilizadoras, podendo ser seleccionadas pelos alunos ou pelo professor. Exige uma sólida formação científica do professor pois facilmente extravasam o currículo académico. Temas mais apaixonantes para os alunos reduzem a distância entre estes vértices.

O segundo momento refere-se às «Metodologias de Trabalho», cuja ponte com o anterior momento é feita pela questão – problema. Pode-se usar uma pluralidade metodológica recorrendo a uma variedade de estratégias e a uma diversificação de recursos. Na planificação das actividades devem constar várias etapas onde se verifica essa diversificação, com momentos em que se socorre de uma exposição oral ou de diapositivos centrada no professor que antecedem uma actividade de pesquisa, centrada no aluno, passando a outra de discussão de resultados e sucessivamente. Desta forma, professor e alunos, vão tendo diferentes tipos de papéis. O professor de comunicador, moderador, mediador, dialogante indagador entre outros, e o aluno de receptor, pesquisador, construtor<sup>5</sup>, comunicador etc.

As TIC são de enorme importância e potencialidade, são as tecnologias do futuro, fazendo gradualmente mais, parte da nossa vida. Ao fazer parte da vida, fazem também, cada vez mais, parte do meio envolvente aparecendo dentro dos *saberes dos alunos*, pelo menos de alguns, ou também, directa ou indirectamente, no âmbito das *situações problemáticas CTSA*. A pluralidade metodológica permite-nos usá-las segundo as diversas estratégias.

Por último o terceiro momento, o da avaliação, que é realizada a nível dos produtos e dos processos. “*Falamos aqui de uma avaliação terminal que finaliza um processo que se iniciou com a avaliação diagnóstica, foi suportando avaliações formativas e remata com uma cariz sumativo, devendo ser o mais formadora possível*” (Nunziatti, 1990) citado por (Cachapuz,

---

<sup>5</sup> Entende-se construtor no aspecto físico e intelectual. No aspecto físico a construção de um cartaz ou uma modelação no âmbito da programação informática. Intelectualmente a construção de um texto ou a exposição de uma ideia.

Praia & Jorge, 2000).

A nível de produtos entende-se por resultados da aprendizagem, sendo estes não só a nível de conhecimentos e conceitos mas, também de capacidades, atitudes e valores, incidindo sobre as mudanças ocorridas em função das aprendizagens realizadas. As capacidades, atitudes e valores são frequentemente esquecidas, por serem consideradas dificilmente mensuráveis, todavia deverão ser tidas em conta e construídos instrumentos para a sua medição.

Relativamente à avaliação dos processos refere-se a todo o percurso de aprendizagem de determinada unidade, como foi desenvolvida, como se superaram dificuldades, se todos os passos foram cumpridos, o que é necessário alterar, etc.

Podemos observar, de forma simples a figura 10, que nos mostra de forma sintetizada esta perspectiva de ensino, que aparentemente nos pode parecer complexa.

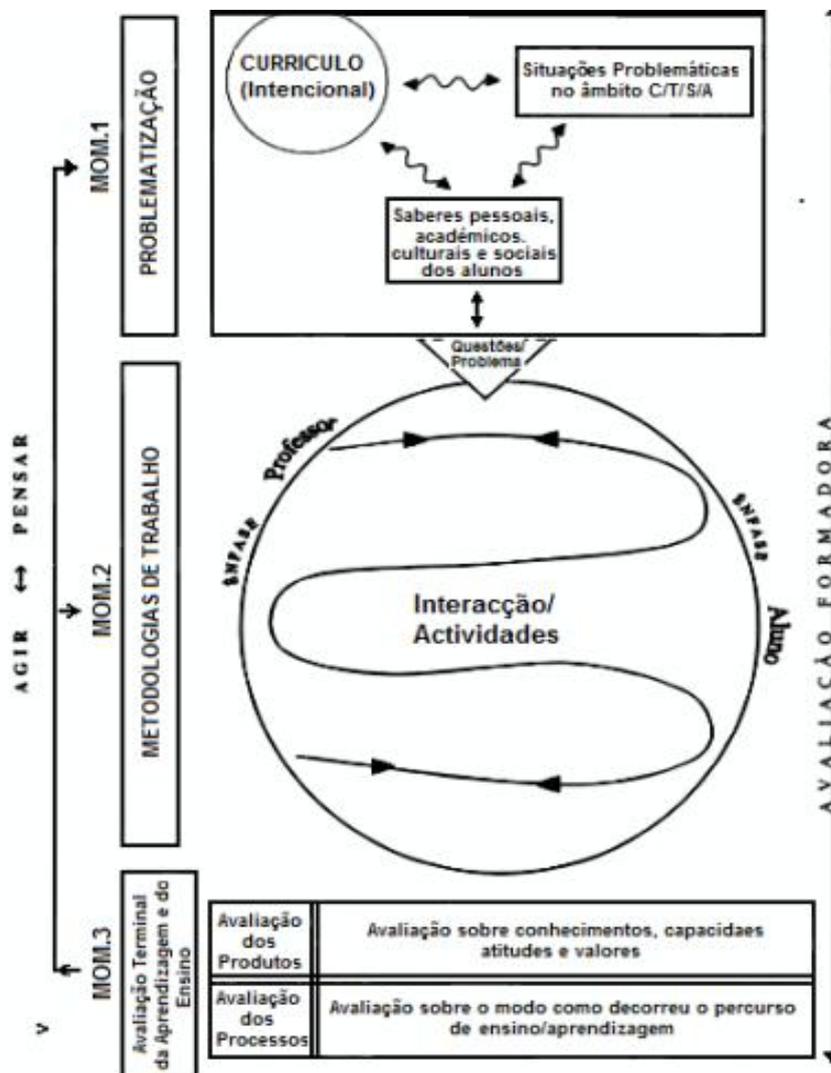


Figura 10- Ensino Por Pesquisa (Cachapuz, Praia & Jorge, 2000).

## 2.3 – A tecnologia educativa no ensino das Ciências

### 2.3.1 – O aparecimento das TE no ensino e sua evolução

Os recursos tecnológicos no ensino, começaram a ser utilizados no ensino no início do século XX, sendo de forma genérica denominados por «Meios Auxiliares de Ensino», designação esta, que denota a forma como estes meios eram encarados. Não alteravam a metodologia nem o contexto educativos, eram meros auxiliares dos docentes como os recursos tradicionais nos quais se incluíam cadernos, livros ou quadros. O seu uso era unidireccional substituindo o professor, apresentando de forma mais apelativa os conteúdos ministrados nas aulas (Brian Kahn, 1991).

Começaram por ser utilizados nos EUA, sobretudo pequenos filmes, não podendo o seu aparecimento ser separado do surgimento dos primeiros museus das escolas. Estes funcionavam como unidades administrativas onde se realizavam as exposições e também distribuía os seus materiais de apoio, diapositivos filmes ou outros, que se tornaram precursores dos centros de recursos (Machado, 1996). Na década de vinte surgiram as primeiras publicações sobre a utilização de audiovisuais, criando as universidades os respectivos centro de recursos que eram usados na formação dos docentes.

Estes recursos provocaram uma certa euforia, Machado (1996) refere uma frase curiosa de Thomas Edison *“Os livros muito rapidamente se tornarão obsoletos nas escolas...O nosso sistema educativo estará completamente mudado nos próximos dez anos”*. Como é óbvio, hoje podemos afirmar que estes visionários estavam redondamente enganados, as mudanças não foram tão drásticas.

Antes da segunda guerra mundial foram introduzidas nas salas de aula além do filme, o rádio e a televisão educativa com a finalidade de tornar o ensino e aprendizagem mais produtivos. As publicações apontavam já para que a qualidade do audiovisual estivesse relacionada com o grau de realismo com que os conceitos eram apresentados (Machado, 1996). Já nesta época era apresentada uma hierarquia de meios desde os que apresentavam os meios de forma mais concreta aos que os apresentavam de forma mais abstracta.

O período negro da segunda guerra mundial também se manifestou no ensino com a consequente falta de recursos monetários, materiais e até humanos. Pelo contrário houve

grande inovação e investimento na tecnologia militar e industrial, grande necessidade de formação de quadros técnicos, com a respectiva produção de tecnologia para instrução e material didáctico (ibidem).

Com o advento da paz estas e outras tecnologias tiveram aplicação no ensino do pós-guerra. A grande evolução nestes anos 50 e 60 ocorreu no domínio dos audiovisuais. Apareceu também a «máquina de ensinar de «Skinner», já referida nesta obra, e o «ensino programado» que desencadeia o arranque da Tecnologia Educativa como área de estudos.

Em finais dos anos sessenta surgem os sistemas de tutoria, «*audio tutorial systems*», e uma década mais tarde os computadores. Nesta década a revolução tecnológica electrónica apoiada inicialmente na rádio e na televisão vem provocar profundas revisões nos modelos de comunicação vigentes até então Machado (1996). Ainda segundo a mesma autora “*o aparecimento dos computadores pessoais revoluciona o ensino pelas suas enormes possibilidades e sobretudo pela nova concepção de ensino individualizado, recuperando os conceitos de ensino programado e das máquinas de ensinar*”.

Após um período (décadas de 50 e 60) em que a tecnologia educativa era vista essencialmente numa visão mais mecanicista, gradualmente, foi aparecendo numa visão humanista até ao final do século. É nos anos 80 que surge a denominação Novas Tecnologias da Informação e Comunicação, evoluindo, nos dias de hoje, para apenas Tecnologias da Informação e Comunicação, vulgarmente designadas por TIC, tão em voga (Brian Kahn, 1991).

Os computadores são um recurso tecnológico multifacetado, possuindo uma imensidade de recursos a vários níveis. Processadores de texto, apresentadores de diapositivos, editores de imagens, CD de áudio, DVD de vídeo para visualização de filmes, CD e DVD com modelação de conceitos ou jogos educativos interactivos são muitos destes recursos. A acrescentar a isto há ainda a internet, rede global de troca de conhecimentos, fontes de pesquisa inesgotável com uma evolução galopante.

Quando as TIC passaram a ser interactivas, fomentaram o surgimento de um novo modelo de comunicação, oposto ao modelo unidireccional (que impulsionava, principalmente, o utilizador a um papel passivo e de observador), um modelo que exige sujeitos activos e intervenientes, que ao interagir com a informação os transformam em «fontes de informação» (Brian Kahn, 1991).

Em Portugal a introdução da tecnologia nas actividades lectivas foi bastante tardia. O nosso país esteve grande parte do século XX, quase isolado culturalmente do mundo ocidental, a tecnologia demorou a penetrar, tal como as novas ideias e teorias que foram sendo

desenvolvidas. A tecnologia ao serviço da educação passou a ser fomentada com o surgimento das modernas universidades e a criação de cursos iniciais de professores, após a revolução de 1975. Este aparecimento ocorreu em simultâneo com as ciências da educação, que até aí também não tinham desenvolvimento nacional. Nesta época os especialistas portugueses em educação eram raros, em TE ainda menos, eram estes a nível nacional «campos por desbravar». O aparecimento desses cursos e dessas universidades motivaram o seu desenvolvimento e a formação de quadros técnicos especializados que existem actualmente, contribuindo para o desenvolvimento nacional nestas áreas (Machado, 1996).

A formação de novos professores, com formação na área, possibilitou o aparecimento, ainda que tímido, destas ferramentas na sala de aula, consequência da tradicional resistência à inovação, que necessita de mudança de métodos e paradigmas práticos. Por outro lado a tradicional «falta de meios» que nos caracteriza foi sendo obstáculo para uns e desculpa para outros. Até à década de 90, a tecnologia mais usada seria o retroprojector com os acetatos escritos à mão e com uma quantidade enorme de texto que rivalizavam com o projector de slides, leitores de cassetes usados sobretudo nas aulas de língua estrangeira e mais raramente filmes projectados no videogravador e visto na televisão. Estavam quase sempre associados a metodologias expositivas (Machado, 1996).

Começa, esta altura, a haver um esforço de muitas escolas em criar salas de audiovisuais e aquisição destes materiais que usualmente fazem parte do espólio das bibliotecas, motivando o seu uso aos docentes.

Vários projectos ministeriais tentam impulsionar o seu uso, fornecendo material às escolas, fomentando a participação em projectos, quer nacionais quer europeus, que utilizem estes recursos. Indirectamente estes projectos promovem alguma competição entre as escolas. De realçar o Projecto Minerva, pioneiro da informática, divulgador da utilização destes meios na rede escolar nacional. Possibilitou a aquisição de algum material informático para os estabelecimentos escolares.

Hoje o país está ligado à rede global, os professores têm conhecimento de grande parte dos recursos, embora muitos não os utilizem, estes têm utilização nas práticas pedagógicas não havendo estudos que sustentem se são mais ou menos utilizados que noutros países ou sobre o seu peso na aprendizagem dos alunos. O seu uso, ou não uso, está ligado à forma como os professores vêem o ensino, ou seja os paradigmas educativos que os orientam. Verifica-se alguma competição entre docentes, procurando alguns não se mostrar desactualizados ou retrógrados.

### 2.3.2 – Diferentes formas de abordagem das TE na sala de aula

A utilização das TE na sala de aula serve os vários modelos de ensino e as mais diversificadas metodologias pedagógicas. Em Lebrun (2008) enumera vários usos das ferramentas tecnológicas em função das diversas tipologias das práticas educativas:

- Mostrar elementos que seriam demasiadamente difíceis de escrever ou utilizar, como por exemplo, o funcionamento de um sistema, a entrevista a um perito e uma simulação de um fenómeno perigoso, por exemplo.
- No âmbito das novas práticas pedagógicas: recursos de informações no quadro de um processo de resolução de problemas, como ferramentas de modelização e de simulação, ferramenta e memória de interações na aprendizagem cooperativa.
- Auto-aprendizagem, aprendizagem à distância e formação contínua.

A aplicação prática das ideias behavioristas ao nível da TE foi iniciada quase logo após o seu aparecimento, pois os seus seguidores consideram desde logo as ferramentas tecnológicas o veículo ideal para colocar em acção os seus fundamentos teóricos. Do ponto de vista histórico efectivamente foram os behavioristas que mais incrementaram a sua utilização (Machado 1996). Uma das primeiras aplicações, muito apreciada, foi o designado «Ensino Assistido por Computador» onde um programa realiza o papel de “professor” propondo exercícios estimulando os alunos, bem como concedendo o resultado, reforço, logo após as respostas, num processo completamente “automático”. Este era o mais badalado instrumento de ensino do paradigma de Skinner. Apesar de na fase inicial vários estudos comprovarem a eficácia de ferramentas como esta, (Snow e Lohman, 1984) estas ferramentas, conotadas com abordagens behavioristas, foram progressivamente caindo em descrédito.

Nestas perspectivas, segundo os trabalhos de Cooper (1993), um sistema multimédia apoiado no computador e orientado por este, deveria dar relevo à aprendizagem segundo o ritmo do aluno, e estar baseado nos seguintes quatro componentes essenciais:

- Interação com o aluno: que efectua a avaliação das características e capacidades deste;
- Análise da instrução: analisa e ordena o conteúdo da instrução;
- Actividades de aprendizagem: identifica os meios de suporte necessários e define uma sequência de aprendizagem para cada aluno;
- Avaliação do sistema; faz uma análise estatística global à eficácia do sistema.

Como esta teoria está focada nos resultados e dependente duma clareza na definição de objectivos, concebidos metodicamente para serem atingidos, a tecnologia educativa tem de estar ligada à concepção e desenvolvimento de actividades de ensino-aprendizagem orientadas para o cumprimento dos objectivos e a finalidade dos resultados, numa visão mecanicista.

O contributo dos ideais da Psicologia Cognitiva ou Construtivismo ao nível da tecnologia educativa tem um papel de grande relevo. O conceito de «processamento de informação» está na origem das Tecnologias de Informação modernas (Machado 1996). O uso cognitivista das TIC é feito principalmente através do uso de meios educativos de forma criativa, como ferramentas de estudo e exploração, de apoio aos percursos pessoais.

Valente (1993), afirma que “*a orientação pedagógica de utilização do computador oscila entre dois grandes pólos*”. O seu pensamento está esquematizado na figura 11.

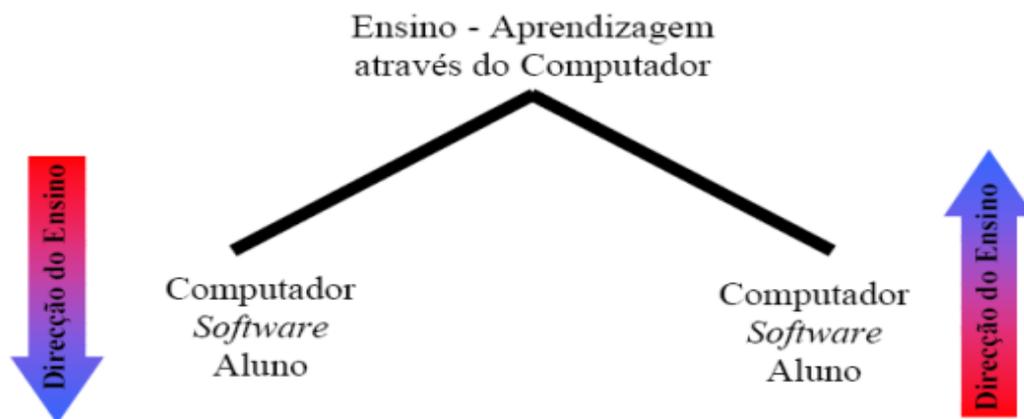


Figura 11 – Pólos de utilização pedagógica do computador. Adaptado de Valente (1993a)

Podemos reparar que ambos os pólos são constituídos pelos mesmos componentes, o que se altera é a direcção/finalidade do ensino. No lado da esquerda o aluno apreende através do computador que opera como “máquina de ensinar”. Do lado da direita é o aprendiz que “ensina” o computador, sendo este encarado como uma ferramenta que possibilita ao aluno a interiorização dos conteúdos e das suas ideias tendo por intermediário o *software*.

Sob o ponto de vista desta linha de pensamento, estão incluídos no primeiro pólo, aquele *software* que é caracterizado pela instrução guiada pelo computador e um conjunto de aplicações relacionadas com o paradigma comportamentalista, behaviorista, do ensino-aprendizagem, inserindo-se aqui os programas tutoriais e os exercícios repetitivos.

No segundo pólo do esquema está associada ao tipo de utilização do computador no qual se

insere *software* como: processadores de texto, programas de pesquisa, selecção e organização de informação, *software* para criação de bases de dados e gráficos. Assim, situam-se neste campo alguns programas de hipertexto ou hipermedia, bem como o trabalho de pesquisa selecção e organização que é necessário para obter informação da *Internet* (Valente, 1993a).

Ainda segundo o mesmo autor

*“Ao consultar um programa de hipertexto, ao contrário do ensino dirigido, o utilizador tem de escolher o percurso e seleccionar a informação, a qual ao ser cruzada com capacidades preexistentes será transformada em conhecimento. Também se inserem neste pólo os programadores, como o Logo e o BASIC, que transferem o controlo da situação para o utilizador”.*

### 3 – A PROGRAMAÇÃO EM AMBIENTE EDUCATIVO.

#### 3.1 - O aparecimento da programação

É útil fazer uma breve resenha histórica do aparecimento histórico das linguagens de programação, para tentarmos perceber as suas finalidades e os seus mecanismos, e podermos fazer uma ligeira comparação com as linguagens criadas para serem usadas por crianças e jovens dos ensino básico e secundário. Ajudar-nos-á a entender a filosofia destas últimas, e percebermos a racionalidade do seu uso em ambiente educativo.

Antes de falarmos delas é pertinente questionarmos, o que são? Como as definimos?

*“Linguagens de programação, como línguas humanas, são conjuntos de códigos que podem ser combinados utilizando gramáticas específicas, de modo a transmitir a um computador os procedimentos que se destinam a ser seguidos (Morgado, 2005).*

Esta é uma das definições possíveis, outros autores têm outros entendimentos sobre linguagem de programação.

O aparecimento da programação surge ligado à realização de tarefas simples, como os cálculos aritméticos que embora simples são muito entediantes e demorados, sujeitos a muitos enganos e distrações por parte de quem tem a enfadonha empreitada de os executar. Foi o caso do ENIAC, o primeiro computador, idealizado para realizar os cálculos de balística para os militares, e de todas as máquinas que o antecederam como a máquina de calcular de Pascal<sup>6</sup> e as construções de Babbage<sup>7</sup>.

De um ponto de vista mais simplista, uma «linguagem de programação» é um conjunto de regras sintácticas e semânticas usadas na construção de programas de um computador. Uma

---

<sup>6</sup> A máquina Pascal foi criada com objectivo de ajudar seu pai a colectar os impostos em Rouen, França. O projecto contou com a ajuda do matemático alemão Leibniz (1646-1726), que afirmou, que num futuro próximo todo o raciocínio pudesse ser substituído pelo girar de uma simples alavanca. A história comprovou que estava muito avançado no tempo.

<sup>7</sup> Charles Babbage (1792-1871), professor de matemática de Cambridge, inspirado num tear mecânico, propôs-se desenvolver uma máquina de “tecer números”, uma máquina de calcular onde a forma de calcular pudesse ser controlada por cartões. Começou com a tentativa de desenvolver uma máquina capaz de calcular polinómios por meio de diferenças, o calculador diferencial. Enquanto projectava o calculador diferencial, imaginou uma nova e mais complexa máquina, o calculador analítico, extremamente semelhante ao computador actual. Além disso, imaginou a primeira máquina de impressão, que imprimiria os resultados dos cálculos, contidos nos registadores. Durante algum tempo, conseguiu, fundos para sua pesquisa, porém não conseguiu completar a sua máquina no tempo prometido, não recebendo mais apoios monetários.

linguagem possibilita que o programador especifique rigorosamente sobre que dados um computador vai trabalhar, como serão armazenados ou transmitidos, as acções que devem ser executadas e em que circunstâncias. À totalidade das palavras, designadas por «tokens»<sup>8</sup>, formadas a partir das regras, formam o denominado «código-fonte»<sup>9</sup> de um software, que é posteriormente traduzido para o código de máquina<sup>10</sup>, sendo executado pelo processador<sup>11</sup>. Talvez a mais importante finalidade das linguagens de programação seja possibilitar aos programadores grande produtividade, expressando facilmente o seu trabalho, comparativamente ao código-máquina. São criadas para que os programas possam ser mais facilmente comunicados entre os programadores humanos, para que os possam construir ou depurar mais rapidamente (Chaves, 2004).

Tornam também os programas menos dependentes das máquinas, entenda-se computadores, ou dos ambientes computacionais onde estão colocados. Esta realidade é possível porque os programas, escritos em linguagem de programação, são posteriormente traduzidos para o código-máquina dum computador, em vez de ser directamente executado (Gudwin, 1997).

A primeira linguagem de programação de alto nível com uso alargado foi o Fortran, concebida em 1954, seguindo-se-lhe outras que a superaram rapidamente, o Algol e o LISP em 1958, o COBOL em 1959, o BASIC em 1964 ou o C em 1972. Muitas outras linguagens existem, algumas destas, que surgiram na fase inicial, tiveram várias actualizações e extensões chegando até aos nossos dias (Gudwin, 1997).

Por outro lado uma ferramenta tão poderosa e com bastantes recursos não poderia por muito tempo ficar fora da aprendizagem escolar.

*“Os primeiros programas de ensino, concebidos para reforçarem factos, têm evoluído para programas para ajudar os estudantes na resolução de problemas. Agora precisamos de uma nova geração de programas que permita aos estudantes tornarem-se capazes na construção de modelos científicos”.* (Brian Kahn, 1991)

---

<sup>8</sup> *Token* em informática é um segmento de texto ou símbolo que pode ser manipulado por um processo, que fornece um significado ao texto; noutras palavras, é um conjunto de caracteres (de um alfabeto, por exemplo) com um significado colectivo.

<sup>9</sup> *Código fonte* é o conjunto de palavras escritas de forma ordenada, contendo instruções numa das linguagens de programação existentes, de maneira lógica.

<sup>10</sup> Todos os computadores possuem um conjunto de instruções que o seu processador é capaz de executar. Essas instruções, chamadas *código de máquina*, são representadas por sequências de bits, normalmente limitadas pelo número de bits do registador principal do CPU. o programa em *código de máquina* consiste de uma sequência de números que significam uma sequência de instruções a serem executadas.

<sup>11</sup> O *processador*, é um circuito integrado de controlo das funções de cálculos e tomadas de decisões de um computador, sendo por isso considerado o seu cérebro. faz parte de um importante elemento do computador, a Unidade Central de Processamento (em inglês CPU).

### 3.2 - As primeiras linguagens de programação com fins educativos

Surgiu no ano de 1968 em Cambridge (Massachusetts - E.U.A.), a primeira versão da Linguagem Logo. Esta linguagem de programação foi criada por Seymour Papert, Wallace Feurzeig e Dan Bobrow. Ao criar o “software” o principal objectivo desta equipa de investigadores era conceber uma ferramenta que se pudesse relacionar com a aprendizagem da matemática (Chaves, 2004). Papert ficou conhecido como o principal defensor do uso do Logo nas actividades de ensino e aprendizagem, com o principal alcance de desenvolver uma «ferramenta aberta», que emprega uma linguagem interactiva e interpretada.

O paradigma construcionista, fundamentado nas teorias construtivistas, reconhece que a mediação de uma ferramenta, como o computador, facilita ao aprendiz a construção do seu próprio conhecimento. A linguagem Logo é identicamente, considerada pelos seus autores, uma metodologia de ensino-aprendizagem (Brian Kahn, 1991). Esta mediação através do planeamento e na construção de objectos ou artefactos significativos promove melhor aprendizagem. Esta aprendizagem é reforçada com a partilha à comunidade envolvente de todos estes processos. A construção física serve de suporte à construção intelectual (Papert, 1980).

Ainda em relação a esta Linguagem de Programação, Ponte (1988), considerou que ela só pode ser posta em prática seguindo uma filosofia educacional que *“tem muito em comum com as ideias da escola nova, com cuja linha de pensamento Papert se identifica”*. Aquando do seu aparecimento esta ferramenta foi desenvolvida com crianças em idade pré-escolar passando posteriormente a ser implementada com alunos de outros escalões etários.

Este projecto criado para aprender matemática era inovador, cabia aos alunos o relevante papel de programar os computadores e não o oposto, como sucede com a maior fatia dos programas educativos actuais, facto este recordado, pelo autor, em “A família em rede” o seu primeiro livro publicado no nosso país (Papert, 1997). Também relevante na sua concepções é o facto de nesta linguagem o erro ser considerado como um factor de aprendizagem necessário, permitindo ao aprendiz perceber a razão do erro e demandar a procura de novas soluções para este problema, tendo que investigar, explorar e desvendar pelo seu esforço, já aqui referido por «aprendizagem pela descoberta».

Houve investigadores, que empregaram Logo nos seus trabalhos como ferramenta educativa, delas retirando relevantes conclusões. Fey, citado por Bento (2002), chegou às seguintes

conclusões, após um trabalho sobre este tema:

- Obtiveram-se resultados significativos na aprendizagem da capacidade de estimar comprimentos em crianças de tenra idade através de explorações em Logo.
- Obtiveram-se bons resultados no aperfeiçoamento da compreensão intuitiva dos ângulos;
- Houve vários resultados positivos após as experiências. O uso da tartaruga, ex-líbris da Logo, em actividades de geometria tem efeitos potencializadores na aprendizagem de noções de geometria plana.

Para Fragoso (1993) são cinco as características vantajosas, que esta linguagem de programação manifesta referindo-as:

- A tartaruga é ensinada pelo aprendiz que a utiliza, através de ordens inseridas em comandos pré-definidos;
- A interacção com o utilizador é permanente, esta linguagem emprega vários princípios básicos de matemática de forma natural, num diálogo entre o aprendiz e a máquina;
- O erro não tem conotação negativa é visto positivamente na aprendizagem, sendo identificado por mensagens emitidas pelo computador, que informa o aluno onde ele ocorreu e de que natureza se reveste;
- As tarefas são executadas de forma modular. Ao serem produzidas por pequenos programas que a tartaruga passa a reconhecer, podem ser reutilizados dentro de outros programas e assim sucessivamente. Existe ainda a facilidade de serem reutilizados os programas;
- Sendo o aprendiz que “ensina” o seu computador, construindo assim os seus próprios projectos, é automaticamente o fulcro do processo de aprendizagem.

Desde o seu aparecimento, foram desenvolvidas várias versões Logo, ligadas muitas delas a países, línguas e culturas. Entre elas está a versão “SuperLogo 3.0”, traduzida no Núcleo de Informática Aplicada à Educação da UNICAMP do Brasil, para o português do Brasil, ou a “Imagina” que foi desenvolvida no âmbito do projecto Playground. Na actualidade, despontaram novas versões para Windows constituindo um grande impulso para a utilização actual da linguagem Logo como ferramenta de ensino/aprendizagem, havendo o cuidado de o dotar de novos instrumentos que valorizaram o seu uso pedagógico e uma forma de interacção mais moderna (Chaves, 2004).

Embora Ponte (1997) tenha dito: “*O Logo como linguagem e como filosofia educacional, teve uma forte influência no Projecto Minerva*”, a realidade é que o seu uso nunca foi massificado,

a larguíssima maioria dos professores e alunos, desde época do seu aparecimento até hoje, praticamente o desconhecem. Foi e é utilizado em reduzida escala associado a estudos e pequenos projectos, tendo poucos mas bons adeptos que têm representado Portugal nos “Encontros Internacionais sobre o Logo”. A influência do projecto Minerva e do seu sucessor Nónio, teve grande impacto ao nível da dotação das escolas de material informático e ao seu uso pelos alunos e professores, todavia a programação foi o seu parente pobre.

O Squeak é uma linguagem com pouco mais de uma década, baseada em Smalltalk, que apareceu na década de sessenta do século passado, a primeira linguagem de programação orientada por objectos, inventada por Alan Kay, desenvolvida na Apple e igualmente usada na Walt Disney. Começa a ter considerável adesão, recebendo contributos de várias comunidades de utilizadores, tendo em Kay o seu principal dinamizador, através do portal Squeakland.

*“É um software livre, que abre um mundo de possibilidades de exploração e experimentação em todas as áreas de conhecimento, excepcionalmente visível na simulação e representação de modelos”*, como afirmam Alen-Conn e Rose, (2003).

Em Portugal existe uma comunidade de utilizadores «SqueakLândia», que afirma pretender não só divulgar este software como incentivar a sua utilização nas escolas e a partilha de conhecimentos, ajudas, ideias e projectos entre todos os membros da comunidade. Existem cursos de iniciação e aperfeiçoamento da linguagem, projectos realizados e manuais, desenvolvidos na Universidade do Minho.

Existem outras linguagens que têm pouca expressividade resumindo-se a pequenas comunidades na internet ou em fase de implementação.

O *Kidbasic* é uma linguagem de programação concebida para crianças, projecto que pretende desenvolver conceitos básicos de programação desde tenra idade. Os seus criadores afirmam que é muito intuitiva, permite preparar a forma de pensar para a programação noutras linguagens, pois usa conceitos universais de programação e possui potencialidades multimédia. O seu uso é simples, tem duas janelas: numa escrevem as instruções, na outra pode depois ver-se o resultado.

Como desvantagens o facto de precisar de ligação à Internet, não fazer o executável, só permitir ver numa janela ao lado o resultado, além de não existir ainda em português. Está licenciado sob a Licença Pública GNU, o que significa que o utilizador é livre para o descarregar, modificar e partilhar. Não existe literatura escrita e na rede não ultrapassa as 9000 entradas a maioria não está acessível ou aborda outros temas.

O StageCast Creator é uma linguagem com grande divulgação no EUA mas com poucos

desenvolvimentos em língua portuguesa. Apenas com o uso do rato podem-se criar jogos e simulações visualmente. É fácil de usar, mas poderoso o suficiente para criar jogos 2D, muitos dos quais estão disponíveis na internet.

Podem-se criar projectos próprios ou em grupo, usando imagens que se importam ou retiraram de ficheiros, depois, basta apontar e clicar para programar os personagens, o resto fica a cargo do software. Quando se termina o jogo, basta reproduzi-lo, ou em casa ou na Web. Inclui um tutorial divertido e interactivo que guia os aprendizes a realizar a primeira regra.

Chegou recentemente a Portugal a linguagem Scratch, cujo site português define como “*uma nova linguagem gráfica de programação, inspirada no Logo, que possibilita a criação de histórias interactivas, animações, simulações, jogos e músicas, e a partilha dessas criações na Web*”. Esta ferramenta “*possibilita a criação de histórias interactivas, animações, simulações, jogos e músicas, e a partilha dessas criações na Web*”. A linguagem permite que o utilizador misture diferentes tipos de ficheiros multimédia como sons, fotos, músicas ou gráficos.

Foi criada no famoso MIT, e ao não necessitar o conhecimento prévio de outras linguagens os seus promotores consideram-na ideal para principiantes. Começaram já a aparecer os primeiros projectos e existem em português várias comunidades de partilhas de projectos, principalmente ligados à matemática.

### 3.3 - A linguagem de programação ToonTalk

Esta linguagem, que foi escolhida para implementar o presente estudo, por via de ter sido utilizada no projecto Playground, no qual o presente estudo se inspirou. Por este motivo necessita de um espaço distinto neste trabalho, não sendo por isso abordada no item anterior. O projecto Playground terá por sua vez um espaço próprio no capítulo quatro. O ToonTalk é simultaneamente uma «linguagem de programação» e um «ambiente de programação»<sup>12</sup>. O seu principal objectivo é ser uma linguagem ao alcance de crianças, mesmo as muito novas. O prefixo, "toon", é uma abreviatura de "cartoon", ou desenho animado, o sistema é baseado no controlo de personagens animadas que podem ser programados, constituindo um exemplo de actuação que depois será generalizado. O sufixo "talk" significa conversa donde ToonTalk é conversa – de bonecos.

Esta linguagem foi criada e desenvolvida por Ken Kahn<sup>13</sup>, investigador durante mais de 30 anos na área das linguagens de programação.

A linguagem foi criada sob o paradigma de que talvez a tecnologia de animação similar a um jogo de computador poderia tornar a programação mais fácil de aprender e até ser mais divertida. Em vez de digitar mensagens de texto num computador, ou mesmo usar um rato para construir programas de imagem, permite criar programas reais e avançados de a partir de um mundo virtual animado e interactivo (Ken Kahn, 2001).

O mundo ToonTalk evoca uma cidade moderna, existem helicópteros (Morgado & Kahn, 2008), camiões, casas, ruas, um aspirador chamado (Limpopó), uma bomba de ar chamada (Artolas), uma caixa de ferramentas (chamada Engenhocas), um extra-terrestre (ET), uma varinha mágica, robôs, etc. Apenas os pássaros e os ninhos são referencias à vida selvagem e mesmo assim são presentes nos jardins urbanos.

O utilizador/programador é uma personagem animada, que no início do jogo pode optar por uma de três figuras: Um menino com chapéu, um menino careca ou uma menina. Começa, o jogo/programação, a voar num helicóptero sobre a cidade, aterra e tem de se deslocar para dentro de uma casa pois só aí é possível realizar a programação, é perseguido por uma caixa de ferramentas que se parece ao fiel amigo, o cão. Quando se agachar, outra das condições

---

<sup>12</sup> Ou IDE, do inglês *Integrated Development Environment* ou Ambiente Integrado de Desenvolvimento, é um programa de computador que reúne características e ferramentas de apoio ao desenvolvimento de software com o objectivo de agilizar este processo. Fonte. [www.toontalk.com](http://www.toontalk.com)

<sup>13</sup> Os dados sobre a biografia e currículo do Dr. Ken Kahn, criador do ToonTalk encontram-se em [www.toontalk.com](http://www.toontalk.com), acedido em 18/08/2008

necessárias à programação, a caixa abre-se colocando à sua disposição todas as ferramentas necessárias. A programação propriamente dita inicia-se programando/ensinando o robô a realizar uma tarefa, necessitando-se para tal de entrar no seu balão de pensamento. Quando um robô tem o seu balão de pensamento vazio não está programado, quando tem algo significa que ele foi programado para realizar a tarefa que vemos (Morgado & Kahn, 2008).

À medida que a criança, jovem ou adulto manipula o programa vai-se inteirando do seu funcionamento, tendo para o ajudar duas opções. A opção *Puzzles*, funciona como um tutorial, em que o aprendiz segue as ordens de um ET que está imobilizado numa nave e precisa que aquele se desloque seguindo ordens para lhe trazer a possibilidade de saída.

Pode-se acrescentar que nas diversas situações que foi mostrado este puzzle a crianças e jovens, quer na escola quer em noutros locais, rapidamente o começaram a preencher desenfreadamente com entusiasmo procurando ultrapassar as etapas e terminá-lo. Este exemplo nada tem a ver com este estudo, é uma sensação pessoal sem rigor científico, serve só para realçar a forma sugestiva em que foi construído. A outra é a opção *Exemplos*, que contém demonstrações de construções de alguns jogos realizados por outros utilizadores, podendo o utilizador vê-las com atenção, tentar reproduzi-las com a opção Brincar ou simplesmente analisar a sua concepção e o uso das ferramentas (Ken Kahn, 1995).

Como já foi referido em ToonTalk o código-fonte é animado, não é uma sequência de comandos escritos, nem manipulações gráficas, onde se constrói interagindo num mundo animado, também designado por «metáforas». A ideia-chave que está por trás desta linguagem é a necessidade fundamental de substituir as abstrações computacionais por objectos concretos com os quais os programadores/aprendizes estão familiarizados. Estas «ferramentas de programação» são objectos familiares para crianças, como peças de Lego, pássaros, robots, camiões, bombas, balanças ou cadernos. Embora sejam metáforas funcionam da mesma forma que uma programação em Cobol, Basic, Smalltalk ou Java, correspondendo cada abstracção ou animação em ToonTalk a termos ligados às ciências da computação conforme podemos observar na tabela três.

<b>Abstracção computacional em termos de Ciências da Computação.</b>	<b>Concretização na linguagem animada ToonTalk</b>
Computação <i>Um programa em execução</i>	Cidade
Agente, actor, processo, ou objecto <i>Uma actividade independente ou</i>	Casa. Parte de trás de uma imagem

<i>comportamento</i>	
Método, condições ou fragmento do programa <i>O menor fragmento coerente do Programa</i>	Robô
Pré-condições dos métodos <i>Condições antes de executar um fragmento dum programa</i>	Conteúdo do balão de pensamento
Acções dos métodos <i>Uma sequência de acções</i>	Acções ensinadas a um robô dentro do balão de pensamento
Mensagem ou vector <i>Um contentor de itens</i>	Caixa “azul”
Comparações <i>Testar se algo é maior do que outra coisa</i>	Balanças
Geração de agentes <i>A criação de uma nova actividade</i>	Camião carregado
Eliminação de agentes <i>O encerramento de uma actividade</i>	Bomba
Constantes <i>Elementos básicos</i>	Placa com número ou texto; imagem
Capacidade de transmissão por canais ou mensagens enviadas <i>Uma forma de enviar mensagens</i>	Pássaro
Capacidade de recepção por canais ou Mensagem recebida <i>Uma forma de receber mensagens</i>	Ninho
Armazenamento de programas <i>Um lugar para guardar coisas permanentemente</i>	Caderno

**Tabela 3** - Termos comuns da informática e equivalentes em ToonTalk. Adaptado de Kahn (2004).

Com todas estas ferramentas os robôs podem realizar uma infinidade de tarefas resultando em programações que serão mais simples na fase inicial e em crianças mais novas mas, que posteriormente se poderão tornar complexas, é só uma questão de trabalho, rotina,

planeamento, depuração e reflexão. Ao programa está inerente uma utilização no âmbito da filosofia construcionista de Papert (1980)

*“programação de computador pode ser um terreno fértil para a aprendizagem geral capacidades cognitivas. Estas incluem um problema de decomposição, componente de composição, a representação simbólica, abstracção, depuração e pensar sobre o próprio pensamento”.*

Para além disso, o ToonTalk põe à disposição do pequeno programador o domínio directo dos bonecos, podendo virá-los de costas e ver o caderno com os controlos remotos respectivos. Neste caderno estão vários controlos que o criador colocou à disposição do utilizador, que podem ser alterados como por exemplo o tamanho, a posição, a velocidade, detecção de colisões, enfim uma panóplia instrumentos que incentivam a sua descoberta, o seu manuseamento e alargam o leque da criatividade (ToonTalk, 2009).

Podemos de outra forma, realizar uma programação, ao colocar o boneco por detrás de uma imagem transferindo a sua animação. Se outra pessoa voltar a virar a imagem, e alterá-la, voltamos a ter a imagem com o seu comportamento alterado, caso a pretendemos guardar é só pegar nela e colocá-la numa folha do caderno. Quando necessitamos uma cópia da imagem podemos ir buscar ao caderno, encontrando-se esta com o comportamento que lhe foi formatado.

Esta é uma funcionalidade promissora, a animação de imagens fornece muitas possibilidades de aprendizagem em actividades de ensino e aprendizagem. O aluno projecta os passos para a animação, tem de estar concentrado nas várias tarefas, fazer a depuração quando necessário e no final tem de verificar e/ou analisar se as etapas estavam adequadas. Ao fazer todas estas tarefas está a assimilar os conceitos escolares que modelou. A vantagem da ferramenta é tornar possível que se faça toda esta metodologia, que numa outra linguagem de programação é bastante aborrecida, de forma divertida, pois as metáforas animadas que possui tornam-na atraente.

Este programa está preparado para permitir que os utilizadores, alunos, professores e outros, construam softwares com várias finalidades entre as quais as de aprendizagem. O projecto Playground possibilitou a criação de jogos de vídeo educativos e a sua manipulação. Ao concebe-los tiveram que planificar os seus passos, realizá-los modularmente, depurá-los quando necessário e avaliar no final o seu trabalho e aprendizagem. Neste projecto o programa foi elaborado com o uso de comportamentos na parte de trás de imagens que lhe configuram animações (Playground Project, 2001).

Noutro projecto baseado em ToonTalk, o projecto WebLabs ao invés dos jogos o ToonTalk contribui para a criação de módulos transparentes que permitem aos estudantes aprender

conceitos de matemática e ciências, através de simulações (WebLabs Project, s/d).

A linguagem ToonTalk é bastante adequada a crianças mais pequenas, por ser manipulada facilmente por uma criança que esteja a começar a dominar os gestos de uso do rato e do teclado, visto que nesta linguagem basta conseguir clicar num botão ou carregar numa tecla e deslocar o rato (Morgado *et al.*, 2005).

## 4 - O PROJECTO PLAYGROUND.

O *Projecto Playground* envolveu vários parceiros europeus no Reino Unido, Portugal, Suécia e Eslováquia, visando conjuntamente as componentes: académica e comercial, cumulativamente com competências especializadas: em ciências da computação, e em pesquisa e desenvolvimento educacional (Playground Project, 2001). Foi financiado conjuntamente pelo programa *Esprit31*<sup>14</sup>, fazendo também parte da rede i3net<sup>15</sup>. Decorreu de Outubro 1999 a Setembro 2001, com os parceiros:

- Institute of Education, University of London, UK;
- Department of Computer and Systems Sciences, Stockholm University, Sweden;
- Department of Informatics Education, Faculty of Mathematics and Physics, Comenius University, Slovakia;
- Logotron, Lt., UK;
- Cnotinfor, Lda., Portugal.

É um projecto que foi considerado bem sucedido, mas que curiosamente brotou pouca literatura, principalmente escrita, praticamente inexistente em Portugal, mesmo através do Ministério da Educação. Na rede global existem alguns artigos que o mencionam para além dos sítios, o oficial e o dos parceiros envolvidos.

Neste projecto foram delineados dois «*recreios computacionais*», que são entendidos por locais para as crianças, entre os 4 e 8 anos, brincarem com as regras e não unicamente segundo as regras (Playground Project, 2001). Aqui as regras são algo que podem ser pensadas, modificadas e partilhadas, permitindo

*“desafiar o entusiasmo, o potencial criativo e o espírito exploratório das crianças na criação de jogos, envolvendo competências cognitivas quase-formais, atingindo progressivamente o pensamento formal, sem necessidade de dominar previamente todo um código de símbolos e convenções”* (Correia 1995).

Os protótipos integrarão progressivamente a interacção tátil, o discurso, *intelligent pals*

---

<sup>14</sup> *Esprit* é a sigla de *European Union Information Technologies Programme*.

<sup>15</sup> Sigla de *Intelligent Information Interfaces*. A rede i3 e os projectos i3 tiveram uma preocupação comum que é o desenvolvimento de novas interfaces centrados na pessoa para interagir com sistemas de informação e cujo objectivo é conseguir a sua larga difusão entre a população.

(assistentes pessoais para aprender), e gestos na realidade virtual.

O planeamento e a construção destes *recreios* decorreram simultaneamente com estudos desenvolvidos em estabelecimentos dos países participantes. Além da construção do jogo, observaram-se as crianças a jogá-los, estudando-se a interacção entre elas e delas com os pais e professores. Avaliou-se deste modo a construção e o próprio jogo.

Os recreios foram construídos em ToonTalk, uma linguagem de programação animada, e em Imagine<sup>16</sup>, uma linguagem orientada a objectos conhecida como a versão gráfica do Logo, permitindo usufruir das potencialidades de cada uma.

No final decorreu a avaliação de todo o projecto, tendo a avaliação das várias fases ocorrido à medida que se foram concluindo. Os resultados foram comunicados através das escolas participantes; apresentados em conferências académicas e profissionais; conferências de imprensa; no sítio oficial e num seminário internacional para as figuras em que foram convidados académicos, industriais, e profissionais interessados (Playground Project,2001).

Como é óbvio um projecto desta envergadura e como grandes ambições envolve muita complexidade tendo objectivos gerais, objectivos em vários domínios e estava dividido em várias partes ou módulos, sendo porventura aborrecido descrê-los aqui minuciosamente.

Objectivos Gerais e resultados para o Projecto Playground<sup>17</sup>:

---

<b>OBJECTIVOS</b>	<b>RESULTADO PREVISTO:</b>
1: Projectar e construir um recreio computacional.	Um recreio computacional, baseado na linguagem de animação ToonTalk, (TT) onde crianças (4-8 anos) projectam e jogam seus próprios jogos.
2: Avaliar comparativamente este novo paradigma.	Uma análise do poder e da funcionalidade dos conceitos e das novas metáforas, pela comparação em cada estágio do projecto com um outro <i>recreio</i> construído numa evolução do Logo, o Imagine.
3: Melhorar o ToonTalk e o Imagine.	Extensões de ToonTalk e de Imagine com potencialidades genéricas novas para meios tácteis, orais e físicos de expressar

---

<sup>16</sup> Esta linguagem aparece em diferentes literaturas designada por Megalogo2001, OpenLogo e finalmente o parceiro português baptizou-a de Imagine. É esta última designação que será usada a partir de agora.

<sup>17</sup> Fonte: Página oficial:

[http://66.102.9.104/translate\\_c?hl=ptPT&sl=en&u=http://www.ioe.ac.uk/playground/proposal.htm&prev=/search%3Fq%3D%2522Playground%2BProject%2522%26hl%3Dpt-PT%26lr%3D%26sa%3DG&usg=ALkJrhicu17F5TnMrOE7I9WKWm5\\_974hwA](http://66.102.9.104/translate_c?hl=ptPT&sl=en&u=http://www.ioe.ac.uk/playground/proposal.htm&prev=/search%3Fq%3D%2522Playground%2BProject%2522%26hl%3Dpt-PT%26lr%3D%26sa%3DG&usg=ALkJrhicu17F5TnMrOE7I9WKWm5_974hwA)

	as regras subjacentes aos jogos, e com acessórios orgânicos emergentes de um programa de análise das actividades infantis.
4: Avaliar jogos e sua concepção.	Relatórios da avaliação dos jogos e sua construção por crianças de diferentes culturas europeias, de diferentes idades, trabalhando nos dois recreios computacionais.
5: Avaliar a aprendizagem sobre regras.	Estudos de caso de como as crianças aprendem a expressar e manipular regras, e análises comparativas de como aprendem interagindo em cada recreio computacional, entre si e com adultos, e as análises dos resultados da aprendizagem.
6: Desenvolver princípios para o Projecto Playground.	Um conjunto de princípios para o Projecto Playground para usar em futuros desenvolvimentos técnicos, comerciais e políticos.
7: Divulgar os resultados.	Disseminação em grande escala dos recreios computacionais, da análise dos jogos, da sua construção, do papel das crianças e dos princípios do projecto.

Objectivos e Resultados previstos no domínio da aprendizagem dos alunos:

Objectivo	Método	Resultado Previsto
1 - Construção criativa do jogo	As crianças projectarão jogos interessantes e desafiantes para si e para outros. Os jogos serão jogados e avaliados em dois estúdios simultaneamente em países diferentes. Estes locais estarão conectados, na língua materna, para que as avaliações sejam comparadas e discutidas por adultos e crianças. A análise abordará diferenças nos jogos que derivam do uso de ferramentas diferentes, idades diferentes, escolas e culturas diferentes. Os jogos serão jogados nas línguas nativas. Quando necessário haverá tradução da língua	Jogos e as suas avaliações (por adultos e crianças).  Comparações e contrastes entre recreios e culturas.

	comum, o inglês.	
2 – Aprendendo: ao projectar o jogo, pensando sobre regras, as diferentes maneiras que podem ser expressados, como podem ser mudados e as implicações das modificações.	A análise identificará as formas como as crianças expressam a alteração das regras existentes, desenvolvem sequências do jogo e a medida em que são influenciadas pelas ferramentas nas diferentes culturas. Estudos de caso na Suécia, Portugal e Reino Unido, que, incluirão entrevistas com professores sobre atitudes enquanto projectam o jogo, e adequação às novas metáforas e ferramentas; tarefa com base em entrevistas com crianças em torno de seus jogos para testar o seu entendimento das regras e da funcionalidade do novo paradigma; observação etnográfica e participante; reflexões das crianças em vídeo sobre o seu e outros jogos; realização de questionários orais fechados e entrevistas seleccionadas com crianças de diferentes idades em locais exteriores na Suécia, em Portugal e no Reino Unido.	Descrição de o que é aprendido sobre regras e criação da regra.  Análises das diferentes trajectórias na aprendizagem, comparações e contrastes entre <i>recreios</i> e culturas.
3 – Aprender a interagir e interagir aprendendo. As crianças aprenderão a negociar com as outras (assistente pessoal computadorizado, pares e adultos) sobre os jogos que criam e jogam, e assim fazendo, aprendem a	As interacções entre crianças e crianças, e crianças e adultos (professores, pais,) em torno da actividade do projecto serão documentadas em estudos de caso e analisadas. As tarefas estruturadas serão projectadas para testar se os objectivos de aprendizagem estão bem definidos e se foram atingidos. As crianças que trabalham em cada <i>recreio</i> servirão como grupo de comparação, de um para o outro. O trabalho incluirá um pequeno número de estudos experimentais mais refinados para testar se ocorre aprendizagem, e como esta pode ser melhorada.	Análise das interacções entre crianças e crianças e adultos e como estes são mediados pelas metáforas e pelas ferramentas disponíveis nos <i>recreios</i> e nos contextos culturais diferentes. Análises de resultados de aprendizagem

reflectir na sua aprendizagem.	estruturadas a partir das tarefas e dos estudos experimentais.
--------------------------------	--

---

O projecto apresenta objectivos intitulados de *novas ferramentas*, que são objectivos relacionados com o desenvolvimento das ferramentas educativas, o ToonTalk e o Imagine. Estão descritos os métodos e os resultados esperados que não são transcritos porque apesar deste desenvolvimento ser importantíssimo para o futuro da educação não influenciarão este estudo, sendo desnecessário enumera-los (Playground Project, 2001).

Igualmente foram elaboradas diversas fases ou etapas que estão relacionadas com a concretização dos objectivos, metodologias e actividades a desenvolver, havendo um parte para a gestão e outra para a divulgação de resultados que já foram abordadas aqui.

Os objectivos de aprendizagem estão inseridos na filosofia construtivista e construcionista da aprendizagem ao abordarem o paradigma da aprendizagem activa através da interacção com os pares adultos e com os computadores. Também é valorizado o apelo à reflexão sobre as etapas a realizar, planificação do problema, as etapas do procedimento ou realização da tarefa e sobre o resultado final “Aprendemos melhor se reflectirmos sobre o que fazemos”.

Também é um facto que a linguagem animada ToonTalk baseada nas peças Lego e em desenhos animados é adequada a alunos dez anos, podendo proporcionar uma integração dos aprendizes no ambiente computacional, neste caso, que funciona de forma similar ao ambiente físico.

Estes factos serviram de mote, inspiração e desafio à escolha deste programa e da filosofia deste projecto para pôr em prática com crianças/jovens do 5º ano e aplicada aos conteúdos da água da área de Ciências.

## 5 - A ÁGUA E A HUMANIDADE

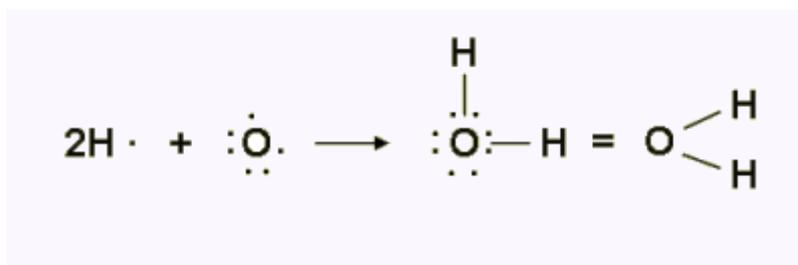
### 5.1 – A água, uma substância vital mas também um «produto químico»

Se pedirmos a uma criança, mesmo de tenra idade, que nos diga o que sabe sobre a água, com certeza que rapidamente nos dirá que sem ela morremos, que é uma via de transporte, que é usada na indústria, na produção de electricidade e mais algumas coisas. Provavelmente na escola, a primeira ou das primeiras redacções feitas foi sobre a água e o aluno não sentirá dificuldade em escrever. Por aqui podemos ver o quanto dela dependemos e é importante na nossa vida. Esta importância leva a que os currículos apresentados pelo Ministério da Educação, deste e dos outros países, a coloquem como tema, directa ou de forma indirecta, nos diversos anos de escolaridade.

Apesar do contexto que possa estar associada na sociedade, a água é uma substância química com propriedades físico-químicas e que é estudada no âmbito das disciplinas da área das ciências, como a Física, a Química, a Biologia, entre outras.

A água é uma substância que de forma natural existe no planeta Terra em três estados da matéria: o sólido, o líquido, e o gasoso. No seu estado puro, a água é uma substância composta por moléculas construídas por dois átomos de hidrogénio e um de oxigénio.

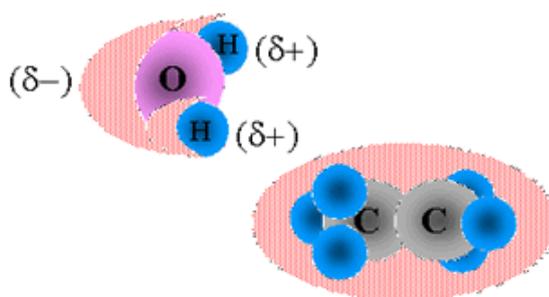
A união entre os átomos de uma molécula designa-se por «ligação química» (QMCWEB). Na molécula de água, a ligação química é do tipo covalente, em que os electrões envolvidos na ligação entre o oxigénio e o hidrogénio partilham a camada de valência dos respectivos átomos. O átomo de oxigénio fica a partilhar os dois electrões, cada um de um dos átomos de hidrogénio, preenchendo a camada de valência. Cada átomo de hidrogénio ao partilhar um electrão, do átomo de oxigénio, fica também com a respectiva camada de valência preenchida.



**Figura 12** – "Estrutura de Lewis" da ligação química da água. Fonte: Lehninger (1991).

A boa forma para entender como a ligação ocorre na natureza é adoptando os ensinamentos de Lewis (Lehninger 1991), que criou as "Estruturas de Lewis" (figura 12), onde os electrões da camada de valência do átomo são exibidos como pontinhos, e um par de electrões de ligação são exibidos como um traço entre os átomos.

A molécula da água, tal como outras, é electricamente neutra, já que a molécula como um todo conserva a equivalência entre o número de cargas positivas dos prótons dos núcleos e o número de cargas negativas dos electrões que os orbitam. Porém, observações revelaram alguns comportamentos das moléculas difíceis de explicar sem admitir que haja uma distribuição espacial de carga. Estes comportamentos são explicados pela electronegatividade, propriedade que mede a tendência de um átomo a atrair electrões. Numa ligação covalente, os electrões tendem a ficar mais próximos do átomo de maior electronegatividade, que os atrai mais intensamente. O resultado é o deslocamento do centro de cargas negativas para o átomo com maior electronegatividade, resultando na criação de «moléculas polares».



**Figura 13 – Nuvem electrónica da molécula da água Fonte: QMCWEB.**

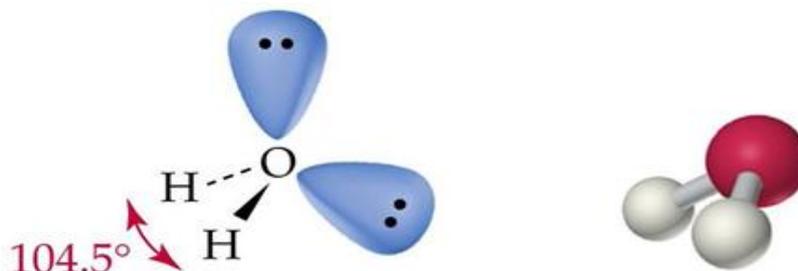
A água é uma dessas moléculas, na qual as nuvens de electrões, representadas a vermelho, na figura 13, tendem a concentrarem-se próximas do oxigénio. Como consequência desenvolve dois pólos eléctricos, um negativo, próximo ao átomo mais electronegativo, o oxigénio, onde se acumulam os electrões e outro positivo, próximo ao átomo menos electronegativo, o hidrogénio, que ficando afastado dos electrões, evidencia mais as cargas positivas dos respectivos prótons.

A polaridade das ligações covalentes da molécula da água é responsável por vários efeitos ou propriedades destas.

Uma delas é a geometria da molécula, que não é linear mas angular, como se pode observar na figura 14.

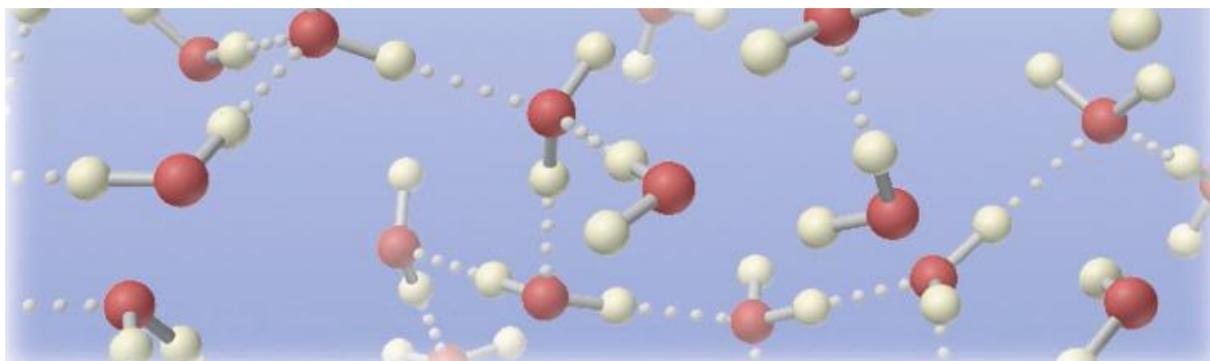
A molécula da água ( $H_2O$ ) é formada por dois pares de electrões ligantes e dois pares não compartilhados à volta do oxigénio, cuja tendência é afastarem-se tanto quanto possível um do outro, empurrando os pares ligantes, resultando um ângulo HOH de  $104,5^\circ$ , conforme podemos verificar na figura 14, e geometria angular. Este ângulo não é menor porque a partir

daqui surgem as repulsões entre os pares ligantes. Se fosse linear, ângulo =  $180^\circ$ , à temperatura ambiente não seria um líquido, mesmo que o fosse, não dissolveria sal ou açúcar, seria miscível com azeite, gasolina ou gorduras. Este assunto será abordado mais pormenorizadamente num dos itens seguintes deste capítulo.



**Figura 14 – Geometria molecular da água [P-H, 2004].**

Para além das ligações entre os átomos para formar a molécula, ligações intra-moleculares, existem as ligações entre as próprias moléculas, ligações inter-moleculares. Estas, de natureza electrostática determinada pela polaridade da molécula, surgem quando o pólo positivo formado pelo hidrogénio numa molécula é atraído pelo pólo negativo do oxigénio de outra molécula, denominam-se «pontes de hidrogénio» (figura 15).



**Figura 15 – Pontes de hidrogénio entre moléculas de água [P-H, 2004].**

Comparativamente com outras atracções dipolo-dipolo (QMCWEB), as pontes de hidrogénio são muito fortes contudo bem mais fracas que as forças de ligação covalente intra-molecular.

De igual forma o comprimento das pontes de hidrogénio é bastante maior que os das ligações covalentes. Muitas das propriedades pouco usuais da água podem ser atribuídas à forte ligação de hidrogénio inter-molecular que ocorre naquela substância (Reger, 1997).

As ligações de hidrogénio, conforme veremos mais à frente, ainda neste capítulo, são responsáveis por algumas de suas particularidades, como o caso de a água aumentar de volume aquando da solidificação. São igualmente elas que lhe conferem a capacidade de dissolver sais e outras substâncias polares, cujas moléculas ou iões se separam de sua formação original para se alinharem seguindo a atracção electrostática dos pólos negativo e

positivo do oxigénio.

## 5.2 – A água e os estados da matéria

Desde a antiguidade até à época recente que o conhecimento humano vem distinguindo (hoje alguns cientistas vêm reconhecendo outros estados da matéria, mas o assunto não é unânime nem faz parte do tema deste documento) três fases de agregação da matéria:

Na fase sólida as partículas estão muito próximas e fortemente ligadas, formando estruturas geométricas, maior organização e estabilidade. Não têm sem liberdade de movimento. Apresentam forma e volume constantes. A força de coesão entre as moléculas é maior que a de repulsão, daí oferecer maior resistência ao risco e à fragmentação.

Na fase líquida as partículas estão mais afastadas, tendo mais liberdade de movimento. Menor organização que na fase sólida, menor estabilidade. A força de coesão e repulsão são iguais. Apresentam forma variável e volume constante.

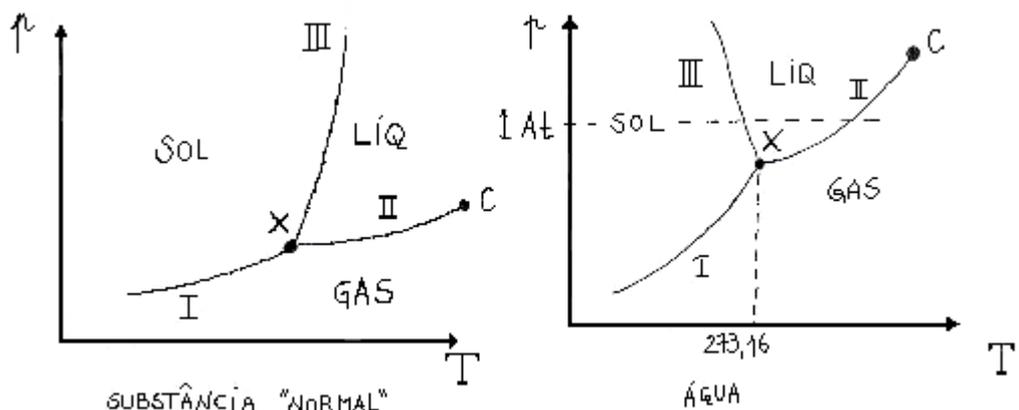
Na fase gasosa as partículas estão muito afastadas, tendo muita liberdade de movimento, menor organização e estabilidade que na fase sólida e líquida. Apresentam forma e volume variáveis. A força de repulsão entre as moléculas é maior que a de coesão, por isso tendem a ocupar o maior espaço possível.

A composição atômica e molecular da água existente no planeta é sempre a mesma mas, na natureza encontramos-la nos estados sólido, líquido e gasoso. Para provocarmos mudanças de estado temos de fornecer ou «trabalho», aplicando uma força exterior, ou «calor», fazendo contacto térmico com uma fonte, ou «trabalho e calor», alterando destas formas a sua energia interna (Deus et al, 1992).

No gráfico da figura 16 podemos comparar as alterações de estado que ocorrem, a uma «substância normal» (terminologia usada pelos autores) e à água, quando são alteradas a pressão e a temperatura. Em ambos os casos são visíveis as regiões correspondentes às três fases, demarcadas pelas linhas de separação que correspondem respectivamente a I à sublimação, a II à vaporização e a III à fusão. Esta passagem entre as linhas envolve calor latente que nalguns casos tem de ser proporcionado, como de sólido a líquido e noutros casos libertado, de líquido a sólido.

Podemos verificar a existência de dois pontos importantes. O ponto X que é o ponto triplo de concomitância entre as três fases que na água é 273,16 K, aproximadamente 0° C. O ponto C

é um ponto a partir do qual, quando a temperatura aumenta não distinguimos com nitidez a fase líquida e gasosa.



**Figura 16** – Gráfico com a comparação das linhas de separação das mudanças de estado em função da temperatura e da pressão atmosférica, da água com as outras substâncias (Deus et al, 1992).

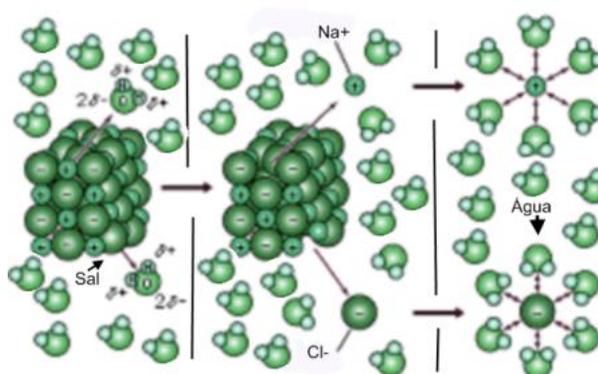
A uma pressão normal, 1 atm, e com o aumento da temperatura da água, vai passando sucessivamente da fase sólida para a líquida e para a gasosa. Este facto permite-nos compreender que em condições ambientais, ela se encontra nos três estados ao invés da maioria das substâncias que são observadas apenas num único estado, facto observável até por crianças e jovens de tenra idade.

Todavia a principal diferença entre os dois gráficos está na curva de fusão. As curvas que separam fases adjacentes têm geralmente declive positivo excepto a curva de fusão da água. Podemos deduzir que na maioria dos casos a variação no mesmo sentido aquando da transição da temperatura e pressão. Corroborando este facto, na Cidade do México que está a grande altitude, tendo por isso pressão atmosférica inferior, a temperatura de ebulição é mais baixa obrigando os alimentos a cozer durante mais tempo. Ao contrário, na transição do estado sólido para o líquido na água, o ponto de fusão baixa quando a pressão aumenta (Deus et al, 2004), o gelo funde mais facilmente a pressões mais altas. Funde por isso mais rapidamente nas zonas mais profundas do lago, rio ou oceano do que à superfície onde a pressão é mais baixa. Nos ecossistemas terrestres funde mais rápido nas planície e vales que no vértice das montanhas.

### 5.3 – Fenómenos naturais da água

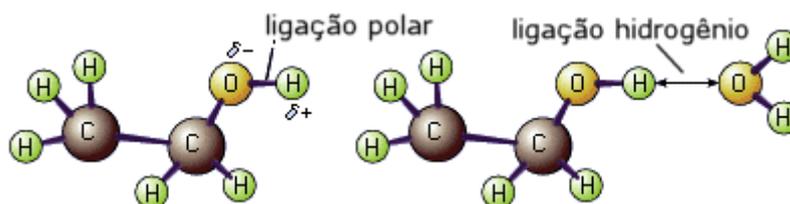
#### 5.3.1 - Água como solvente. Dissolução

A maioria dos portugueses identifica a água como uma substância que tem a capacidade de dissolver no seu meio substâncias conhecidas como o sal, o açúcar e não tem capacidades de dissolver outras como o azeite. Outros líquidos têm essa mesma capacidade, mas é a água que é reconhecida como «solvente universal», capacidade, essa, muito importante já que na natureza praticamente não se encontra no seu estado puro.



**Figura 17** - Dissolução do sal na água[P-H, 2004].

O mecanismo de dissolução da água deve-se à polaridade da água que quando em contacto com substâncias iónicas, como o sal (figura 17), atrai os catiões pelo pólo negativo da molécula de água e os aniões pelos pólos positivos, quebrando a ligação iónica da substância, processo também chamado de «hidratação». Estas ligações entre os átomos das substâncias iónicas são substituídas por forças entre a água e os iões.



**Figura 18** - Dissolução do etanol na água[P-H, 2004].

Alguns compostos não iónicos são igualmente dissolúveis na água, o etanol (figura 18), que é o vulgar álcool, a cerveja, o vinho e a aguardente. Formam estas substâncias misturas homogéneas com a água. O etanol possui uma ligação polar entre o oxigénio e o hidrogénio, tal como a água, que lhe possibilita realizar ligações inter-moleculares com a água. O açúcar

não é uma substância iónica, mas é uma molécula polar, isto é, com pólos negativos e pólos positivos. A sua ligação com a água é do tipo dipolo-dipolo; ou ponte de hidrogénio.

No caso da água e do sal, os mecanismos físico-químicos manifestam-se pelo desaparecimento dos solutos. Este processo é composto sucessivamente por três situações distintas. Primitivamente surge a separação das partículas do solvente, depois ocorre a separação das partículas do soluto e por fim as partículas do soluto e do solvente misturam-se.

A gordura, substância não-polar, tem moléculas «incompatíveis» com as moléculas polares da água, como a regra geral da solubilidade "*o semelhante dissolve o semelhante*", não se dissolve nela. Apesar de não dissolver todas as substâncias, a água dissolve uma grande quantidade que lhe garante o título, já aqui mencionado de solvente universal e encontramos-na na natureza com substâncias dissolvidas: água do mar; água mineral; águas poluídas; inquinadas; etc.

O poder de solubilidade da água não é infinito, se colocarmos consecutivamente várias colheres de açúcar facilmente verificamos que o soluto deixa de se dissolver e precipita-se no fim do recipiente. Este poder pode ser definido pela quantidade máxima de soluto que consegue dissolver de forma a perfazer 1 dm<sup>3</sup> de solução saturada. Podem existir também soluções sobressaturadas quando, em algumas condições, apresentam uma concentração de soluto temporariamente maior que a sua solubilidade.

A solubilidade não está dependente só da estrutura química da substância do soluto, mas de outras condições, como:

A *concentração* – Ao aumentar a concentração dos reagentes faz-se com que o equilíbrio evolua no sentido directo, produzindo uma maior quantidade de produtos. Na existência de uma maior quantidade de iões, estes, por sua vez, combinam-se para formar um precipitado, até atingir o equilíbrio.

A *temperatura* – se a dissolução é um processo endotérmico, a solubilidade aumenta com o aumento de temperatura. Pelo contrário, quando a dissolução é um processo exotérmico, a solubilidade diminui com o aumento temperatura.

A *pressão* – como a pressão é directamente proporcional à temperatura, aplica-se o mesmo princípio, referido no parágrafo anterior.

Mas, não só os factores físico-químicos contribuem para a dissolução de solutos em solventes. Mecanismos externos também afectam a velocidade de dissolução. O mecanismo mais comum é a agitação, ou mais vulgarmente conhecida pela acção de misturar. Este possibilita com maior frequência que partículas de soluto e solvente interajam. Em termos físicos,

beneficia-se a difusão entre soluto e solvente. Assim, podemos explicar o facto de mexer a mistura de açúcar e água, não estamos a aumentar o coeficiente de dissolução, mas estamos a torná-la mais rápida.

A dissolução ou não de solutos na água não trouxe só vantagens ao ambiente que nos rodeia. A utilização de um número crescente de produtos utilizados pelo Homem, não só pela extracção, mas também pela transformação, e a sua libertação conduziu a prejuízos desse mesmo ambiente. Este prejuízo, a que chamamos poluição, resulta da interacção directa de sistemas que interagem com ou são elementos integrantes dos meios aquáticos devido a elementos que têm uma boa dissolução na água nas mais diversas condições. Ou, a perturbação de mecanismos entre diferentes sistemas por substâncias que têm uma má ou inexistente solvabilidade com a água e que permanecem à superfície ou depositam-se em meios aquáticos durante escalas de tempo que não permitem um rápido reequilíbrio.

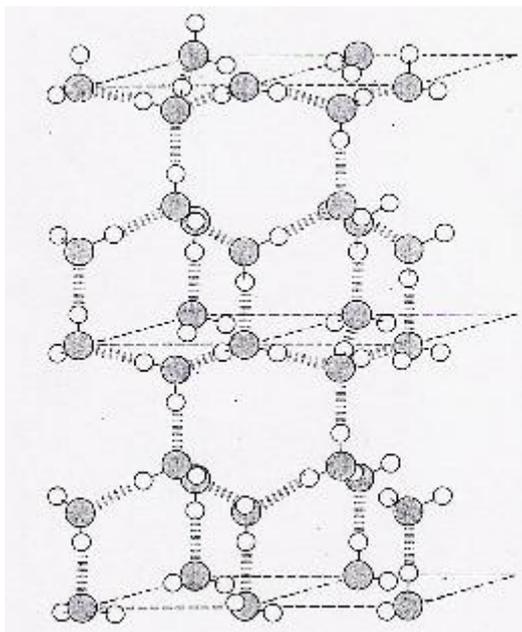
### 5.3.2 - A fusão e a solidificação

O significado encontrado num dicionário sobre fusão, em ciências, é a passagem do estado sólido ao estado líquido de uma substância em determinadas condições termodinâmicas, sendo a solidificação o seu oposto. Como foi descrito em 5.2, a água à «pressão normal» (1 atm), tem o ponto de fusão a 0° C. Este valor, bem como o ponto de ebulição que falaremos mais à frente, é um dos mais elevados da maioria de líquidos correntes e deve-se à estrutura da molécula e à interacção entre as moléculas, já referidas em 5.1. O metanol e o etanol, por exemplo, fundem respectivamente a -98° C e -117° C, a vulgar acetona a -95° C e o clorofórmio a -63° C.

Outra característica que diferencia a água de outras substâncias reside na diminuição da densidade na passagem da fase líquida para a fase sólida. Esta característica deve-se ao aumento de volume resultante da estrutura cristalina do gelo em comparação com o volume ocupado pela mesma quantidade química de substância no estado líquido. Este facto é responsável pelo rebentamento das canalizações nas noites gélidas ou pelo flutuar do gelo nos lagos e oceanos.

Antes da explicação dos factos experimentais deste fenómeno, Rontgen (Deus et al, 1992) apresentou a sua justificação. *“As ligações que levam à cristalização do gelo conduzem a uma estrutura extremamente aberta, que, embora rígida, ocupa mais espaço do que a água líquida onde as ligações são muito mais fracas”*.

Ora, o que acontece deve-se à distribuição quase tetraédrica dos electrões ao redor do átomo de oxigénio permitindo que cada molécula estabeleça até quatro ligações de hidrogénio, figura 19, com quatro moléculas de água vizinhas. Crê-se (Lehninger, 1991) que na água líquida a uma temperatura ambiente a molécula da água forma em média 3,4 pontes de hidrogénio com as moléculas vizinhas. Estas ligações não são estáticas, as moléculas estão em movimento contínuo havendo umas que se formam e outras que se desfazem. No gelo, a molécula tem uma determinada posição no espaço e forma 4 pontes de hidrogénio, criando uma estrutura reticular regular, mais aberta. O que explica que o gelo seja menos denso que a água líquida, podendo flutuar sobre ela.

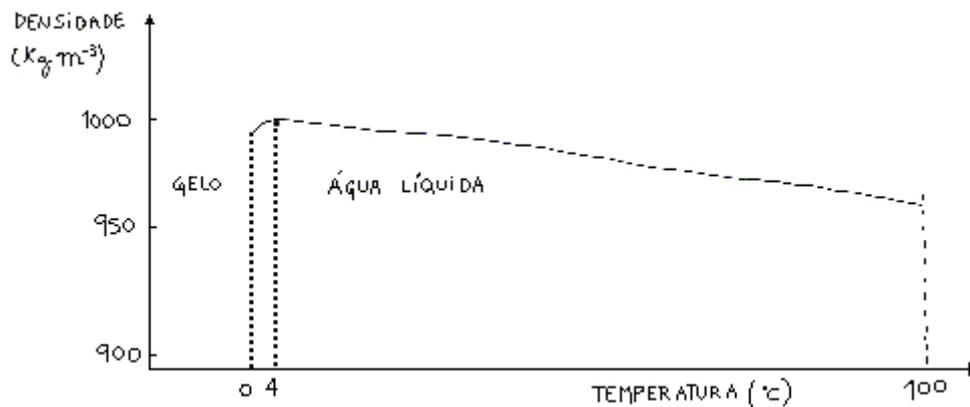


**Figura 19** – Estrutura cristalina do gelo (Lehninger, 1991).

Curiosamente após a fusão, a água mantém a «memória» da estrutura aberta, menos densa, subindo gradualmente a densidade até aos 3,98 ° C (gráfico da figura 20). A partir daí, o seu comportamento é igual aos outros líquidos, a densidade diminui com o aumento da temperatura.

Uma consequência deste comportamento da água determina a existência dos habitats aquáticos das regiões polares. Nas regiões geladas, a temperatura do ar desce frequentemente abaixo dos 0 °C, originando uma diminuição da temperatura da superfície da água. A água fria, mais densa, desce para o fundo arrefecendo a água profunda por convecção, propriedade comum dos líquidos. Todavia, a água congela ao atingir os 3,8° C à superfície, ficando o gelo à superfície por ser menos denso. Debaxo desta capa gelada continua a existir água com temperatura ligeiramente acima dos 4° C, condição suficiente para a existência de vida submersa. Estas são as condições biológicas óptimas para focas, morsas, bacalhaus, pinguins

e as outras espécies que estão abaixo na cadeia alimentar



**Figura 20** – Gráfico da densidade da água em função da temperatura (Deus et al, 1992).

### 5.3.3 - Evaporação

Por evaporação entende-se a passagem de uma substância do estado líquido para o estado gasoso. Para que tal ocorra, as moléculas no estado líquido deverão ter um movimento térmico suficiente para ultrapassar a «tensão superficial» e evaporar, ou seja, a sua energia cinética deve superar o trabalho necessário para ultrapassar a tensão superficial do líquido.

Este processo é constante na interface líquida-gasosa. Aliás, em condições normais de temperatura e pressão, a taxa de evaporação existe, mas é limitada à pequena fracção de moléculas localizadas nas proximidades da superfície e com condições cinéticas suficientes para passar do estado líquido para o estado gasoso, o que torna o processo muito lento. A consequência directa deste mecanismo é a diminuição da temperatura já que o líquido perde no balanço da energia cinética entre as partículas que se libertam e as que ficam. Para acelerar a evaporação são necessárias acções externas: como fornecer energia, aumento de temperatura, ou rarefazer a vizinhança gasosa da superfície líquida, grandes escoamentos.

Do que acabou de ser dito, a noção que tradicionalmente se aprende na escola que somente existe vapor de água a 100°C a 1 atm é errónea, as moléculas da água estão em constante estado de evaporação e condensação nas imediações da tona da água. O que se verifica é que a uma pressão de 1 atm, a água pura ferve a 100 °C. Quando por acção do homem dentro de uma panela ou de forma natural dentro dum géiser, a água passa ao estado líquido ocorre uma evaporação forçada. Deste processo resulta a formação de bolhas de vapor no interior do líquido cuja pressão interna é superior à pressão de líquido.

Na natureza a evaporação é catalisada pela energia solar que ao provocar o aquecimento da

terra auxilia a deslocação das moléculas no processo já falado nos parágrafos anteriores. Por este facto, a evaporação é maior em dias quentes e menor à noite, sendo maior em climas tropicais e menores em climas frios ocorrendo por isso de forma diferenciada nas diferentes regiões do planeta. Por sua vez é bastante maior nos oceanos que nos continentes, acontecendo que nos continentes, a precipitação é maior que a evaporação e os oceanos evaporam mais água que recebem pela precipitação. Esta é a primeira fase do ciclo hidrológico, na qual a atmosfera absorve, desta forma, uma enorme quantidade de água no estado gasoso, sendo que aproximadamente 85% tem origem na evaporação e os restantes 15% resultam da transpiração dos seres vivos (plantas, animais).

A evaporação ocorrida no planeta depende de alguns factores:

- *A concentração do vapor de água já existente no ar.* Quando o ar já possuir uma alta concentração de humidade, a evaporação acontecerá mais lentamente.
- *A concentração de outras substâncias no ar.* Quando o ar se encontra saturado com outras substâncias, estas poderão potenciar uma menor capacidade de evaporação da água.
- *A Temperatura.* Quanto mais quente estiver a água, mais rápida será a evaporação.
- *O escoamento do ar.* Este factor está relacionado com a concentração. Se o ar que atravessa a coluna de água estiver fresco, é mais provável que a concentração não aumente, beneficiando uma evaporação mais rápida. Por sua vez, moléculas em movimento possuem mais energia cinética do que as que permanecem em repouso, consequentemente, quanto mais forte for o escoamento do ar (vento), maior é o potencial para evaporação.
- *As forças inter-moleculares.* Este factor é usado quando se compara a evaporação de vários líquidos distintos, também deve ser considerado quando se fala de água na natureza. Neste factor entende-se que quanto maiores forem as forças inter-moleculares dentro do líquido, mais energia será necessária para fazer suas moléculas evaporarem. Como a água se encontra com substâncias dissolvidas, em quantidades diferentes em distintos lugares do planeta, a sua capacidade de evaporação também é variável. Assim na água salgada a evaporação é geralmente 2 a 3% menor que em água doce, ocorrendo que a evaporação diminui 1% para cada aumento de 1% na salinidade.

Por meio da evaporação e também da transpiração, o vapor de água fica disponível na

superfície da atmosfera. Posteriormente, parte deste vapor "ascende" para maiores altitudes atmosféricas. A maior parte fica concentrada nos 2 km iniciais da troposfera, apenas uma pequena parte ascende a maiores altitudes, praticamente não se encontrando a partir dos 5 km de altura.

#### 5.3.4. - Condensação

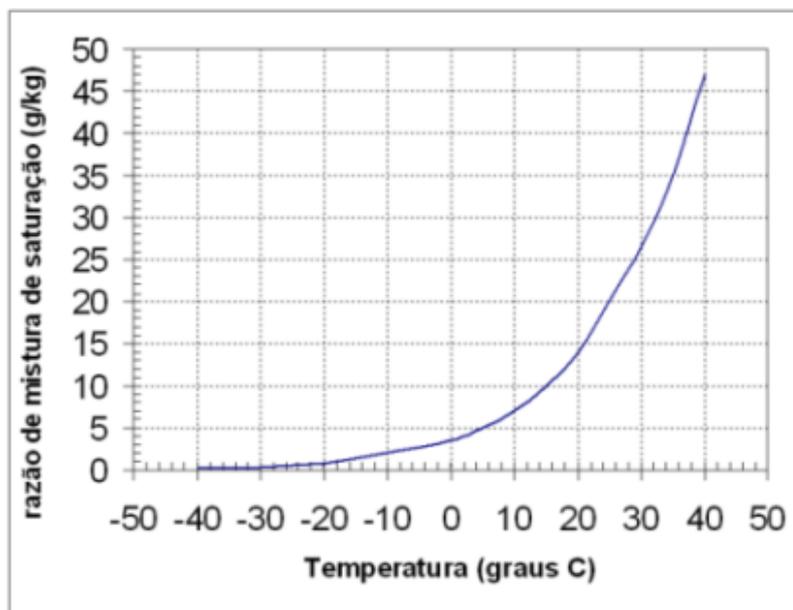
Para a enciclopédia electrónica Wikipédia, da mesma forma que outras obras destinadas ao grande público, considera que: “*Condensação também conhecida como liquefação, é uma das mudanças de fase em que ocorre a mudança do estado gasoso para o estado líquido.*” Já mencionado sumariamente supra, a condensação é a transformação inversa da evaporação. A água no seu estado gasoso, vapor de água, agrega-se e passa ao estado líquido. A nível molecular, as partículas próximas da superfície do líquido são atraídas para o líquido, atingindo a superfície com uma energia cinética superior ao do líquido. O balanço da energia cinética é positivo e essa energia em excesso distribui-se pelo líquido, resultando no aumento da temperatura do líquido. Esta transformação, ao contrário da evaporação é um processo de aquecimento.

Aliás, este processo é utilizado em sistemas de aquecimento onde vapor quente circula no circuito de aquecimento e condensa no interior dos radiadores. Porém, pode ser extremamente perigoso. O contacto de jactos de vapor com a superfície do corpo humano pode resultar numa experiência dolorosa, já que a condensação liberta grandes quantidades de energia na pele.

A uma escala maior, na atmosfera, a condensação desempenha o seu papel na dinâmica da mesma, com interesse relevante para este trabalho no ciclo da água, quando o vapor de água existente no ar atmosférico, resultante da evaporação da água para atmosfera, regressa ao estado líquido. Para se entender a natureza do fenómeno da condensação é necessário conhecer um pouco a questão do vapor de água no ar.

O ar atmosférico contém uma determinada quantidade de vapor de água. A quantidade de vapor de água no ar pode aumentar devido a diversos mecanismo de evaporação que ocorrem na superfície da Terra. Esse aumento tem um limite definido pelo «ponto de saturação», a partir do qual o ar não comporta mais vapor de água e o vapor condensa. A quantidade de vapor de água existente na atmosférica é designado por «humidade atmosférica», sendo a «humidade absoluta», HA, a quantidade de vapor de água por unidade de volume de ar,

expressa em  $\text{g/m}^3$ . É o valor da razão entre a humidade absoluta de um certo volume de ar e o ponto de saturação desse mesmo ar, designado por «humidade relativa», HR, expresso em percentagem que é normalmente usado. A humidade absoluta de uma massa de ar varia em função da temperatura, sendo que quanto maior for a temperatura maior será a quantidade de vapor de água necessária para saturar esse mesmo ar, sendo por conseguinte maior o «ponto de saturação», PS, conforme podemos observar no gráfico da figura 21.



**Figura 21** – Gráfico da variação do ponto de saturação de uma massa de ar em função da temperatura.

Verifica-se que o ponto de saturação varia na razão directa da temperatura, conforme se pode ver no gráfico da figura 21. Já a humidade relativa, que se exprime na fórmula  $HR = HA : PS \times 100$  varia na razão inversa da temperatura.

Nesta dinâmica de relações entre variação de temperatura, humidade relativa e humidade absoluta, acontecem naturalmente os vários fenómenos de condensação ao longo do ciclo da água. Se numa localidade a humidade absoluta for de  $8,7 \text{ g/kg}$ , e às 12 horas tivermos uma temperatura de  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  a humidade relativa é de 60%. Ao meio da tarde a temperatura baixa até aos  $15 \text{ }^\circ\text{C}$  passando a humidade relativa a ser de 83%, no início da noite a temperatura desce aos  $12 \text{ }^\circ\text{C}$  e passamos a ter uma humidade relativa de 100%, o ar fica totalmente saturado. Durante a noite a temperatura irá baixar os  $12 \text{ }^\circ\text{C}$  ultrapassando a humidade relativa máxima ocorrendo condensação. A temperatura a que a condensação começa é a temperatura do «ponto de orvalho».

A condensação do vapor de água pode ocorrer à superfície junto ao solo, nas camadas baixas da atmosfera ou nas camadas mais altas da troposfera. A condensação à superfície ocorre geralmente durante a noite acompanhando o habitual arrefecimento nocturno, o ponto de

orvalho diminui e aparecem gotas à superfície, que arrefece mais rapidamente que o ar, facto designado por orvalho. Quando este facto acontece com temperaturas abaixo do ponto de congelação, em vez das gotas de água aparece uma camada branca de gelo conhecida por geada. As geadas ocorrem com grande frequência desde Outubro a meados de Maio no norte e nordeste de Portugal.

Porém se a condensação ocorre nas camadas baixas da atmosfera, nas proximidades do solo, surgem os nevoeiros. Por convenção considera-se nevoeiro se a visibilidade for inferior a 1 km e neblina se a visibilidade for superior. A sua formação deve-se à saturação do ar, devido a um intenso arrefecimento do solo.

A condensação localizada em altitudes maiores origina a formação de nuvens. De acordo com o Instituto de Meteorologia de Portugal, através da sua página electrónica

*“As nuvens resultam do arrefecimento do ar por expansão adiabática associada ao movimento vertical do ar ou da mistura turbulenta do ar nas camadas baixas da atmosfera. Devido à diminuição da pressão atmosférica com a altitude, quando o ar sobe a temperatura desce e conseqüentemente a humidade relativa aumenta, podendo atingir o estado de saturação e de sobressaturação. A existência de núcleos de condensação (por exemplo partículas higroscópicas) provoca a condensação do vapor de água originando a nuvem”.*

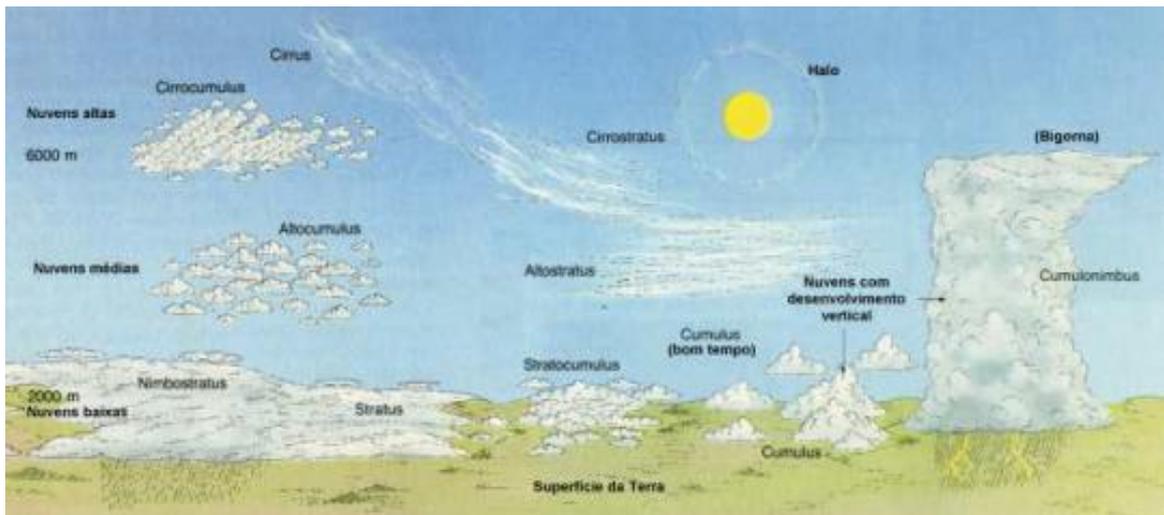
Para o seu aparecimento necessitamos de duas condições primordiais. Em primeiro lugar a existência de ar saturado, que é decorrente da diminuição da temperatura do ar abaixo de seu ponto de orvalho. Este facto acontece mais frequentemente quando é adicionado ao ar, vapor de água através da evaporação e/ou da transpiração. A segunda condição corresponde à necessidade de haver uma superfície que permita ao vapor de água condensar-se sobre ela.

Aquando da formação do orvalho o solo e objectos próximos servem a este propósito. Quando a condensação ocorre no ar acima do solo, é necessária a existência de partículas minúsculas, conhecidas como «núcleos de condensação», que servem de superfície sobre a qual se condensa o vapor de água. Este papel de superfície é desempenhado por poeiras, aerossóis, fumo ou sal, que existe em grande quantidade na atmosfera e frequentemente com tamanhos acima do micrómetro ( $\mu\text{m}$ ). A existência destes núcleos vem permitir que a condensação se inicie logo que a humidade relativa ultrapasse os 100%. Para além dos «núcleos de condensação» existem os «núcleos higroscópicos», que tem uma atracção química por moléculas de água, como por exemplo os sais marinhos. Nestes a condensação começa com humidade relativa abaixo de 100%.

As deslocções verticais do ar que impelem a formaço de nuvens, podem ser devido à convecção, uma subida forçada ar despoletada pela orografia, ou à subida de massas de ar de grande extensão horizontal associada a depressões e/ou a superfícies frontais. As nuvens são constituídas por gotas de água, que abaixo dos 0°C está sobrefundida, coabitando estas à medida que as temperaturas são mais baixas, com cristais de gelo. O gelo pode resultar da solidificação das gotas ou directamente da sublimação do vapor de água.

Segundo a página electrónica da Departamento de Física da Universidade Federal do Paraná, <http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap6/cap6-2-1.html>, as nuvens são classificadas com base nos critérios da aparência e da altitude, que se encontram ilustrados na figura 22. Relativamente à aparência, distinguem-se três tipos:

- Cirrus, nuvens fibrosas, altas, brancas e finas.
- Cumulus, massas individuais globulares de nuvens, com aparência de domos salientes.
- Stratus, camadas que cobrem grande parte ou todo o céu.



**Figura 22** – Os vários tipos de nuvens. Fonte: <http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap6/cap6-2-1.html>

Pelo critério da altitude, são agrupadas em quatro famílias:

- *Altas*, com bases acima de ~6000 m. Tal como as médias e as baixas são produzidas por levantamento brando sobre áreas extensas. Espalham-se lateralmente e são designadas *estratiiformes*.
- *Médias*, que têm base entre ~2000 a ~6000 m;
- *Baixas*, que têm a sua base até ~2000 m
- *Nuvens com desenvolvimento vertical*. As nuvens deste tipo geralmente ocupam pequenas áreas e desenvolvem-se em altura podendo ter mais de dois mil metros. Também se designam nuvens *cumuliformes*.

Depois de serem formadas, as nuvens podem ser transportadas pelo vento, tanto horizontalmente, como verticalmente. Quando a nuvem é elevada sucede um arrefecimento e as gotículas podem ser total ou parcialmente congeladas. Quando desce pode dissipar-se por evaporação das gotículas de água.

Após o arrefecimento, a velocidade média das moléculas diminui, aumentando a probabilidade das moléculas livres de «vapor de água» se ligarem a moléculas vizinhas, ampliando a nuvem. Quando uma molécula de água se une às moléculas vizinhas, perde energia cinética que é libertada para o ambiente sob a forma de calor latente.

### 5.3.5 – Precipitação

#### Formação

A precipitação é o processo de abandono da água da atmosfera em que abrange a água nos estados sólido e líquido, que cai das nuvens e chega ao solo. O abandono é feito na forma de gotículas e tudo se inicia a partir da formação das nuvens no processo de condensação:

*“... Um aerossol constituído por uma mistura de ar, vapor de água e de gotículas em estado líquido ou sólido cujos diâmetros variam de 0,01 a 0,03 mm, espaçadas, em média, um milímetro entre si. O ar que envolve as gotículas das nuvens encontra-se num estado próximo ao da saturação e, por vezes, super saturado. Esse aerossol fica estável, em suspensão, pelo efeito da turbulência no meio atmosférico e/ou devido à existência de correntes de ar ascendentes que contrabalançam a força da gravidade”*  
(<http://www.grh.ufba.br>).

As gotículas possuem massa de 0,5 a 1 grama de água por  $\text{m}^3$  de ar, enquanto o ar saturado que envolve as gotículas tem humidade de 1 a 6 gramas por  $\text{m}^3$  ( $-20^\circ\text{C}$  a  $5^\circ\text{C}$ ). A concentração das gotículas é de cerca de  $1000 \text{ cm}^{-3}$ . Dessa forma, a quantidade total de água presente numa nuvem, nos três estados pode variar de 1,5 a  $7 \text{ g/m}^3$ . As gotículas de chuva têm diâmetros de 0,5 a 2,0 mm (densidade espacial de 0,1 a 1 gota por  $\text{dm}^3$ ), com um valor máximo de 5,0 a 5,5 mm. Quando uma gota cresce até atingir um diâmetro de 7,0 mm, a velocidade de queda será de 9 m/s. A uma velocidade tão alta a gota deforma-se e subdivide-se em gotas menores devido à resistência do ar. As gotas de chuva têm dimensões muito maiores do que as gotículas das nuvens. A origem das precipitações está intimamente ligada ao crescimento das gotículas das nuvens (ibidem).

Vimos assim, que as gotas precisam crescer o suficiente para vencer as correntes ascendentes nas nuvens e sobreviver como gotas ou flocos de neve a uma descida até a superfície sem se evaporarem. Na sua formação existem dois processos principais: «Processo de captura» ou «colisão – coalescência», que ocorre em nuvens quentes com temperaturas acima dos 0 °C e «Processo de Bergeron» que ocorre em nuvens frias com temperaturas abaixo dos 0°C.

O Processo de captura ou colisão - coalescência, acontece sobretudo em regiões tropicais e no Verão em regiões temperadas e necessita que ocorram simultaneamente várias condições. A existência de uma grande quantidade de água líquida dentro da nuvem; fluxos ascendentes suficientemente fortes na nuvem; um grande espectro de tamanhos de gotículas é também muito útil; nuvens suficientemente espessas para que as gotículas tenham tempo suficiente para atingir gotículas menores

Para formar precipitação, as gotas devem ter diâmetro maior que 20 $\mu$ m, caindo mais rapidamente quanto maior for o seu tamanho. Na sua queda, colidem com gotículas mais pequenas e coalescem (combinam) com elas, aumentando ainda mais o seu tamanho, sendo necessário em média 1.000.000 de gotículas para formar uma gota de chuva.

O Processo de Bergeron acontece devido a duas propriedades da água:

A primeira propriedade é a de as gotículas da nuvem não congelam abaixo dos 0°C como seria natural mas, suspensa no ar, a água pura só congela até atingir uma temperatura à volta de - 40°C. Apenas abaixo de -20° C, a temperatura de activação de muitos núcleos de deposição, são compostas integralmente por cristais de gelo. Como já foi referido na rubrica anterior até aos - 10 °C são compostas por água sobre fundida e daí até aos - 20 °C por esta em coabitação com cristais de gelo.

A outra propriedade refere-se à pressão de vapor de saturação sobre os cristais de gelo sólidos que é deveras menor que sobre gotículas de água sobrefundida. Nos sólidos, as ligações inter-moleculares são mais fortes possibilitando que a água se precipite mais facilmente da água sobre fundida que a dos cristais de gelo.

Na sua queda os cristais de gelo aglutinam-se com outros cristais e com gotas de água sobrefundida, aumentando o seu tamanho combinando o Processo de Bergeron com o de colisão – coalescência.

Quer as gotas de água quer os cristais de gelo iniciam o movimento descendente depois de atingirem as dimensões suficientes para a interacção gravítica ser a predominante. Na descida, as gotas sofrem a resistência do ar que tenta contrariar a força da gravidade, ao atingir o equilíbrio provoca uma velocidade uniforme designada por «velocidade terminal». Esta

resistência do ar também provoca uma deformação da gota ou cristal, sendo esta maior em gotas maiores, pelo facto de a superfície de impacto ser maior, contrariando a tendência de se manter esférica.

### **Formas de precipitação**

No solo observamos diferentes formas de precipitação sendo as mais habituais:

Chuvisco: precipitação de gotas de água muito fina e de baixa intensidade;

Chuva: é a ocorrência da precipitação na forma líquida. O tamanho das gotas é maior sendo a intensidade e a duração muito variáveis.

Chuva congelada: é a precipitação constituída por gotas de água sobrefundida que congelam instantaneamente quando chocam contra o solo, formando uma capa de gelo.

Neve: é a precipitação em forma de cristais de gelo que durante a queda coalescem formando blocos de dimensões variáveis;

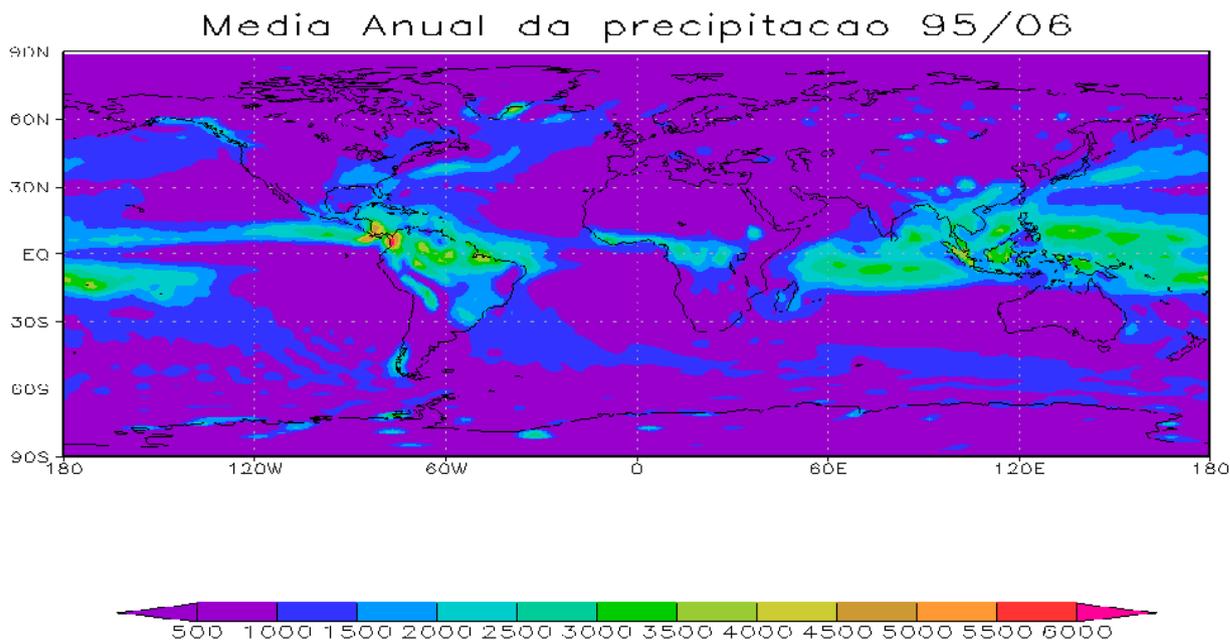
Saraiva: é a precipitação sob a forma de pequenas pedras de gelo arredondadas com diâmetro de cerca de 5 mm.

Granizo: quando as pedras, redondas ou de forma irregular, atingem tamanho maior que 5mm, podendo atingir o tamanho de uma laranja. A sua formação ocorre quando pequenas partículas de gelo *caem* dentro das nuvens, agregando desta forma a humidade. A humidade congela-se e os corpúsculos são elevados novamente pelas correntes de ar, aumentando de tamanho. O processo repete-se várias vezes, até que a partícula se transforma em granizo, que tem o peso suficiente para cair em direcção à terra.

A precipitação decorre de forma bem diferenciada nas diversas regiões do planeta (figura 23) sendo a principal responsável pela existência de regiões climáticas bem diferenciada e em última análise pela variedade das belezas naturais à escala global. Por outro lado, o padrão da precipitação no tempo também é regular por longos períodos de tempo visível na figura 23 onde se observa a média anual da precipitação mundial observadas entre 1995 e 2006, que vai de encontro às medições anteriormente realizadas pelo homem.

Existem maiores taxas de precipitação nas regiões equatoriais e tropicais, registando-se os valores elevados na região da América Central, norte da América do Sul, África Central, Sudeste da Ásia, Oceano Pacífico equatorial e a norte do Oceano Índico. Nestas regiões os

valores mais frequentes encontram-se entre os 1500 e os 3500 kg/m<sup>2</sup>.



**Figura 23** - Distribuição global da taxa de precipitação para condições médias – anuais. Fonte: [www2.fis.ua.pt/torre/Clima](http://www2.fis.ua.pt/torre/Clima)

Grandes partes dos continentes subtropicais, como África e Austrália, são cobertos por desertos onde a precipitação é reduzida.

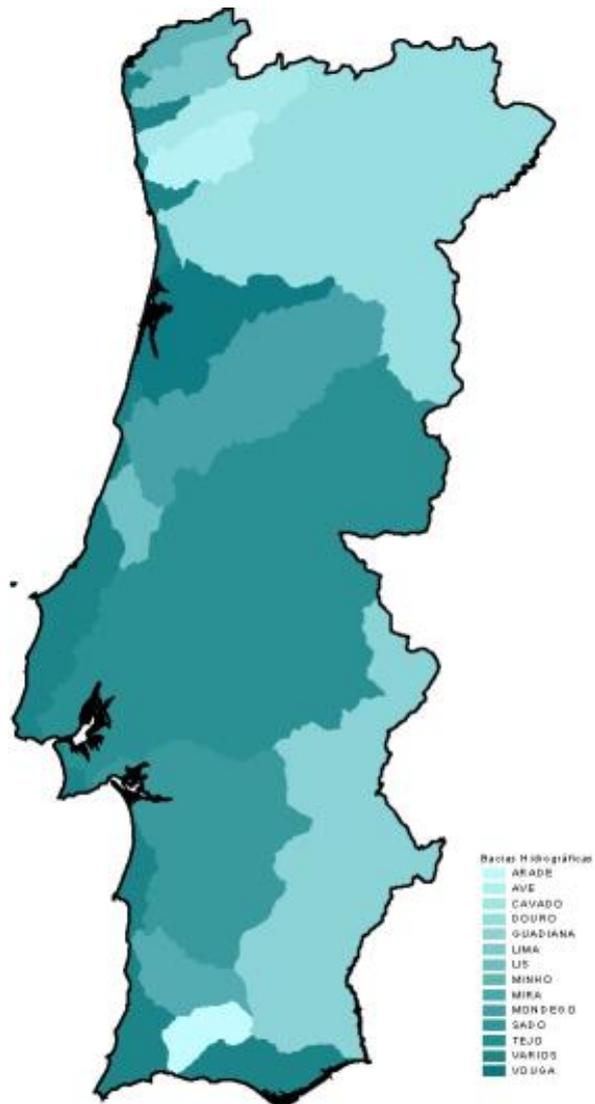
Durante o ciclo anual, as altas pressões do centro migram para norte e sul, causando secas de verão ou condições semi-áridas em cada hemisfério (nos pólos) e secas de Inverno nos locais equatoriais.

Em grande parte do planeta a precipitação anual está abaixo dos 1000kg/m<sup>2</sup>. Exceptuando as regiões polares, onde a neve predomina, grande parte da precipitação ocorre sobre forma de chuva.

### 5.3.6 – Escoamento superficial

A água precipitada, resultante da sua condensação tem como destino o mar ou o solo terrestre. A que cai no oceano ou lagos interiores continuará a fazer parte destes até voltar a ser novamente evaporada. A que cai na superfície da litosfera tenderá para dois caminhos distintos, ou se vai escoando até à superfície até atingir um lago ou o oceano ou infiltrar-se-á no solo atingindo as camadas inferiores, o subsolo. Pelo caminho alguma parte da água vai-se evaporando, da mesma forma que também alguma se evapora durante a precipitação antes de atingir o solo.

A água que resultará em escoamento superficial deslocar-se-á no solo por gravidade até atingir e alimentar os cursos de água desde o pequenos regatos que vão por sua vez alimentar os rios secundários, até aos principais que por fim desaguarão nos oceanos ou lagos. O motor desta deslocação natural é a gravidade. Após a precipitação, os cursos de água aumentam o seu volume subindo as margens originando por vezes situações de catástrofe. Este escoamento é limitado no tempo, existe um escoamento subterrâneo muito importante que irá ser focado no item seguinte.



**Figura 24** - Bacias hidrográficas de Portugal continental.  
Fonte: <http://web.educom.pt/dgpedronunes>

Uma dada região terrestre que faz a drenagem da água das precipitações para um determinado curso de água e seus afluentes formam um sistema fluvial conhecido por «bacia hidrográfica» ou «bacia de drenagem». Os cumes dos relevos mais elevados servem de divisores de bacias hidrográficas adjacentes sendo facilmente determináveis numa carta topográfica. A bacia hidrográfica de um grande rio principal pode ser subdividida em bacias hidrográficas dos seus

rios subsidiários, por exemplo, na grande bacia hidrográfica do Douro está incluída a pequena bacia hidrográfica do rio Corgo (figura 24).

### 5.3.7 – Infiltração

Um dos destinos da água da precipitação é a infiltração no solo, que irá originar o maior reservatório de água doce do mundo, correspondendo a 98,5% de água doce no estado líquido. Esta água é muito importante para a sobrevivência da civilização em todos os diferentes usos humanos. Uma parte é absorvida pelas raízes das plantas, das naturais e das cultivadas, que a usa no seu metabolismo e a devolve à atmosfera pela evapotranspiração e respiração.

A infiltração da água no solo depende de vários factores:

- Humidade do solo – se o solo estiver saturado de água, menor será a sua infiltração, aumentando o escoamento superficial.
- Geologia – quanto mais granulometria tiver o solo maior será a sua permeabilidade. Se o solo for fino, menor será a infiltração, aumentando o escoamento superficial.
- Ocupação do solo - a urbanização e devastação da vegetação reduzem drasticamente a quantidade de água infiltrada. O alcatroamento e a pavimentação impedem ou dificultam a infiltração e aumentam o escoamento superficial, tal como um solo desprovido de vegetação.
- Topografia - declives acentuados favorecem o escoamento superficial directo diminuindo a oportunidade de infiltração por aumento da gravidade.
- Depressões - a existência de depressões provoca a retenção da água diminuindo a quantidade de escoamento superficial directo. A água retida ou se infiltra no solo ou evapora.

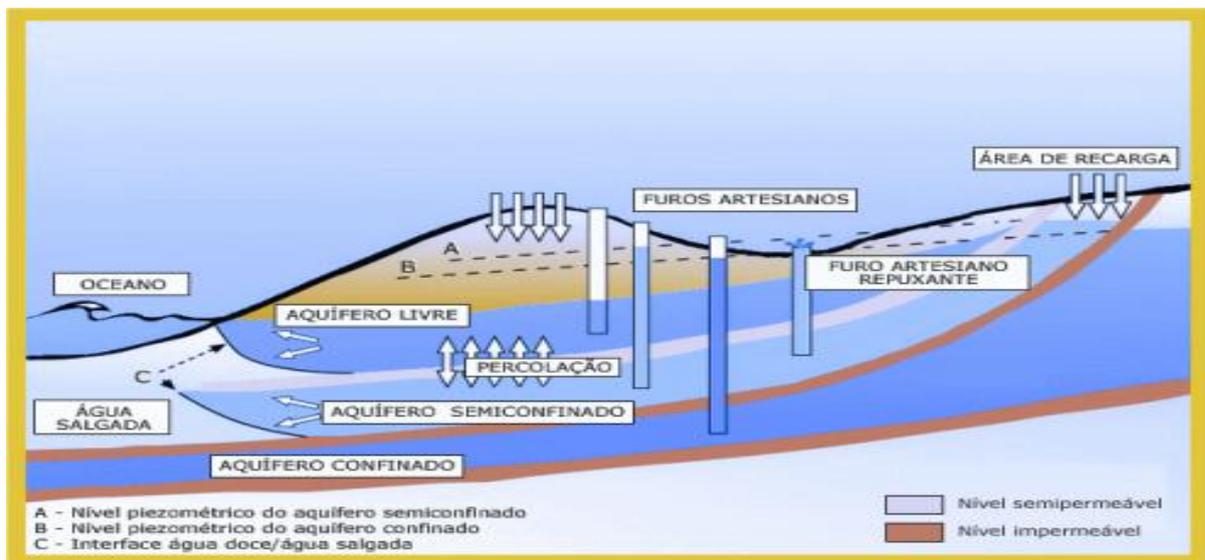
A capacidade do solo deixar-se infiltrar pela água é uma propriedade de classificação dos solos. Esta propriedade denomina-se *permeabilidade*, havendo solos *impermeáveis* que não deixam atravessar a água e outros *permeáveis*. A permeabilidade resulta da textura e estrutura do solo.

Por textura designamos a quantidade e proporção em que se encontram as diferentes partículas minerais constituintes do solo e depende da rocha-mãe originária, da topografia, do clima e do grau de evolução do solo. Pela «Escala de Atterberg» (Baumgartl 2006) podemos classificar a dimensão das partículas minerais. Já a estrutura dum solo descreve a forma como os seus constituintes estão organizados, o tamanho das partículas e os espaços vazios entre

estas.

A descrição das características dos solos não só determina a classificação dos solos, mas também a porosidade dos mesmos que está directamente relacionada com a permeabilidade. Porosidade do solo é o espaço existente entre as partículas, podendo ser preenchido por ar ou água. Esta porosidade condiciona a sua permeabilidade, a um solo de maior permeabilidade do solo corresponde uma menor capacidade de retenção da água, sendo um solo muito poroso muito permeável e vice-versa.

Da quantidade de água infiltrada num solo, uma porção acumula-se na sua camada superior, e a outra migra em profundidade, por gravidade, até atingir os aquíferos, promovendo a sua reposição. Os aquíferos, também designados por lençóis de água ou lençóis freáticos, “*são as formações que contêm água e que a podem ceder em quantidades economicamente aproveitáveis*” (Navarro et al., 1993, citado em <http://snirh.pt/>).



**Figura 25** – Esquema de diferentes tipos de aquífero e respectiva exploração humana. Fonte: <http://snirh.pt/>.

No esquema da figura 25 são bem visíveis os diferentes tipos de aquíferos. Pode-se constatar que não são planos, mas tendem a seguir a topografia devido à resistência dos materiais internos da crosta que constituem as camadas geológicas. O nível piezométrico é o mesmo que nível freático ou seja nível da água subterrânea de um aquífero cativo e semi-cativo em repouso hidrodinâmico, num determinado momento e local. Verifica-se a presença de furos artesianos que são a versão moderna dos tradicionais poços que são usados pelo homem desde a antiguidade. Alguns destes lençóis devido à orogenia aparecem à superfície originando as tradicionais fontes que encontramos nas encostas das montanhas. Estes também alimentam ribeiros e rios proporcionando um caudal mais regular ao longo do ano.

A precipitação constitui a única fonte real desta água subterrânea que é 3000 vezes superior à que circula num dado instante em todos os rios da Terra. A sua circulação é muito lenta, por acção da gravidade, vencendo as camadas irregulares da crosta, calculando-se que sejam necessários 150 anos para repor um aquífero médio que se tenha explorado completamente (Peixoto, 1977).

#### 5.4 - O ciclo da água

Todos os fenómenos abordados neste capítulo ocorrem de forma continuada no planeta pelo menos desde a existência do homem.

*“A água é um recurso natural renovável, em circulação constante, acompanhada por transições de fase, e que estabelece a ligação entre a terra, os oceanos e a atmosfera. Em cada ciclo a água do globo é transferida e transferida por evaporação para a atmosfera, onde é transportada e se condensa, formando nuvens, para voltar à Terra por precipitação; na superfície da Terra a água escoar-se ou fica em parte retida, infiltrando-se e por fim volta a evaporar-se de novo”* (Peixoto, 1977).

A sequência destes fenómenos naturais, em sistema global fechado, é designada por «ciclo da água» ou ciclo hidrológico. A água existe na terra, nas três fases, em quantidades muito diferenciadas conforme podemos comprovar na tabela 4. A quantidade de água no estado líquido é superior a 95% do total, enquanto a sólida pouco ultrapassa os 2% e no estado gasoso apenas um milésimo do total. Não podemos esquecer que a água ocupa mais de 2/3 do planeta e mesmo que um tipo de água, como por exemplo a do subsolo, exista em ínfimas percentagens a esta correspondem grandes quantidades. Estas quantidades diferenciadas, são condicionantes do funcionamento global do ciclo e igualmente relevante na sua disponibilidade como recurso humano.

Na sequência do ciclo da água estão envolvidos vários fenómenos naturais que ocorrem desde a atmosfera, passando pela superfície e também no subsolo (Peixoto, 1977):

- 1) Transferência de água no estado de vapor, do globo para a atmosfera, por evaporação da água que existe no estado líquido ou sólido nos mares, lagos, cursos de água, geleiras, campos de neve, depositada na superfície, e por transpiração das plantas que existem no solo;

- 2) Transferência de água no estado de vapor, do globo para a atmosfera, por evaporação da água que existe no estado líquido ou sólido nos mares, lagos, cursos de água, geleiras, campos de neve, depositada na superfície, e por transpiração das plantas que existem no solo;
- 3) Transporte de água, nas fases gasosa, sólida ou líquida, pelas circulações locais ou regionais e pela circulação geral da atmosfera;
- 4) Condensação parcial do vapor de água da atmosfera em partículas líquidas e sólidas, que ficam em suspensão no ar, em estado quase coloidal, formando aerossóis, que constituem as nuvens e nevoeiro;
- 5) Transferência de água nas fases líquidas ou sólidas, da atmosfera para o globo, por precipitação e deposição de hidrometeoros, na superfície e nos corpos nela existentes;
- 6) Escoamento, retenção na superfície e infiltração no subsolo da água no estado sólido ou líquido, com absorção pelo sistema radicular das plantas e formação de cursos de água a caminho do mar, de lagos ou de lençóis freáticos.

Ambiente	Volume de água (km <sup>3</sup> )	Porcentagem do total (%)
Água superficial		
Lagos de água fresca	125 000	0,01
Lagos salinos e mares interiores	104 000	0,005
Rios e nascente	1200	0,0001
Total	230 000	0,0191
Água superficial		
Humidade do solo	67 000	0,05
Águas subterrâneas (superficial ≤ 750 m)	4 000 000	0,30
Águas subterrâneas (profundas 750-400m)	5 000 000	0,38
Total	9 067 000	0,685
Calotes polares e glaciares	29 000 000	2,05
Atmosfera	13 000	0,001
Biosfera	600	0,00004
Oceanos	1,37x10 <sup>9</sup>	97,25
Total	1,408x10 <sup>9</sup>	

**Tabela 4** - Quantidades e percentagens dos diversos tipos de água existentes na Terra. Fonte: [www.oceanografia.ufba.br/ftp/Introducao.../quimica\\_1\\_van.pdf](http://www.oceanografia.ufba.br/ftp/Introducao.../quimica_1_van.pdf)

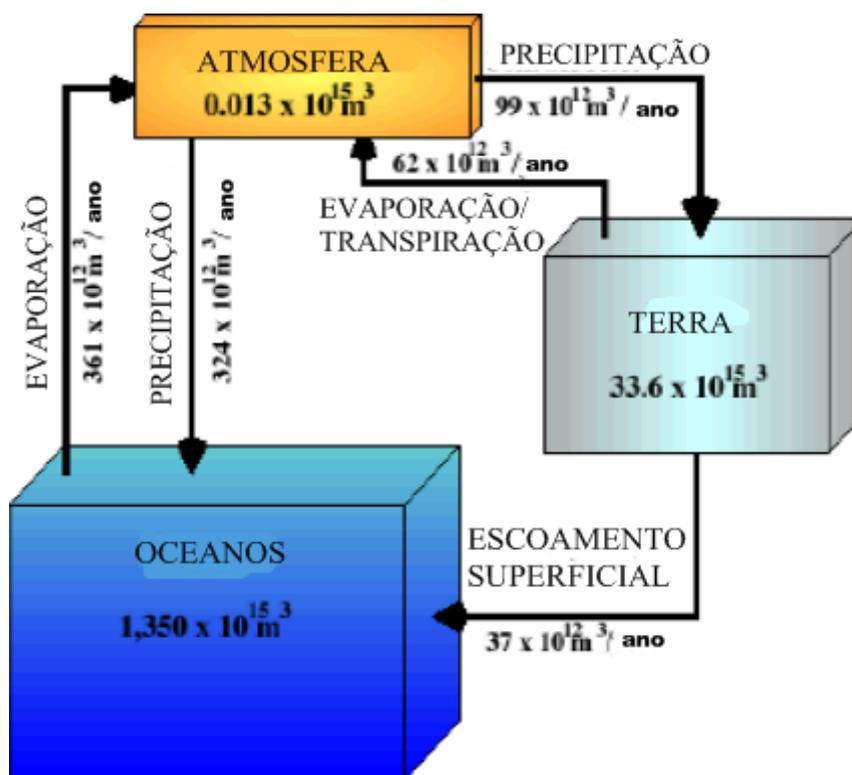
Um ciclo com esta grandeza necessita de energia que fomente a sua circulação. Esta movimentação deve a sua existência à energia solar e também à energia gravítica. A transferência de energia solar entre a atmosfera e a litosfera ou a hidrosfera induz a circulação da água. A energia gravítica é responsável principalmente pelo escoamento superficial, infiltração e precipitação.

Além da transferência de energia também existe uma transferência de massa de água entre os

diversos componentes do ciclo. Na figura 26 podemos observar e comparar as transferências de água ocorridas anualmente entre a atmosfera e a superfície dos oceanos e a da superfície terrestre. A água da atmosfera é uma ínfima parte (tabela 4), a que se evapora anualmente também, mas a sua relevância é enorme comparada coma massa.

*“ É o factor mais importante em todos os processos radioactivos da atmosfera, visto que regula o balanço de energia através da absorção e da emissão da radiação. Além disso os processos de evaporação, de condensação, e de sublimação determinam e condicionam o balanço de energia e o balanço hídrico que se observam no sistema físico globo-atmosfera” (Peixoto, 1977).*

A evaporação é o fenómeno que despoleta o funcionamento do ciclo ao absorver a energia da radiação solar. Podemos também observar que na superfície terrestre a evaporação é menor que a precipitação sendo este desequilíbrio colmatado a ocorrência inversa na superfície dos oceanos.



**Figura 26** - Quantidade de água existente na Terra e as transferências ocorridas anualmente no ciclo da água.  
 Fonte: [www.oceanografia.ufba.br/ftp/Introducao.../quimica\\_1\\_van.pdf](http://www.oceanografia.ufba.br/ftp/Introducao.../quimica_1_van.pdf)

Este débito desfavorável aos oceanos é compensado pelo escoamento da água dos continentes para os oceanos. Também nos ajuda a compreender a razão porque as zonas litorais são por princípio mais pluviosas que as interiores.

As dinâmicas destes fenómenos são responsáveis pelas diferenças climáticas do planeta e consequentemente do povoamento humano. Não nos podemos esquecer, apesar de não estar

incluído na imagem 27, do papel da infiltração. Embora a água do subsolo seja diminuta tem grande importância na vida humana e nas actividades económicas que a viabilizam.

## 6 – METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO E DESENVOLVIMENTO

### 6.1 – Enquadramento metodológico

O objecto deste capítulo é descrever as orientações teóricas que estão subjacentes ao plano de trabalho desenvolvido.

*“Quando nos referimos a «orientação teórica» ou a «perspectiva teórica», estamos a falar de um modo de entendimento do mundo, das asserções que as pessoas têm do que é importante e o que faz o mundo funcionar. Seja ou não explícita, toda a orientação se baseia numa orientação teórica”* (Bogdan & Biklen, 1994).

São feitas breves descrições dos principais paradigmas, das metodologias empregues, dos instrumentos usados e dos critérios de análise, tendo em conta o contexto deste trabalho, as ferramentas necessárias e o tema envolvente.

Quando num estudo se aborda a educação, seja como tema isolado, seja directamente associada a outros temas como a matemática ou as ciências, temos de ter em conta que a observação e interpretação dos actos educativos se desenrolam sob vários «paradigmas» ao serviço da «investigação», destacando-se três principais:

O denominado «Paradigma Positivista», que segundo Bogdan & Biklen (1994) é de carácter racionalista e cariz quantitativo, fundamenta-se, tal como se depreende aludindo à sua denominação, no positivismo lógico e no empirismo. Ou seja, segundo este toda a realidade que se pretenda estudar é única, estática, fragmentada, tangível, convergente e simplificável. Todo o processo de investigação se encontra isento de valores, adoptando o investigador uma postura neutra, de independência, encarando-se como situado externamente à investigação e aos sujeitos, estes considerados meros objectos de investigação.

Quando se põe em marcha uma investigação sob o paradigma positivista, as suas finalidades centram-se com na explicação e no controlo, pretendendo-se a sua generalização com uma validade além do tempo da investigação. Esta prossegue critérios de validade, de fidelidade e de objectividade, assentando na utilização de metodologias empírico-analíticas, com base dedutiva.

Nas técnicas a utilizar dá-se especial ênfase às quantitativas, socorrendo-se principalmente da

utilização de questionários, medição por testes, observação sistemática e experimentação.

Ao analisar os dados recolhidos são preferencialmente privilegiadas a estatística descritiva e inferencial que é uma característica marcadamente dum método quantitativo.

«O Paradigma Interpretativo ou qualitativo», segundo a visão de Coutinho (2005), “Pretende substituir as noções científicas da explicação, previsão e controlo do paradigma positivista pela compreensão, significado e acção”. Para Cohen & Manion (1990) é de tendência naturalista e cariz qualitativo.

Para os seus seguidores e defensores, a realidade é entendida como múltipla, intangível, divergente e holística, a partir destes pré-conceitos se estuda procurando compreendê-la e interpretá-la.

Neste paradigma, os valores da pessoa do investigador influenciam todo o processo, pois este deriva da dependência e inter-relacionamento entre sujeito (professor-investigador) e objecto (acto educativo, professor e alunos) e a partir daí é forte a possibilidade de existir subjectividade no produto final. Estes valores dados e explícitos influenciam a selecção do problema, da teoria, método e análise daí decorrente.

Entre a teoria e a prática estabelece-se uma influência recíproca que tem por base critérios de transferibilidade, confirmação e credibilidade.

As metodologias empregues nas investigações segundo o paradigma interpretativo têm cariz humanista e interpretativo, nelas se contam os estudos de caso e a pesquisa investigação etnográfica, entre outras – todas onde são preferencialmente empregues técnicas qualitativas, descritivas, podendo-se considerar o investigador, enquanto participante, o principal instrumento de investigação. Quando se emprega uma análise de dados do tipo qualitativo permite-nos também a introdução da indução analítica e a triangulação.

O objectivo último deste paradigma pode-se considerar frequentemente a generalização das hipóteses de trabalho em contexto e tempo dado, através da utilização de explicações ideográficas, indutivas, qualitativas e centradas sobre as diferenças.

Temos também o «Paradigma Sociocrítico», para o qual podemos encontrar fundamentação e tendências, entre outros locais, na Teoria Crítica de Habermas, no neo-marxismo, nos trabalhos de Paulo Freire. Sob a denominação de paradigma sociocrítico agrupa-se uma família de visões de investigação que surgem como resposta às tradições positivista e interpretativa e que pretendem superar o reducionismo da primeira e o conservadorismo da segunda, admitindo a possibilidade de uma ciência social que não seja nem puramente empírica nem somente interpretativa (Foster, 1980 seg. Arnal, Rincón & Latorre, 1992).

Neste paradigma os princípios ideológicos que lhe servem de base têm como finalidade a transformação da estrutura das relações sociais. São também finalidades o emancipar, criticar e identificar potenciais de mudança.

Os objectivos que estão subjacentes às actividades de investigação relacionam-se com a análise das transformações sociais e a construção de respostas a determinados problemas que delas surgem. A sua metodologia encontra-se preferencialmente norteada para a prática educativa e visa a mudança, a tomada de decisões.

Arnal, Rincón & Latorre (1992), a partir do trabalho de Popkewitz (1988) apontam alguns dos princípios orientadores do paradigma sociocrítico:

- Conhecer e compreender a realidade como *praxis*
- Unir teoria e prática: conhecimento, acção e valores
- Orientar o conhecimento para a emancipação e libertação do ser humano
- Implicar o investigador através da auto-reflexão.

É com o surgimento deste paradigma que se coloca em causa a neutralidade da investigação educacional reconhecendo-se que esta goza dum carácter independente mas também transformador das organizações e processos educativos. Para haver critérios de validade, estão subjacentes neste paradigma a busca da validade por consenso e uma rotina de intersubjectividade na análise dos dados em estudo.

A ideologia que o fundamenta aparece aliada ao factor cultural e social e a procedimentos auto reflexivos, para produção do conhecimento científico, com o objectivo de originar alterações nos sistemas estudados. Ostenta igualmente uma ligação dialéctica entre a teoria e a prática, podendo afirmar-se que a prática é a teoria em acção.

Partindo destes pressupostos, a realidade observada é identificável como dinâmica, evolutiva, construída, divergente, partilhada, holística, histórica e interactiva, ocorrendo uma inter-relação entre sujeito/objecto, numa relação que é dominada por um forte compromisso de mudança.

Saber qual destes paradigmas serve melhor uma investigação nem sempre se afigura como tarefa fácil. Lakatos (1978, seg. Coutinho, 2005) afirma que “*os paradigmas nem sempre competem entre si, os antigos não morrem, na maior parte das vezes são «completados»*”. Também Bidarra (1996, seg. Coutinho, 2005) menciona que é um campo onde convergem múltiplas perspectivas paradigmáticas. A complementaridade dos paradigmas defendida por estes autores poderá ser a explicação da ausência de um paradigma dominante nas ciências

sociais e como tal nas teses directa ou indirectamente relacionadas com a educação.

A investigação que é aqui descrita, pela sua natureza, enquadra-se preferencialmente no paradigma qualitativo, pois existe a adopção de uma perspectiva interpretativa e subjectiva da realidade educativa de intervenção. Não se esconde também que existe uma finalidade última, de contribuir para uma mudança de mentalidades na forma como se vê a aprendizagem escolar, nomeadamente a utilização da informática e da programação na sala de aula e numa perspectiva construtivista. Esta finalidade última não é uma verdadeira finalidade deste estudo, corresponde a uma vontade do autor em contribuir, ainda que infimamente, para a mudança progressiva de mentalidades sobre o uso deste tipo de ferramenta no ensino e aprendizagem.

Por outro lado, dadas as limitações temporais e materiais deste estudo seria praticamente impossível, obter dados numéricos convincentes sobre estas questões. Um estudo quantitativo nestas condições enumeradas, dificilmente produziria conhecimento científico com alguma credibilidade e sustentabilidade.

O «paradigma interpretativo» é por conseguinte o paradigma que norteia este estudo e lhe serve de fundamentação. Segundo Bogdan & Biklen (1994, p. 47-51), a investigação qualitativa tem cinco características que a distinguem:

- 1) O contexto de investigação é um contexto natural e o investigador é o principal instrumento de recolha de dados;
- 2) Os dados são recolhidos de forma descritiva (palavras e imagens) e os resultados são apresentados da mesma forma;
- 3) Centra-se mais nos processos do que nos produtos;
- 4) A análise de dados tende a processar-se de forma indutiva;
- 5) A investigação qualitativa não se limita a observar comportamentos. Preocupa-se com os significados que os sujeitos atribuem às suas acções e às dos outros; com o sentido que dão às suas vidas.

Apesar desta fundamentação nos paradigmas qualitativos, o trabalho desenvolvido não se enquadra apenas numa das suas várias perspectivas.

Ao longo da sua história, este paradigma teve, segundo diversos autores e das diversas áreas disciplinares, várias perspectivas. Carmo & Ferreira (2008) apontam as seguintes:

<b>Perspectivas</b>	<b>Origem Disciplinar</b>	<b>Questões Centrais</b>
Etnografia	Antropologia.	Qual é a cultura deste grupo de indivíduos?
Fenomenologia	Filosofia.	Qual é a estrutura e a essência da experiência deste fenómeno para estes indivíduos?
Heurística	Psicologia humanística.	Qual é a minha experiência deste fenómeno e a experiência essencial de outros que também tiveram uma experiência intensa deste fenómeno?
Etnometodologia	Sociologia.	Como é que os indivíduos atribuem sentido às actividades diárias, de modo a comportarem-se de uma maneira considerada socialmente como aceitável?
Interaccionismo simbólico	Psicologia social.	Qual o conjunto comum de símbolos e conhecimentos que se criaram para dar sentido às interacções entre indivíduos?
Psicologia ecológica	Psicologia, Ecologia.	Como é que os indivíduos tentam alcançar os seus fins mediante comportamentos específicos em ambientes determinados?
Teoria sistémica	Interdisciplinar.	Como é porquê este sistema funciona como um todo?
Teoria do caos: Dinâmica não linear	Física teórica, Ciências naturais.	Qual a ordem subjacente, no caso de existir alguma, aos fenómenos desordenados?
Hermenêutica	Teologia, Filosofia, Crítica literária.	Quais são as condições onde se realizou uma actividade humana ou um produto foi elaborado de tal forma que se possa interpretar o seu significado?
Qualitativa orientacional	Historia das ideias, Economia política.	Como é que uma dada perspectiva ideológica se manifesta, ou se manifestou, neste fenómeno?

Dos «fenomenologistas» compartilha, este trabalho, o enfatizar da componente subjectiva do comportamento das pessoas. Os fenomenologistas acreditam que temos à nossa disposição múltiplas formas de interpretar as experiências, em função com os outros e que a realidade não é mais do que o significado das nossas experiências (Greene, 1978 citado por Bogdan & Biklen, 1994, p. 54).

Apesar desta investigação se centralizar no mundo dos significados não se traduz em menosprezo pela existência de um “mundo real” independente dos sujeitos. A orientação metodológica não assume a ideologia radical de que não exista *realidade exterior*.

A atitude adoptada é de que apesar de existirem muitas versões diferentes de uma realidade similar, quando esta é contemplada por diversos sujeitos, existem bastantes pontos coincidentes que serão consequência da incontornável da verdade do mundo natural.

Da «interacção simbólica» comunga a ideia de que nem as pessoas, nem os objectos, nem os acontecimentos ou as situações possuem um significado próprio, pelo contrário o seu significado foi-lhes atribuído.

O significado que as pessoas atribuem às suas experiências, bem como o processo de interpretação, são elementos essenciais e constitutivos, não acidentais ou secundários àquilo que é a experiência. Para compreender o comportamento é necessário compreender as definições e o processo que está subjacente à construção destas (Bogdan & Biklen, 1994, p. 55). Um dos métodos que está mais interligado a esta perspectiva é a observação participante.

Da «etnometodologia» partilha da percepção de que de uma forma geral as expressões, afirmações e acções dos sujeitos organizam os contextos sociais nos quais se encontram incluídos.

O discurso que qualquer indivíduo descreve em relação ao seu próprio comportamento afecta esse mesmo comportamento. Estas relações que acontecem entre acções, afirmações e expressões dos sujeitos e o contexto social evoluem em contexto de vida prática e são inerentes de cada uma das realidades sociais particulares que estudemos. Assim, autores como Garfinkel (Ano n.d., seg. Cohen & Manion., 1990) defendem que os fenómenos mais comuns da vida diária se constituem como objectos de estudo, por direito próprio.

Uma outra mensagem que chega dos etnometodologistas, citando Bogdan & Biklen (1994, p. 61) e que é considerada particularmente pertinente, é a de que “*as perspectivas do investigador qualitativo devem ser por direito próprio parte do seu trabalho de investigação e não encaradas como «variáveis a controlar»*”.

Como consequência do que foi afirmado, as opções da investigação devem submeter-se aos contextos e não o inverso. O contexto de uma investigação é exclusivo devendo as opções da investigação estar condicionadas pelo seu respectivo contexto e pela sua visão ou ponto de vista, para termos a plena percepção dessas circunstâncias, que são entendidas progressivamente, após análises subjectivas, mas também objectivas. Os resultados obtidos não serão entendidos como objectivamente generalizáveis, existe plena consciência da

singularidade dos contextos e dos actores, mas apesar de não querer ser demasiado pretensioso, acredito na possibilidade de que conclusões reveladas neste trabalho podem ser importantes noutros trabalhos de diferentes contextos.

## 6.2 – Métodos e instrumentos de recolha de dados

Nas breves linhas escritas na secção anterior deste capítulo, foram abordados os paradigmas com os respectivos fundamentos e formas de abordagem, tal como as diferentes perspectivas, relacionadas com os mesmos paradigmas, que estão disponíveis para nortear o investigador e servir de ancoradouro ao seu trabalho de investigação. Antes de começar o trabalho não foram esquecidos os conselhos de Bogdan & Biklen (1994), que aconselham ao investigador, para primeiro projecto a escolha de um estudo de caso. Com certeza que esta não era uma escolha única mas uma boa opção que se conseguiu enquadrar neste contexto.

O estudo de caso enquadra-se num tipo de investigação onde, a possibilidade de generalizar resultados a outros estudos e contextos continua em discussão (Carmo & Ferreira, 2008, pag. 236). Em vez da generalização de leis pretende-se uma “*descrição «rica» e rigorosa do caso objecto do estudo*” (ibidem).

Esta opção pode ser voluntária ou imposta pela natureza do estudo ou pelos recursos disponíveis que impedem que se possa controlar os acontecimentos e manipular as causas do comportamento dos participantes (Yin, 1994). Também Merriam, (1988, seg. Bogdan & Biklen, 1994), caracteriza o estudo de caso qualitativo pelo seu carácter descritivo, indutivo, particular e a sua natureza heurística. Segundo esta autora

*“Um estudo de caso é um estudo sobre um fenómeno específico tal como um programa, um acontecimento, uma pessoa, um processo, uma instituição ou um grupo social”.*

O foco de estudo pode centrar-se numa instituição (uma escola, por ex.), apenas num sector desta (por ex.: a cantina) ou nalgum aspecto particular, como o uso das novas tecnologias nas actividades didácticas.

Para a recolha de dados foram escolhidos os instrumentos considerados mais adequados a este contexto e os que mais facilitariam o trabalho do investigador. Os instrumentos que foram usados para a recolha dos dados para este estudo foram:

- Observação participante;

- Registo do trabalho dos alunos;
- Registo de incidentes críticos;
- Notas de campo.

### **Observação participante**

A observação participante, segundo Cohen & Manion (1990), é uma forma de observar eminentemente educativa. Segundo os mesmos autores, Schutz afirma que enquanto o investigador científico-natural não tem que se preocupar com a percepção da sua acção por parte das entidades alvo do seu estudo, a matéria física, o investigador qualitativo tem em mãos um projecto de acção cheio de significados susceptíveis de produzir efeitos sobre os indivíduos a observar.

Já Bogdan & Biklen (1994) são de opinião que é através da observação participante que o investigador consegue chegar mais próximo dos significados que os próprios sujeitos conferem às suas próprias acções, às acções dos restantes e a outras ocorrências que os rodeiam:

*“Os investigadores qualitativos frequentam os locais de estudo porque se preocupam com o contexto. Entendem que as acções podem ser melhor compreendidas quando são observadas no seu ambiente habitual de ocorrência”.*

Bailey (seg. Cohen & Manion, 1990), defende a opinião que existem algumas vantagens que a observação participante possui comparativamente a outros instrumentos, nomeadamente aos questionários e técnicas de observação experimental. Esta vantagem nota-se mais facilmente quando os dados que pretendemos recolher decorrem de um comportamento não verbal. As vantagens referidas são:

- O observador selecciona, regista e analisa apenas as ocorrências relevantes para o estudo, fazendo portanto uma recolha metódica e não sistemática;
- O investigador pode desenvolver uma relação íntima e informal com os indivíduos a observar;
- As observações são menos reactivas do que outros métodos de recolha de dados.

O papel de observador participante neste estudo pôde ser assumido na sua máxima plenitude, neste caso o investigador acumula essa função com a de professor e director de turma, tendo assim um grande conhecimento global de todos os sujeitos envolvidos. Este conhecimento

inclui o nível dos resultados escolares, actuais e anteriores, as potencialidades cognitivas dos sujeitos nas várias áreas de conhecimento e vai até ao domínio pessoal. Como director de turma, sou conhecedor da maioria dos gostos e preferências dos sujeitos (alunos), do agregado familiar, de um pouco da história pessoal de cada um e, dentro do humanamente possível, da sua personalidade. Também tinha à partida uma noção adequada das competências individuais e posicionamento pessoal de cada um relativamente à informática.

Apesar deste elevado conhecimento procurou-se, tal como defendem Bogdan & Biklen (1994), o manter o equilíbrio entre o grau de envolvimento e o distanciamento necessário, tentando observar a realidade “*pelos olhos dos sujeitos*”. Não foi esquecida a enorme relevância que esta leitura desempenharia no seguimento da investigação, implicando um contraste entre esta visão com a pessoal, enquanto investigador.

A emoção e o sentimento de investigador têm importância relevante. Como afirma Rosaldo (seg. Bogdan & Biklen, 1994, p.131),

*“os sentimentos são um importante veículo para estabelecer uma relação e para julgar as perspectivas dos sujeitos. Não se podem reprimir sentimentos. Pelo contrário, se tratados devidamente, podem constituir um importante auxiliar da investigação qualitativa.”*

Todos estes postulados aqui descritos orientaram a postura de observador participante ao longo das sessões de trabalho.

### **Registo do trabalho dos alunos**

Quando se optou colocar este instrumento, o principal objectivo era a recolha de dados sobre o trabalho que os alunos realizaram ao longo de todas as sessões de trabalho de campo. Esses registos foram guardados no final de cada sessão em suporte informático para posterior análise. Quando este registo, que correspondia ao trabalho individual de cada aluno não era terminado numa sessão, era colocado, pessoalmente, no computador da sala, antes de iniciar a sessão seguinte para que o aluno o pudesse de forma rápida reiniciar. Este ritual foi sempre feito não por carácter de obrigatoriedade, mas sim porque a sala tinha grande utilização, correndo-se por isso o risco de ocorrer alguma falha informática que originasse o seu desaparecimento, obrigando a uma nova instalação.

No início da próxima sessão de trabalho o aluno estava em condições de prosseguir, com a menor desestabilização possível. Caso o não terminasse, o que ocorreu algumas vezes, procedia-se da mesma forma para a sessão subsequente.

### **Registo de incidentes críticos**

No registo de observação foram registadas as ocorrências pontuais, que não foram previstas, e que caso surgissem poderiam atribuir relevância à apreciação e análise dos resultados. Desta forma de registo de dados, não foi registado grande quantidade e qualidade de informação mas algumas anotações foram pertinentes.

### **Notas de campo**

Com as anteriores fontes de dados foram elaboradas as notas de campo, que foram designadas em alguns documentos de trabalho por «Diário de Bordo».

Estes relatos foram elaborados com base na observação da participação nas actividades. Houve a necessidade de estar atento a factores como o empenho, a motivação, os desabafos particulares e colectivos, à técnica de manuseamento dos componentes informáticos como o rato, o teclado ou o sistema operativo, a forma de aplicação do programa ToonTalk...

A redacção do denominado «Diário de Bordo», baseado no cruzamento de dados provenientes dessas observações, iniciava-se cerca de duas horas após o termo de cada uma das sessões, enquanto ainda estavam «frescas na memória» todas as imagens e pormenores ocorridos.

Procurou-se desta forma seguir as ideias de Bogdan & Biklen (1994, p. 49), expressas em “*a palavra escrita assume particular importância na abordagem qualitativa, tanto para o registo dos dados, como para a disseminação dos resultados*”. Desta forma consideram estes autores que quando se abordam os contextos de investigação de forma minuciosa, se tornam mais sensíveis aos detalhes e às motivações que guiam os sujeitos.

*A abordagem da investigação qualitativa exige que o mundo seja examinado com a ideia de que nada é trivial, que tudo tem potencial para constituir uma pista que nos permita estabelecer uma compreensão mais esclarecedora do nosso objecto de estudo. (p. 49)*

Embora seja importante confirmar, ou desmentir a ocorrência de determinados fenómenos em dadas circunstâncias, é de maior interesse descrever o seu surgimento e reflectir sobre que motivos poderão estar na sua origem, com base numa compreensão progressivamente alargada da sua natureza holística. É com este interesse prático que Bogdan & Biklen (1994, p. 163-167) defendem que nestes registos escritos devem existir dois tipos de materiais:

O primeiro é «descritivo», em que a preocupação é a de captar uma imagem por

palavras do local, pessoas acções e conversas observadas.

O outro é «reflexivo» – a parte que apreende mais o ponto de vista do observador, as suas ideias e preocupações.

Os aspectos descritivos das notas de campo englobaram as seguintes áreas:

- I. Retratos dos sujeitos.
- II. Reconstruções do diálogo.
- III. Descrição do espaço físico.
- IV. Relatos de acontecimentos particulares.
- V. Descrição de actividades.
- VI. O comportamento do observador.

A componente reflexiva englobou aspectos como:

- a) Reflexões sobre a análise/interpretação que o observador faz dos dados que recolhe;
- b) Reflexões sobre o método que utiliza;
- c) Reflexões sobre conflitos e dilemas éticos;
- d) Reflexões sobre o ponto de vista do observador (a forma como a sua experiência de vida o conduz ao tipo de análises/apreciações que faz);
- e) Pontos de clarificação (ex.: correcção de erros, ou confusões cometidos pelo observador em sessões anteriores e que importa corrigir).

### **6.3 – Descrição do estudo**

Para este estudo numa primeira fase da sua concepção, despontou a ideia de se trabalhar com uma turma, nas aulas regulares, pois após a revisão da literatura, surgiu a convicção que a ferramenta ToonTalk é uma ferramenta importante na construção de conhecimento por parte das crianças e jovens, em suma uma mais-valia.

Aquando do inicio da planificação das actividades houve a consciência da dificuldade em colocar em prática a ferramenta nas actividades lectivas regulares, perante uma turma inteira de vinte alunos, prestando apoio a todos, cumprindo o programa ministerial, além da necessidade de fornecer um computador para cada aluno. Não é fácil inovar, os novos

recursos pressupõem alterações de funcionamento e a criação de condições práticas para as quais nem sempre se consegue encontrar soluções, quer as de natureza física quer por outro lado as ligadas aos recursos humanos. Ressalva-se porém que estas últimas não tiveram um grande impacto, escola, alunos e pais não colocaram obstáculos ao prosseguimento das actividades. As limitações que serão referidas estão relacionadas sempre com a orgânica e funcionamento dos estabelecimentos e nunca como uma oposição directa.

Na esmagadora maioria das escolas pós primeiro ciclo do Sistema Nacional de Ensino, existe apenas uma ou duas salas, consoante a sua dimensão, que estão sobretudo destinadas às aulas de informática, ou de Área Projecto, que obviamente não cobrem todas as turmas, existindo turmas que não têm oportunidade de a frequentar, a não ser que haja a amabilidade por parte de um professor permitindo a troca de sala. Os tão propalados computadores portáteis, que somam nesta escola, um número próximo de dez, têm felizmente bastante uso, sendo praticamente impossível requisita-los duas sessões sucessivas.

Para este estudo obtivemos desde logo a concordância da escola, que não colocou obstáculos ao seu prosseguimento, o limite é o funcionamento da escola que pelo vasto conhecimento possuído, se pode considerar idêntico às demais.

Por outro lado realizar um estudo desta envergadura com uma turma escolar inteira também supõe os seus riscos. O atendimento que um professor pode fazer a vinte alunos que não conhecem a ferramenta ToonTalk, não chega sequer, em média, a cinco minutos por aluno, em aulas de noventa minutos, portanto pouco mais que nada, tendo em conta que muitos são, em informática, principiantes!

Não existem por sua vez recursos, humanos e económicos, no meio local que possibilitem que na época do arranque do estudo tenhamos um turma com razoáveis ou bons conhecimentos da ferramenta, que seria a situação ideal o seu início.

Apesar de ter preferido pôr em prática um estudo com uma turma nas actividades lectivas regulares optou-se, de acordo com o exposto nestes últimos parágrafos, pela concepção de sessões com a utilização de meia dúzia de alunos, em horário compatível com a disponibilidade da sala de informática.

Atendendo ao escalão etário e consequente capacidade de concentração foram planificadas sessões de quarenta e cinco minutos, a alternativa era secções de noventa minutos o que me pareceu demasiado longa. Esta também era uma das questões para as quais não havia comparação, não eram conhecidos trabalhos deste tipo com alunos do segundo ciclo. Na bibliografia apenas se abordavam trabalhos cujos intervenientes eram alunos do jardim-de-

infância, do primeiro ciclo do ensino básico ou do ensino secundário.

Este estudo foi realizado numa escola com segundo e terceiro ciclo da cidade de Vila Real, com alunos dos quais, por imperativos éticos, mantemos anonimato. Tem condições semelhantes a muitas outras escolas nacionais: edifícios a precisarem de obras, carências de material informático e de um laboratório de ciências naturais (apenas possui duas salas divididas por duas arrecadações onde estão os materiais de ciências e uma delas pode ser usada como câmara escura). Os professores todos os anos providenciam o material necessário às actividades laboratoriais das disciplinas da área.

Os resultados escolares, que podem ser consultados no sítio electrónico do Ministério da Educação, têm estado nos últimos anos ao nível da média nacional e não tem havido ocorrências disciplinares e sinais de violência organizada que mereçam relevância.

As sessões de trabalho desenrolaram-se na sala de informática que estava disponível às sextas-feiras no início da tarde entre as 13h 15m e as 15h. Circunstancialmente existiam duas turmas com disponibilidade de horário, mas apenas, para qualquer delas, entre as 13 h 15m e as 14h. Da escolha das turmas falar-se-á em pormenor no ponto seguinte. Para aumentar a rentabilidade o professor iria mais cedo preparando a sala, abrindo os computadores necessários, verificando se estavam em condições de trabalho e organizando as actividades para serem prontamente iniciadas após a entrada. Nas escolas como os computadores são utilizados por uma grande quantidade de alunos é com alguma frequência que se encontram alguns desconfigurados ou com outra avaria.

A sala de informática (figura 27) é composta por 14 computadores para alunos, adquiridos em 2003, com as seguintes características e componentes:

- Processador Pentium® 4 CPU 2,80 GHz.
- Disco rígido – 20 Gbytes.
- Monitores – 15”.
- Ratos ópticos de porta USB.
- Teclados.

Para além destes existe um computador, servidor, na secretária do professor, com as mesmas características dos outros 14 e um projector multimédia, com a respectiva tela.

A sala possui as condições físicas adequadas para a realização das actividades, o número de computadores suficientes e um espaço concêntrico que permite proximidade do docente a todos os alunos. Também permite, caso haja necessidade, a exposição através do computador

peçoal (Do professor) e do projecto multimédia de imagens na tela que está afixada na parede. O calcanhar de Aquiles é o material informático obsoleto, que facilmente se desconfigura com a passagem rotativa dos jovens utilizadores.

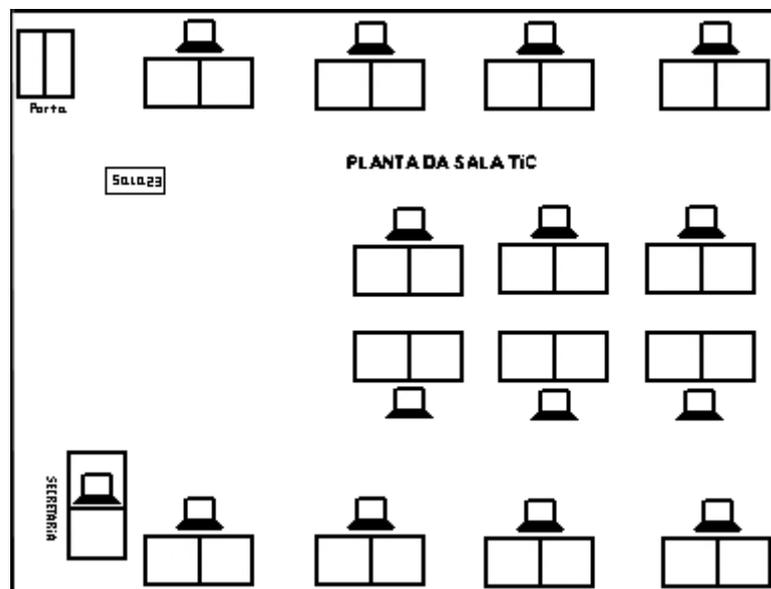


Figura 27 - Planta da Sala TIC.

Para o trabalho foi projectado um número de sessões próximo de doze, sendo as primeiras quatro destinadas ao conhecimento da ferramenta ToonTalk. Nestas pretendia-se que conhecessem os vários comandos e a forma como são utilizados, bem como a cidade do projecto Playground e tomar conhecimento das animações feitas por outras crianças, muitas delas mais novas que eles próprios. Seria esta a forma mais acelerada, porque o tempo disponível era limitado, de aprenderem a construir componentes próprios, usando a sua imaginação e poder criativo.

Foi determinado antes do início do trabalho, que o planeamento e avaliação das tarefas seriam realizadas pelos alunos, por escrito, pois existia a vantagem do trabalho ser mais metódico, mais reflectido e possivelmente proporcionar mais aprendizagem.

Todavia detectaram-se dois obstáculos, logo nas primeiras sessões. O primeiro é que levariam muito tempo a realizá-las e este foi um bem escasso neste trabalho de campo. O outro é a falta de hábito dos alunos nestas tarefas e a antipatia que têm por elas. As tarefas que envolvem escrita como planos e relatórios não são as preferidas pelas crianças e jovens, consideram-nas uma obrigação e correria o sério risco dos voluntários abandonarem o estudo.

Optou-se então por fazer estas tarefas de forma oral, empreendendo conciliar as duas

situações e tentar obter o melhor da primeira sem chegar ao pior da segunda. Para não perder eficácia nem a desvalorizar, a planificação executava-se calmamente, com postura dialogante, realizando-se as retrospectivas necessárias, para que fosse entendida por todos e, no final fazia-se o ponto da situação oral. O essencial foi vertido nas notas de campo.

Nas outras sessões foram modelados ou programados vários temas relacionados com a água: simulações, experiências e animações. Como não sabemos a quantidade ou a qualidade do pensamento de pessoas, neste caso jovens, o professor vai preparado propondo a animação de um ciclo da água. Esta é uma forma que alguns professores usam para ter uma solução quando os alunos não têm ideias criativas, situação, por variadíssimos motivos ocorre com alguma frequência nas escolas.

Tal como foi planeado no Plano de Dissertação estas actividades têm em vista cinco propósitos primordiais.

- 1) Estudar e a envolvente científica do ciclo da água.
- 2) Modelar processos relacionados com as partes componentes do ciclo da água.
- 3) Criar componentes de programação/modelação com a ferramenta *ToonTalk*, reutilizáveis directamente por crianças de 10-11 anos em estratégias educativas nas actividades da unidade “Materiais terrestres suportes de vida”, do programa de Ciências do 5º ano.
- 4) Proporcionar aos jovens estudantes do 5º ano actividades que lhes permitam desenvolver de forma crítica e holística as competências definidas no programa curricular.

Estas sessões principiaram quando a maioria das turmas estava a abordar, nas actividades lectivas de Ciências da Natureza, A Água. No início, todas as turmas realizaram, como é habitual na escola, uma ficha diagnostica anónima para aferir os conhecimentos que a generalidade dos alunos possui sobre o tema.

Não foi proposto um número exacto, apenas um número aproximado, de sessões porque dadas as características deste tipo de trabalho e da ferramenta em questão, a sua evolução está muito dependente do poder criativo dos alunos e da sua capacidade de desempenho. Ao propor um número exacto com certeza que ficaria muito desiludido se por falta de um tempo algum trabalho ficasse inacabado ou pelo contrário se apenas para cumprir o número estipulado se realizassem sessões sem um objectivo estabelecido. O número aproximado apontado foi de uma dúzia, cujo planeamento podemos encontrar no ponto 6.5.

Esta planificação não foi estabelecida como estática ou rígida. Nas primeiras fases (Apresentação da ferramenta; Configuração e execução das primeiras construções e/ou alterações; Colocar imagens exteriores na ferramenta) estava mais pormenorizada, existiam aprendizagens, nomeadamente as específicas da ferramenta que eram necessárias que fossem feitas de forma objectiva e o mais depressa possível, para não arrastarmos o estudo ao próximo ano lectivo. Aqui a componente criativa é mais limitada, apesar de ser importante que ela se inicie nestas fases. Antes de se iniciarem as sessões práticas estas fases estavam praticamente delineadas.

Nas fases seguintes já não se passou assim, existia apenas um esboço do que se pretendia e a noção de que tudo se poderia alterar, pois as programações estavam dependentes da criatividade dos alunos, cuja orientação é impossível de determinar. Após o início destas fases, depois da primeira sessão, é que se procedia à formalização desta planificação.

#### **6.4 - Sujeitos envolvidos no estudo**

Como já foi referido, não foi tarefa fácil encontrar um horário disponível para o desenvolvimento deste trabalho. Encontrado o horário existiam duas turmas disponíveis. Uma destas turmas foi preterida por ter sido considerada fora do «padrão normal» do tipo de turma existente na escola e até no país. Tal classificação deve-se ao facto de ser uma turma com resultados escolares acima da média, com um número de participação em projectos da escola claramente superior às restantes turmas, todos os alunos têm computador em casa, a quase totalidade têm internet, e-mail, computador pessoal no quarto e conhecimento sobre processador de texto, pesquisa na Net, etc.

Com atributos desta categoria, com muita certeza iríamos ter trabalhos com muito boa qualidade e dariam uma noção fora do contexto nacional até talvez mais próxima do ideal que não é o que pretendemos. Claro está que também poderíamos estar enganados e os resultados estarem abaixo do previsto. Tratam-se apenas de possibilidades que nunca poderemos comprovar, mas apesar disso optei por rejeitar esta turma.

Optou-se então pela outra turma que até tem resultados escolares globais ligeiramente abaixo da média dos resultados da escola. Nesta turma além de professor de Ciências da Natureza, também sou Director de Turma, tendo por tal conhecimento pessoal de todos os encarregados de educação, factor que embora não fosse decisivo também pesou na decisão. Com a empatia que foi sendo criada foi mais fácil persuadi-los a colaborar neste trabalho, pois existe entre

nós uma relação de confiança mútua.

Também permitiu, este facto, ter um melhor conhecimento sobre a vida escolar passada dos alunos e suas perspectivas para o futuro, tal como um conhecimento mais global da aprendizagem em todas as áreas. Da mesma forma o Director de Turma também coordena toda a informação escolar relevante, ocorrida em todas as aulas e fora delas para a comunicar ao encarregado de educação.

Apesar disso não foram esquecidos os seguintes princípios éticos referidos por Bogdan & Biklen (1994, p. 77):

1. As identidades dos sujeitos devem ser protegidas, para que a investigação que o investigador recolhe não possa causar-lhes qualquer tipo de transtorno ou prejuízo. O anonimato deve contemplar não só o material escrito mas também os relatos verbais da informação recolhida durante as observações.
2. Os sujeitos devem ser tratados respeitosamente e de modo a obter a sua cooperação na investigação.
3. Ao negociar a autorização para efectuar um estudo, o investigador deve ser claro e explícito com todos os intervenientes relativamente aos termos do acordo e deve respeitá-lo até à conclusão do estudo.
4. Deve ser-se autêntico a escrever os resultados. Confeccionar ou distorcer dados constitui pecado mortal para um cientista.

Escolhida a turma chegou a hora de serem escolhidos também os alunos em questão. Primeiro pensei no número ideal de alunos a escolher. Como as sessões programadas eram de 45 minutos, quatro alunos seria o ideal pois haveria uma disponibilidade aproximada de 10 minutos para acompanhamento individual. Foram convidados seis porque poderia haver a possibilidade que alguns alunos rejeitassem a participação, o que não veio a acontecer. Se houvesse muitas rejeições haveria nova escolha.

A escolha recaiu sobre alunos com aproveitamento, postura, conhecimentos de informática e personalidades muito diferentes. O objectivo desta escolha era a formação de um grupo heterogéneo, pois um grupo deste tipo permite, por princípio, a existência de mais diversidade criativa, que esta ferramenta potencia. A maioria conhecia o computador através dos jogos, outros adquiriram computador recentemente e três estavam a fazer ao sábado pequenos cursos de introdução à informática.

Termina esta secção com a realização de uma breve apresentação anónima dos alunos

intervenientes:

AF, rapaz, 11 anos, abandonado pelos pais, vive em família de acolhimento. Simpático, humilde, meigo mas com atitudes irregulares. Tem por vezes bastantes conflitos com os colegas, gostando de impor a sua vontade. Aproveitamento escolar abaixo da média mas positivo, tendo já sido retido uma vez no primeiro ciclo. O seu passatempo preferido são os jogos de computador e de consola. Para além disso os seus conhecimentos informáticos são fracos.

AC, rapariga, 10 anos, empenhada, gosta de aprender e tem aproveitamento escolar mediano. Gosta de pesquisar sobre temas na Net e jogar jogos de cariz feminino. Tinha adquirido computador recentemente e estava a iniciar um curso de iniciação.

MG, rapariga, 10 anos, empenhada, trabalhadora mas distraída, tendo aproveitamento mediano. É trapalhona e pouco concentrada nas tarefas. Tal como a anterior também adora jogar jogos de cariz feminino e também tinha adquirido computador recentemente e estava a iniciar um curso de iniciação.

PT, 10 anos, rapaz, falador, algo preguiçoso para actividades físicas, simpático e com aproveitamento médio alto. Tinha adquirido computador recentemente e estava a iniciar um curso de iniciação. É um indivíduo com fortes probabilidades de se tornar um amante da informática, gosta de todos os seus aspectos, vai mais além do jogo e manifesta frequentemente vontade de aprender mais. O seu interesse vai desde a manipulação e domínio do processador de texto, apresentações de diapositivos, programas de desenho, gravação de DVD ou uso da Internet.

RJ, 10 anos, rapaz, aluno com excelentes resultados académicos, divertido, falador, simpático e trabalhador. Também por natureza gosta de aprender, principalmente tudo o que lhe possa ser útil no futuro para o qual investe e tem de si óptimas perspectivas. Grande apreciador de áreas curriculares onde se transmitem mais conhecimentos, como a história, as ciências da natureza, a geografia ou a gramática.

SL, 10 anos, rapariga, simpática, humilde, distraída, pouco aplicada e com aproveitamento escolar do último período negativo. Alguns problemas familiares não lhe permitiram ter acompanhamento mais próximo dos progenitores. Gosta de conversar com adultos e participar em actividades distintas das lectivas tradicionais. Tal como as outras meninas também adora jogar jogos de cariz feminino, tinha adquirido computador recentemente e estava a iniciar um curso de iniciação. Apesar da mãe ser uma profissional do teletrabalho, não lhe tem transmitido muitas informações; todavia gosta da informática e tem sempre vontade de

aprender, sendo a sua preferência a navegação na Internet.

### 6.5 – O desenrolar do trabalho

Nesta investigação foram realizadas doze sessões, precisamente as mesmas apontadas no início do estudo embora o número preciso fosse algo considerado secundário. Todavia estas correspondem na realidade a 14 pois duas, conforme será explicado, duraram o dobro do tempo das outras dez, em suma ultrapassou-se ligeiramente o tempo previsto. Decorreram estas entre os dias 4 de Abril e 19 de Junho de 2008.

A duração das sessões foi de quarenta e cinco minutos havendo duas com a duração de noventa minutos. Este tempo extra não estava planeado, foi apenas decorrente de duas coincidências: em todas as aulas os alunos deixavam a actividade para se deslocarem rapidamente à aula de Inglês que funcionava numa sala ao lado. Num dos dias a professora tinha avisado que iria faltar e os alunos preferiram continuar na actividade com ToonTalk a ir para o recreio. Noutra dia a escola esteve fechada nessa hora por motivos da realização da Prova Nacional de Aferição, e como os alunos estavam lá preferiram que houvesse a actividade com ToonTalk em vez de permanecerem aqueles 90 minutos no espaço exterior da escola.

Na tabela 5 apresenta-se uma síntese da estrutura de desenvolvimento da intervenção:

Datas	Sessões	Fases	Actividades
2008/04/04 2008/04/08	1 e 1A	Apresentação da ferramenta.	Apresentação do programa de forma simples. Visita à cidade do Projecto Playground. Visita iniciar-se-á pelas casas que têm engenhocas que serão experimentadas. Para o final ficarão as casas com os jogos propriamente ditos, onde terão possibilidade de se recrear com os jogos sabendo, que foram concebidos por crianças com idade inferior à sua.
2008/04/11 2008/04/18	2 e 3	Configuração e execução das primeiras construções e/ou	Alterar algumas coisas, num jogo da Cidade Playground cores; após pedido do professor: duplicação de objectos; ou alteração do tamanho de objectos.

		alterações.	<p>Criar a sua cidade.</p> <p>Gravar o jogo e transportá-lo para a sua cidade.</p> <p>Transformar um jogo, por iniciativa própria, tornando-o mais atractivo.</p> <p>Jogá-lo com os colegas.</p> <p>Colocação de animações por trás das imagens escolhidas.</p>
2008/05/02	4	Colocar imagens exteriores na ferramenta.	<p>Adaptar um jogo da Cidade Playground, com imagens de um ficheiro do Ciclo da Água, transformando-o.</p> <p>Colocação de animações por trás das imagens escolhidas.</p> <p>Jogá-lo com os colegas.</p>
2008/05/09 2008/05/16	5 e 6	Primeira programação.	<p>Programação de um pequeno ciclo da água utilizando animações simples:</p> <p>Movimento vertical e movimento horizontal.</p> <p>Molduras para possibilitar ricochetes.</p> <p>Uso de um fundo e imagens do ficheiro do Ciclo da Água.</p>
2008/05/23 2008/05/30	7 e 8	Animação de uma pequena experiência com a água.	<p>Modelação de uma experiência simples, que foi realizada na sala de aula.</p> <p>A modelação é formada por uma imagem composta, que tem como base a imagem de um gobelé, na parte superior da qual está um saleiro invertido, que larga o sal após o clique da tecla «enter».</p>
2008/06/06 2008/06/17 2008/06/19	9, 10 e 11	Construção de um ciclo da água, com mais animações.	<p>Construir outro ciclo da água com outras animações tentando dar um aspecto mais real.</p> <p>Uso de um fundo e imagens do ficheiro do Ciclo da Água.</p>

			<p>Para simular a chuva, neve e evaporação será usada a animação da nave espacial do jogo The space behaviors games.</p> <p>Recursos a duplas imagens para modelar alguns fenómenos, meteorológicos da água.</p> <p>A infiltração será modelada pelo cair de uma gota, também ela, mais aperfeiçoada que a usada na animação das sessões anteriores.</p> <p>Simular-se-á um sol que raiará aquando da evaporação.</p>
--	--	--	---

**Tabela 5 – Estrutura e Desenvolvimento da Intervenção.**

Na implementação destas actividades na sala de aula foram utilizadas preferencialmente duas estratégias de abordagens<sup>18</sup> dos conteúdos e consequente forma de comunicação.

Algumas actividades foram dirigidas pelo professor que pede para o aluno ir a determinada casa e/ou abrir determinado jogo e/ou realizar determinada modificação. Esta estratégia foi usada com maior proporcionalidade nas fases 1 e 2 até à sessão 4.

A partir daqui a estratégia predominante foi a actividade orientada, os jovens escolhem o que pretendem realizar devendo o professor orientar a sua realização, propondo vários passos ou etapas alternativas à sua realização.

As estratégias vieram a revelar-se adequadas ao desenrolar do estudo. O professor ou outro profissional que tem o dever de gerir uma tarefa tem o dever de mostrar a quem gere a capacidade de direcção ou seja de afirmar um conhecimento para o qual tem um caminho. Por sua vez nas actividades propostas tem por base o construtivismo onde pretendemos crianças com capacidade de criação e inovação, e para isso temos que ter a capacidade de as bem orientar. É no bom equilíbrio destas duas estratégias que nos devemos orientar.

De uma forma geral as construções propostas demoraram mais tempo que o previsto, no início os alunos revelaram pouca habilidade no manuseamento dos jogos do ToonTalk. A principal dificuldade observada foi a coordenação dos movimentos, estes jogos têm características

<sup>18</sup> Estas duas estratégias estão de acordo com o referido nos trabalhos de Morgado escritos nomeadamente em <http://home.utad.pt/~leonelm/TTon4-5.htm> e outros documentos.

Ao se usar a mesma nomenclatura está-se plenamente de acordo com o comunicado em “The second issue was aimed at how we should proceed with the sessions on the following year: directed (ie, proposing activities and conducting kids on how they might achieve them) or coached (letting kids choose what they want to do and help them achieve them)”.

diferentes dos jogos que habitualmente jogam e para os quais têm destreza.

Outra grande dificuldade foi também o accionar dos jogos pelo rato, que tem que ser seguida pela barra de espaços, e posteriormente com as teclas das setas, mexendo inadvertidamente a imagem que rapidamente desaparece do ecrã.

Houve, como geralmente costuma a haver, incidentes críticos não previstos:

Em várias sessões houve computadores que não arrancavam ou o faziam defeituosamente, provocando atrasos, por vezes significativos, obrigando à permuta de computador.

Outras vezes funcionava o computador mas não o rato ou o teclado gerando mais uma vez atrasos. É uma consequência inevitável de trabalhar com máquinas, principalmente quando têm demasiado uso e principiam a ficar obsoletas.

## 7 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 7.1 - Conteúdos e competências abordadas

O estudo incidiu sobre o tema «A Água», leccionado na área disciplinar de Ciências da Natureza do quinto ano do 2º Ciclo do Ensino Básico. Todavia, de acordo com a legislação nacional o ensino é visto como um todo, contribuindo cada disciplina para a formação integral do jovem, em colaboração com a aprendizagem extra-escolar. A escolha dos projectos e actividades a desenvolver não estão, se atendermos a este prisma, limitados aos objectivos e conteúdos desta ou daquela disciplina, mas devem desenvolver capacidades ou competências mais amplas que atravessam várias áreas disciplinares.

Numa primeira parte deste item fez-se um resumo dos conteúdos, competências e objectivos, envolventes ao tema. Posteriormente debateu-se a sua abordagem ao longo do estudo.

Para a formação do futuro cidadão o ME definiu como ponto de chegada, no final da escolaridade obrigatória, o 9º ano de escolaridade as seguintes competências gerais<sup>19</sup>:

- 1) Mobilizar saberes culturais, científicos e tecnológicos para compreender a realidade e para abordar situações e problemas do quotidiano.
- 2) Usar adequadamente linguagens das diferentes áreas do saber cultural, científico e tecnológico para se expressar.
- 3) Usar correctamente a língua portuguesa para comunicar de forma adequada e para estruturar pensamento próprio.
- 4) Usar línguas estrangeiras para comunicar adequadamente em situações do quotidiano e para apropriação de informação.
- 5) Adotar metodologias personalizadas de trabalho e de aprendizagem adequadas a objectivos visados.
- 6) Pesquisar, seleccionar e organizar informação para transformar em conhecimento

---

<sup>19</sup> Fontes: Ministério da Educação (2001). *Currículo Nacional para o Ensino Básico - Competências Essenciais*. Lisboa: ME-DEB.

Ministério da Educação. (2004). *Organização curricular e programas, Ensino Básico* (4.ª ed.). Lisboa: MED-DEB.

mobilizável.

- 7) Adotar estratégias adequadas à resolução de problemas e à tomada de decisões.
- 8) Realizar actividades de forma autónoma, responsável e criativa.
- 9) Cooperar com outros em tarefas e projectos comuns.
- 10) Relacionar harmoniosamente o corpo com o espaço, numa perspectiva pessoal e interpessoal promotora da saúde e da qualidade de vida.

Também, no mesmo documento, se reconhece que existem competências importantes, que não apenas ligadas a uma área de conhecimento, mas que as atravessam. Estas «competências transversais» são:

1. Métodos de trabalho e de estudo.
2. Tratamento de informação.
3. Comunicação.
4. Estratégias cognitivas.
5. Relacionamento interpessoal e de grupo.

Existem outras competências que são exclusivas de uma disciplina curricular, área disciplinar ou área curricular não disciplinar que são designadas por «competências específicas».

As competências da disciplina de Ciências da Natureza para o 5º ano de escolaridade são as da tabela seis:

TEMA I – TERRA NO ESPAÇO
Compreensão global da constituição da Terra, nos seus aspectos complementares de biosfera, litosfera, hidrosfera e atmosfera.
Reconhecimento do papel importante da atmosfera terrestre para a vida da Terra.
Planificação e realização de pequenas investigações que relacionem os constituintes da atmosfera com aspectos da vida da Terra.
TEMA II – TERRA EM TRANSFORMAÇÃO
Identificação de relações entre a diversidade de seres vivos, seus comportamentos e a diversidade ambiental.
Reconhecimento que, dadas as dimensões das células, há necessidade de utilizar instrumentos adequados à sua observação.
Utilização de critérios de classificação de materiais e de seres vivos.

Explicação da dinâmica da Terra com base em fenómenos e transformações que ocorrem.
Planificação e realização de investigação envolvendo a relação entre duas variáveis, mantendo outras constantes.
Compreensão da importância de se questionar sobre transformações que ocorrem na Terra e de analisar as explicações dadas pela Ciência.
<b>TEMA III – SUSTENTABILIDADE NA TERRA</b>
Reconhecimento de que a intervenção humana na Terra é fundamental para a obtenção dos alimentos e da energia necessária à vida.
Compreensão de como a intervenção humana na Terra pode afectar a qualidade da água, do solo e do ar, com implicações para a vida das pessoas.
Discussão da necessidade de utilização dos recursos hídricos e geológicos de uma forma sustentável.
Identificação de medidas a tomar para a exploração sustentável dos recursos.
Planificação e implementação de acções visando a protecção do ambiente, a preservação do património e o equilíbrio entre a natureza e a sociedade.

**Tabela 6 – Competências Específicas da Disciplina de Ciências da Natureza para o 5º Ano.**

Ao propor este tipo de competências pretende o Ministério de Educação de Portugal (ME) que estas sejam adquiridas pelos alunos conjuntamente com os conhecimentos, tradicionalmente elaborados em objectivos que norteavam a actividades docente ao longo do ano lectivo. Valorizam-se fortemente estas competências na formação dos cidadãos preparando-se para uma auto-formação ao longo da vida. Estas ideias, legisladas pelo ME, vêm de encontro às teorias cognitivistas e ao construtivismo, que serviram de mote ao desenvolvimento e concepção deste estudo e já abordados no Capítulo III.

Os objectivos disciplinares e os conteúdos programáticos continuam a existir e a ser um dos objectivos o ensino. Na tabela 7 encontra-se uma parte da planificação de médio prazo onde se encontra incluído o tema descrito ao longo desta obra:

Conteúdos (30 aulas)	Objectivos Gerais
<p><b>Tema III: A Água, O Ar, As Rochas e O Solo - Materiais Terrestres - Suportes De Vida</b></p> <p><b>Importância da Água Para os Seres Vivos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A água, importante componente dos seres vivos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreender que os materiais terrestres são suporte de vida.</li> <li>• Compreender os efeitos que as actividades humanas provocam na água, na atmosfera e no solo.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• A água como solvente.             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Diversidade de materiais dissolvidos na água.</li> </ul> </li> <li>• A qualidade da água.             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Água potável - Água imprópria para consumo.</li> </ul> </li> </ul> <p>Tratamento de água - referência a alguns processos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribuição da água na Natureza.</li> <li>• A água e actividades humanas.</li> </ul> <p><b>Importância Do Ar Para Os Seres Vivos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Constituintes do ar - suas propriedades.</li> <li>• Importância dos gases atmosféricos.</li> <li>• Factores que alteram a qualidade do ar.</li> </ul> <p><b>As Rochas, O Solo E Os Seres Vivos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rochas frequentes na região - comparação com outras rochas relativamente a algumas propriedades.</li> <li>• Rochas, minerais e actividades humanas.</li> <li>• Alteração das rochas pelos agentes atmosféricos e biológicos - génese dos solos.</li> <li>• Alguns tipos de solos e suas propriedades.</li> <li>• Conservação dos solos - novas tecnologias e suas consequências.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreender a necessidade de preservar os materiais terrestres.</li> <li>• Identificar, experimentalmente, propriedades da água e do ar.</li> <li>• Compreender a circulação da água no planeta (ciclo da água).</li> <li>• Compreender que a alteração das rochas contribui para a formação do solo.</li> <li>• Relacionar as propriedades do solo de uma dada região com a natureza dos seus constituintes.</li> <li>• Reconhecer que a utilização de alguns materiais é consequência do avanço tecnológico.</li> </ul>
--	--

**Tabela 7** – Planificação de Médio Prazo da Unidade III.

Ao longo das actividades do projecto os alunos foram desenvolvendo as competências gerais atrás enunciadas. Analisando-as atentamente e individualmente verificamos que prestamos algum contributo.

Foram mobilizados os diversos saberes e as suas linguagens para se expressar e resolver problemas. Quando se procuraram as animações e se adaptaram para construir uma nuvem a precipitar a chuva, usaram os saberes científicos e informáticos para resolver o problema e comunicaram a sua solução a todos. Esta comunicação para ser perceptível necessita o uso correcto e estruturado da língua portuguesa.

Quando se pretendeu descobrir uma solução para colocar o sol a bilhar necessitaram de usar metodologias de trabalho, pesquisar, seleccionar e organizar informação, posteriormente definir estratégias que levaram a criação da animação.

Em todos os trabalhos necessitaram de cooperar com os colegas por um lado e serem autónomos, criativos e responsáveis para resolverem os problemas, por outro.

Quando se pretendeu construir as experiências, os alunos desenvolveram todas as competências transversais já referidas.

Ao desenvolver uma actividade estão a desenvolver as competências definidas. O facto de ter ilustrado algumas competências com uma determinada actividade não exclui que esta não desenvolva outras competências, trata-se apenas de uma exemplificação. Nesta obra não está a ser discutida o grau de desenvolvimento, ou seja o impacto, que estas actividades têm no desenvolvimento das competências.

A competência geral não desenvolvida foi a relacionada com a língua estrangeira. Se fosse empregada a versão inglesa, que existe no mercado com actualizações mais recentes, portanto mais recursos, haveria com certeza algum contributo. Não se optou por esta versão por se considerar que os alunos tinham pouco conhecimento dessa língua e o professor investigador também tem algumas limitações.

Na construção do ciclo da água mobilizaram conhecimentos científicos e tecnológicos para compreender o seu funcionamento, forma mais activa da aprendizagem que a memorização. Por sua vez, sempre que necessitavam de procurar um comportamento que se mostrasse adequado à modelagem de uma parte do ciclo da água, como a chuva por exemplo, tiveram necessidade de pesquisar e seleccionar, adoptar uma metodologia para a sua transformação, preferencialmente por experimentação, e tomar a decisão de optar pela melhor forma, desenvolvendo uma metodologia de trabalho própria de forma a adquirir conhecimentos.

Ao longo das actividades melhoraram a autonomia, capacidade criativa e a cooperação com os colegas. Esta cooperação é mais notória porque muitas das actividades foram orientadas e permitiram a escolha própria de tarefas e de caminhos distintos que foram partilhados com os colegas. Como o tempo médio que o professor teve por aluno não é muito, menos de oito minutos por sessão, frequentemente cada aluno quando percebe que o docente não se pode deslocar até ele instantaneamente, pede um conselho a um colega, levando a que quando a deslocação ocorrer, esse aluno já estivesse esclarecido.

Aquando das «escolhas», referidas no parágrafo anterior, cada aluno para se fazer entender ao professor e aos colegas, teve que a comunicar, de forma perceptível conduzindo à estruturação prévia do seu pensamento.

Relativamente ao desenvolvimento de competências específicas da disciplina (tabela 6) e aquisição de objectivos curriculares a sua análise merece algum cuidado.

É muito difícil afirmar com rigor se determinadas competências foram ou não desenvolvidas. O mesmo acontece com os conteúdos e objectivos da tabela 7. As actividades estão confinadas apenas a um tema e só pode ser inferido para o tema trabalhado e competências específicas com temas afins.

Este tipo de actividades propicia um meio de atingir as competências gerais e transversais mais efectivo, ao contrário do que acontece com outros modelos de ensino. Começa-se por desenvolver as competências gerais até chegar aos objectivos específicos. Pelo contrário no ensino de cariz transmissivo começam-se por planear os objectivos específicos indo-se em sentido inverso.

Partindo-se desta análise considera-se que o uso desta ferramenta, potencia o desenvolvimento gradual da aprendizagem das competências gerais e transversais enumeradas. Pode também servir o cumprimento dos objectivos gerais e específicos da disciplina.

Tendo em conta o trabalho feito e a análise dos resultados, o emprego deste tipo de recursos noutras disciplinas curriculares, áreas disciplinares ou áreas disciplinares não curriculares poderia ser um contributo benéfico à aquisição das mesmas competências genéricas ou específicas. Ficou a convicção que com alguma criatividade se poderá por a ferramenta ao serviço de outras áreas.

## **7.2 - Compatibilidade entre ToonTalk e o currículo.**

Antes de operacionalizar esta ferramenta, deparámo-nos interiormente com a questão: *como poderá a implementação da ferramenta ToonTalk atender às finalidades do curriculum?*

O seu criador Ken Kahn afirmou<sup>20</sup>:

*“Existem precedentes, em áreas exteriores à programação de computadores, de sistemas com muitas potencialidades, que possuem características de auto-aprendizagem. Por exemplo: as crianças aprendem sozinhas a fazer construções complexas em Lego. Conseguem dominar jogos de vídeo que implicam exploração e*

---

<sup>20</sup> Fonte: <http://home.utad.pt/~leonelm/JVLC-Portugues.html>, lido em 24/07/2008, documento com o título: *ToonTalk - Um ambiente de programação animada para crianças* de Ken Kahn, Animated Programs, Versão de 22 de Novembro de 1995, Traduzido por Leonel Morgado em Janeiro de 2001, onde refere que: *Este documento é uma actualização e expansão do constante, com idêntico nome, em: Proceedings of the National Educational Computing Conference (NECC'95), Combinado com parcelas da comunicação: "Metaphor Design -- Case Study of an Animated Programming Environment", Incluída em "Proceedings of the 1995 Computer Game Developers Conference". Copyright 1995 Ken Kahn, todos os direitos reservados.*

*resolução de problemas em mundos fictícios complexos. A análise dos sistemas dos jogos de vídeo e do Lego contribuiu com muitas das ideias que fazem com que o ToonTalk seja fácil de aprender”.*

Entre os princípios de concepção, obtidos a partir de bons jogos de vídeo ou de construção, incluem-se os que se seguem.

1. Fazer com que a primeira experiência seja simples, aumentando a complexidade gradualmente.
2. Incentivar a exploração e a curiosidade.
3. Apresentar e manter fantasias interessantes.
4. Ser um desafio constante, mas não frustrante.
5. Utilizar frequentemente princípios e técnicas de cinema e de animação (esta ideia provém exclusivamente dos jogos de vídeo).

O programa ToonTalk foi criado com dois grandes objectivos:

1º Objectivo: um sistema de programação para «auto-aprendizagem» das crianças.

2º Objectivo: um sistema «poderoso» de programação para crianças.

Podemos confirmar, por estas transcrições, que aquando do seu aparecimento, mais que um jogo para ocupar os tempos lúdicos para os quais os pais frequentemente não têm resposta, se visava o seu emprego no sistema educativo das sociedades modernas.

Criada a ferramenta cabe agora aos educadores adoptar a proposta e tentar enquadrá-la no programa curricular das disciplinas que leccionam. Têm também de a adequar ao escalão etário e ao grau de desenvolvimento dos seus alunos. Para além disto têm de contar com a receptividade que o decisor político e a sociedade manifestam nestas tecnologias.

Quanto ao nosso país a máquina ministerial, apesar do seu cunho burocrático, não limita a criatividade do professor bem pelo contrário. Neste sentido, o «Currículo Nacional do Ensino Básico» (Ministério da Educação, 2001) recomenda que o ensino e a aprendizagem estejam fortemente contextualizados e articulados entre si:

*“A mudança tecnológica acelerada e a globalização do mercado exigem indivíduos com educação abrangente em diversas áreas, que demonstrem flexibilidade, capacidade de comunicação, e uma capacidade de aprender ao longo da vida. Estas competências não se coadunam com um ensino em que as ciências são apresentadas de forma compartimentada, com conteúdos desligados da realidade, sem uma*

*verdadeira dimensão global e integrada”.*

Ao longo do currículo o ministério aponta situações de aprendizagem e de aquisição de competências, nas quais a ferramenta é útil.

*“Propõem-se experiências educativas que incluem uso da linguagem científica, mediante a interpretação de fontes de informação diversas ... contemplem também a cooperação na partilha de informação, a apresentação dos resultados de pesquisa, utilizando, para o efeito, meios diversos, incluindo as novas tecnologias de informação e comunicação” (ibidem).*

Ao longo destas sessões deste estudo foi trabalhado uma parte do programa curricular de Ciências da Natureza para este ano lectivo, mas também noções de cidadania como a partilha de informação e a entajuda e/ou intercambio de conhecimentos, processos e competências.

O currículo não constituiu entrave à aplicação da ferramenta. Houve necessidade de iniciar o trabalho com uma fase introdutória onde não se trabalharam conteúdos curriculares. Esta necessidade deveu-se à natureza específica das ferramentas informáticas que necessitam de um tempo de ambientação. Este tempo serviu para melhorar o manuseamento da ferramenta, do rato e do teclado, e conhecer os limites e potencialidades do ToonTalk. Esta fase, devido ao limite temporal do estudo, foi muito curta, seriam necessárias pelo menos mais duas ou três sessões. Esta afirmação é suportada pela demora na conclusão dos trabalhos que aconteceu nas fases posteriores.

Passando às fases seguintes observou-se que nunca faltaram as oportunidades em modelar na ferramenta conteúdos curriculares. Na primeira sessão com este propósito definido foram as nuvens que jogavam pingue-pongue com as gotinhas de chuva. Ainda nesta programação podemos falar também do ciclo de água que servia de fundo ao jogo e que pode ser observado na figura 28.

Nas três últimas fases a simbiose entre ToonTalk e o currículo foi ainda mais intensa. Os conteúdos relacionados com a solubilidade da água puderam ser colocados em prática e donde surgiram vários trabalhos como os das figuras 32, 33, 34 e 41. Foi possível transportar conteúdos apreendidos para a ferramenta e a ferramenta conseguiu modelar estes mesmos conteúdos. Claro está que nem tudo foi perfeito houve limites, não foi possível construir todas as animações que se pretendiam, mas estes entraves vão ser explanados noutros locais desta obra, não necessitam portanto de ser esmiuçados aqui.

De igual forma com os ciclos da água elaborados na última e na antepenúltima fase a compatibilidade se manteve. Com criatividade e entajuda foram modelados as

programações das figuras 30, 31, 35, 36, 37,40 e 42. Também ocorreram situações idênticas às da actividade da experiência.

Pelo exposto podemos afirmar que não existe incompatibilidade entre a ferramenta ToonTalk e esta parte do programa que foi modelado nestas sessões. Pelo desenrolar do trabalho temos a quase certeza que esta poderia ser usada com o resto do programa da disciplina. Por outro lado a ferramenta já foi usada com êxito no jardim infantil (Morgado & Cruz, 2004) e na disciplina de matemática (Matos, 2003).

O facto observado é que o ToonTalk, alicerçado nos pressupostos que estão na base da sua criação é uma ferramenta com potencialidades ao serviço da educação e do ensino de qualquer sistema de ensino de um país moderno.

### 7.3 – Evolução dos trabalhos dos alunos

Como foi apresentado no Capítulo 6, este projecto foi desenvolvido em várias fases sendo a primeira a apresentação da ferramenta ToonTalk. Houve esta necessidade porque a ferramenta para todos os alunos era algo que nunca tinham visto e por conseguinte desconhecida.

Antes de se passar para uma fase de descrição e explicitação da evolução dos trabalhos e descrição dos resultados, estes estão sintetizados na tabela abaixo. Esta tabela procura discernir entre o que estava previsto, as actividades que se pretendiam e o que realmente ocorreu nas sessões práticas. Estas diferenças podem ter sido originadas por factores distintos, que vão seguidamente sendo expostos.

SESSÃO	PLANIFICAÇÃO	DESENVOLVIMENTO
1 (45 min)	<p>Apresentação do programa de forma simples.</p> <p>Visita à cidade do Projecto <i>Playground</i>. Começo pelas casas que têm engenhocas que serão experimentadas.</p> <p>Seguidamente as casas com os jogos propriamente ditos, onde terão possibilidade de se recrear, sabendo, que foram concebidos por crianças com idade inferior à sua.</p>	<p>A instalação não decorreu como o que estava previsto. O programa funcionou, a partir do CD, mas sem legendas em português e sem acesso à <i>Cidade Playground</i>.</p> <p>Como forma de não inviabilizar a sessão prevista, entrámos numa cidade nova usando a opção <i>Brincar</i>, a única disponível, e usámos o Limpopó, a Artolas e a varinha mágica. Na caixa Engenhocas tirámos números e letras que modificámos; e construímos casas.</p> <p>Estas actividades permitiram que os alunos efectuassem um contacto inicial</p>

		com a interface do programa, as ferramentas disponíveis e o método de trabalho.
1 A (45 min)	Recordação das técnicas utilizadas na sessão anterior e continuação das actividades, para colmatar aspectos não trabalhados nessa sessão.	Entrámos na cidade Playground, directamente na casa <i>Number Games</i> , e tomámos conhecimento do jogo, através da leitura das instruções em inglês, <i>The Magic Number</i> .  Jogou-se o jogo <i>The Super Gloopier Game</i> , que se revelou menos atractivo, sendo jogado menos vezes.  Voámos também para a casa <i>Action Games</i> , onde jogámos alternadamente os jogos <i>The Pong Game</i> e <i>The Space Behaviours Game</i> .
2 (45 min)	Deslocação à casa <i>Action Games</i> onde se acciona o jogo <i>The Pong Game</i> , adaptando-se as suas regras. Actividade dirigida pelo professor, que mostra como se alteraram algumas coisas: cores; duplicação de objectos; ou alteração do tamanho de objectos. Cada aluno grava o jogo e transporta-o para a sua cidade.  Com as ferramentas do ToonTalk criar raquetes bolas a seu gosto, transformando-o num jogo algo diferente. Convidar os seus colegas para jogar com ele. Podem decidir por vontade própria as alterações a fazer, segundo objectivos a seu critério, com apoio do professor.	Começámos na casa <i>Action Games</i> onde tínhamos ficado na sessão anterior. Jogamos o jogo <i>The Pong Game</i> algumas vezes. Posteriormente fui individualmente ensinando que o programa tinha ferramentas que nos permitiriam alterar o jogo. Duplicamos a raquete de cima, a que acumula os pontos, a raquete de baixo e até a bola. Também aumentamos a bola e a raquete. O jogo foi jogado com as alterações feitas.  Repetiram-se estas acções com o jogo <i>The Space Behaviorius Game</i> .  Houve quem tivesse tempo de ir à casa das imagens. Aproveitei para ensinar a pegar imagens numa casa e levá-las à casa <i>Action Games</i> onde foram coladas nos jogos.
3 (45 min)	No início será proposto a todos os meninos que se desloquem à <i>Cidade Playground</i> e entrem num jogo à sua escolha jogando algumas vezes para se recordarem dele. Vai-lhe ser proposto que transformem o jogo tornando-o mais atractivo. No final cada um vai mostrar aos colegas as suas inovações.	Foram à cidade Playground procurar jogos para serem colocados numa cidade por eles formada, com uma designação também por eles escolhida.  Ia passando individualmente pelos computadores, gravando a sua cidade e mostrando dois jogos que fiz em casa, baseados em alterações simples no <i>Pong Game</i> , tornando-o mais rápido aumentando os obstáculos, tornando-o mais difícil.

<p>4 (90 min)</p>	<p>O professor mostra uma adaptação que fez do jogo <i>Pong Game</i>, colocando como <i>campo de fundo</i> uma imagem do ciclo da água e transformando a bola e a raquete respectivamente por uma pinga de água e uma nuvem.</p> <p>Vai ser pedido a cada jovem que copie uma imagem do ciclo da água de um ficheiro que está no disco do computador para a sua cidade, conjuntamente com imagens de nuvens e pingas.</p> <p>Posteriormente pretende-se que construam com as imagens um jogo, se possível diferente do realizado pelo docente.</p>	<p>No início exibiu um jogo feito em casa que tinha como pano de fundo uma imagem do ciclo da água e uma nuvem que impulsionava uma gota como uma raquete que impulsiona uma bola. Mostrei que as imagens se podiam virar e lá se encontram as engenhocas que as animam.</p> <p>Propus fazerem também um jogo. Tinham que ir à minha cidade buscar um caderno com algumas imagens relacionadas com o ciclo da água, para poderem escolher as que mais lhes agradavam. Neste caderno também estava o <i>Pong Game</i> para lhes facilitar o acesso às engenhocas.</p> <p>Foi concluída a actividade.</p>
<p>5 (45 min)</p>	<p>O professor apresenta um ciclo da água composto por várias imagens.</p> <p>Vai ser proposto aos alunos a construção de um ciclo semelhante, com a possibilidade de optarem por outras imagens, quando possível, e até enriquecê-lo.</p>	<p>O professor mostrou no seu computador uma animação simples do <i>ciclo da água</i>. Explicou a proveniência das animações e todo o processo.</p> <p>Os alunos começaram a construir uma idêntica.</p>
<p>6 (90 min)</p>	<p>Continuação da sessão anterior, onde se tentará concluir a construção do ciclo da água.</p>	<p>Continuaram a procura das animações para construir os efeitos pretendidos.</p> <p>Após a conclusão foi feita uma reflexão oral.</p> <p>Sessão de 90 minutos.</p>
<p>7 (45 min)</p>	<p>Modelação de uma experiência simples, que foi realizada na sala de aula. A experiência da dissolução do sal na água, que também efectuaram o respectivo relatório.</p> <p>A modelação é formada por uma imagem composta, que tem como base a imagem de um gobelé, na parte superior da qual está um saleiro invertido, dando a sensação de estar a largar sal. Por trás do saleiro está uma animação que quando se pressiona a tecla <i>Arrow Down</i>, deixa cair um pedaço de sal. O sal aqui construído, tal como o sal real, dissolve-se na água, não turvando a água nem se precipitando no fundo. A animação foi retirada do jogo <i>The space behaviors</i></p>	<p>O professor lançou o repto de modelar uma experiência que tivesse sido feita na aula. Foi escolhida a experiência da dissolução do sal na água.</p> <p>Começaram o trabalho colocando/colando na sua cidade as imagens que compõem a animação. Posteriormente foram à <i>cidade playground</i> buscar a animação, que tentaram concluir. Só um conseguiu terminar.</p>

	<p><i>games</i>, mais concretamente da nave espacial, a responsável pelos tiros.</p>	
8 (45 min)	<p>Na continuação da sessão anterior vamos continuar em modelação de experiências de dissolução na água.</p> <p>Vamos em diálogo explorar possíveis experiências que possamos animar, tendo em conta as animações que possuímos.</p> <p>Nos ficheiros do ToonTalk estão já instaladas algumas imagens previamente editadas no programa Paint.net, que poderão ser usadas com animações à escolha.</p>	<p>Concluiu-se a programação iniciada na sessão anterior. Partiu-se para outras experiências de dissolução.</p> <p>Realizou-se a experiência de dissolução de açúcar e de areia.</p> <p>Não conseguimos realizar a experiência de dissolução de café nem a de saturação de açúcar.</p> <p>Após a conclusão foi feita a reflexão oral.</p>
9 (45 min)	<p>Construir outro ciclo da água com outras animações tentando dar um aspecto mais real. Como o tempo é reduzido já levarei de casa uma imagem de um ciclo a água sem letras, e imagens diferentes de nuvens, lagos, mar, sol...</p> <p>Para simular a chuva, neve e evaporação será usada a animação da nave espacial do jogo <i>The space behaviors games</i>. A bala será substituída por uma imagem da chuva composta por várias pingas e traços de aspecto mais perfeccionista que a anterior.</p> <p>Haverá dupla imagem de lago e mar para que a mesma adaptação dispare uma imagem em ascensão, que parece a evaporação que sai de uma panela de a água a ferver.</p> <p>A infiltração será modelada pelo cair de uma gota, também ela, mais aperfeiçoada que a usada na animação das sessões anteriores.</p> <p>Vamos também simular um sol que raiará aquando da evaporação.</p>	<p>Lancei o repto de fazer um trabalho melhor elaborado, com mais qualidade e esteticamente mais agradável.</p> <p>Procura de imagens de fundo e colar as animações sob as máscaras.</p> <p>Proposta para colocar um rio que se desloque dando a sensação de um rio natural</p> <p>Colocação de um «sol» animado.</p> <p>Editar a imagem do rio num programa de edição de imagens.</p>
10 (45 min)	<p>Continuação da actividade da sessão anterior.</p>	<p>Continuação da procura de animações e sua colagem por detrás das máscaras.</p> <p>Partilha de ideias e soluções entre todos.</p>
11	<p>Continuação da actividade da sessão</p>	<p>Foi encontrada uma animação para o</p>

---

(45 min) anterior.	sol. Conclusão dos trabalhos. Após a conclusão foi feita a reflexão oral. Incapacidade para animar o rio.
--------------------	--

---

O estudo começou com um problema inicial, a não instalação do programa nos computadores da escola. Esta foi uma situação não prevista, os computadores da sala TIC não permitem a instalação dos programas aos utilizadores, só ao coordenador da sala e outros responsáveis. Doutra forma os alunos ocupariam a memória do computador com programas no mínimo desnecessários. Este facto não ocorreu ao coordenador da sala, que quando soube do estudo se tinha prontificado a dar a sua colaboração no que fosse útil. Quando soube deste problema ofereceu-se para o instalar nalguns computadores. Pela sua colaboração um bem-haja.

Porém, estava preparado para a eventualidade de haver algum imprevisto e executou-se o programa a partir do CD com limitações, sem legendas em português e sem acesso à cidade Playground. As limitações não foram impeditivas já que os aspectos gráficos ajudam muito e o inglês utilizado nas funções do ToonTalk é elementar como o *copy* de copiar, o *suck* de aspirar, etc.

Partiu-se então para uma solução alternativa, entramos na opção *Brincar*<sup>21</sup>, (em inglês *Free Play*), a única que estava disponível a partir do CD, e manuseamos os elementos de interface entre o utilizador e o ambiente de trabalho: o aspirador Limpopó, a bomba de ar Artolas, e a Varinha Mágica. Com a Caixa Engenhocas, os alunos puderam interagir na introdução e alterar de outros elementos.

Com este contratempo inicial houve necessidade de recorrer à sessão suplementar 1A, possibilidade já equacionada à partida, com o objectivo de conhecer a Cidade Playground, a qual orientou este estudo.

Iniciada a sessão entrou-se directamente na casa *Number Games*, e foi tomado conhecimento do jogo, através da leitura das instruções do jogo em inglês, *The Magic Number*. Este jogo proporcionou bastante entusiasmo nos alunos, propiciando grande disputa entre eles, pela conquista do maior número de pontos possíveis. Possui este jogo um aspecto educativo muito importante porque além do conhecimento dos números e operações, o jogo trabalha também as propriedades das operações aritméticas que por coincidência são também estudadas no 5º

---

<sup>21</sup> Opção que está no início do menu do ToonTalk, na versão inglesa vem denominada Free Play, e na versão usada nestas sessões a portuguesa está traduzida como Brincar.

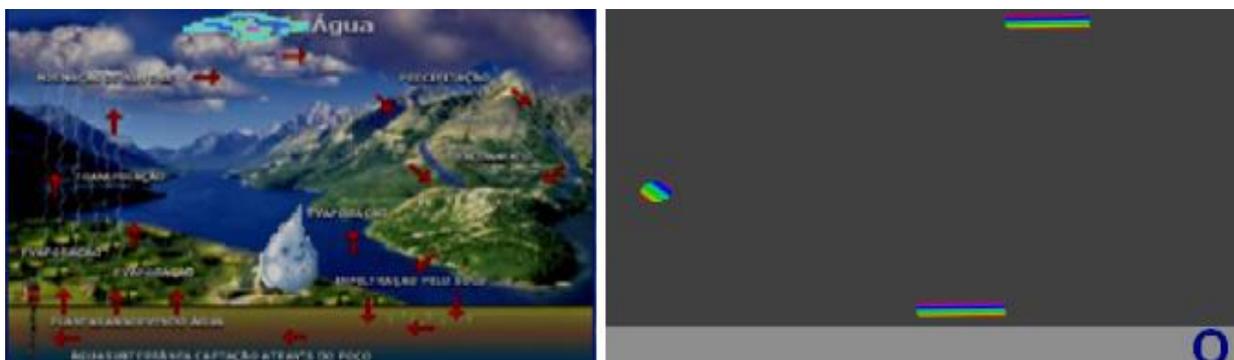
ano de escolaridade.

Para diversificar a utilização, ainda foi jogado nessa habitação o jogo *The Super Glooper Game* que se revelou bastante menos atractivo, a julgar pelo interesse que os alunos manifestaram enquanto o jogavam, pela quantidade de jogos que o realizaram e pelas suas opiniões.

Com objectivos mais específicos para as secções seguintes, voamos também para a casa *Action Games* onde foram jogados alternadamente os jogos *The Pong Game* e *The Space Behaviorius Game*. Pela reacção dos jovens estes jogos são também atractivos mas foram manuseados poucas vezes, pois o tempo desta sessão já estava a terminar.

Os alunos empenharam-se bastante nos jogos mas revelaram pouca habilidade no manuseamento dos jogos da Cidade Playground. A principal dificuldade apresentada foi a coordenação dos movimentos, pois estes jogos têm características diferentes dos jogos que habitualmente jogam e para os quais têm bastante destreza manual.

Após a breve introdução ao ToonTalk, continuou-se a exploração do mesmo com a configuração e execução das primeiras construções. Esta actividade foi predominantemente dirigida pelo professor.



**Figura 28** – Primeiro trabalho realizado por AF em 2008/05/02. Adaptação, à esquerda, de um jogo de *squash*, com motivos do ciclo da água. A nuvem de várias cores funciona com raquete e a gota como bola, tudo o resto são constituintes de imagem do ciclo da água que funciona como fundo. À direita o jogo Pong Game que serviu de modelo.

Nesta fase foi individualmente, e também colectivamente, ensinado que o programa tinha ferramentas que nos permitiriam alterar o jogo. No jogo Pong Game as alterações efectuadas foram sobre as dimensões dos elementos do jogo: as raquetes, especialmente a de cima que é a que altera o marcador acumulando pontos, e a bola. O jogo foi novamente jogado com as alterações realizadas.

Seguiu-se o jogo *The Space Behaviorius Game*. Para além das alterações do tipo das executadas no jogo anterior, alguns alunos foram à casa das imagens e aprenderam a pegar imagens doutra casa e leva-las à casa *Action Games* onde as colaram em jogos.

A tarefa seguinte foi a criação da sua própria cidade com um topónimo à sua escolha. Seguiu-se a entrada na cidade Playground, com o objectivo de retirar um jogo, que deveria ser colocado na «sua cidade». O objectivo destas actividades era aumentar a familiarização com o programa e seu manuseamento, proporcionando gradualmente o conhecimento de novas potencialidades.

Os rapazes transportaram todos, o jogo Pong Game (figura 38), fizeram as suas próprias alterações e posteriormente jogaram com elas, ou sozinhos ou com outro colega. SL preferiu levar o jogo do Minotauro, que alterou multiplicando os elementos. AC e MG preferiram levar as roupas e os outros componentes tradicionalmente considerados mais femininos, colocando-os na casa, multiplicando-os e colando-os noutros motivos.

As alterações sucederam-se havendo trabalhos com necessidade de alguns ajustes de modo a serem otimizados para que a interacção entre os alunos e os seus jogos não tivesse tempo espera. Na fase final, decorreram tarefas de formatação, identificação de vários elementos - parede e casa - e tarefas que são imprescindíveis para a reutilização do trabalho criado como salvar/guardar o trabalho.

Passou-se para a fase seguinte (Colocar imagens exteriores na ferramenta) na qual era pretendido que fossem retirar imagens de uma pasta e as colocassem na sua cidade. Posteriormente com as mesmas imagens animariam um jogo, relacionado com o tema da água.

Como motivação optou-se por exhibir um trabalho já realizado, mas sendo pedido um grafismo diferente. Esta proposta foi facilmente compreendida, tendo PT proposto mascarar o jogo Pong Game, sugestão prontamente adoptada pelos colegas. Ainda disse que “*não era bom copiar as ideias dos colegas*”, mas os outros responderam “*que era o jogo que melhor se adequava*”. Foi permitido que seguissem a sugestão de PT, que originaria trabalhos semelhantes, por se pretender que o trabalho fosse concluído numa aula. A procura de novas ideias e soluções demoraria mais algum tempo.

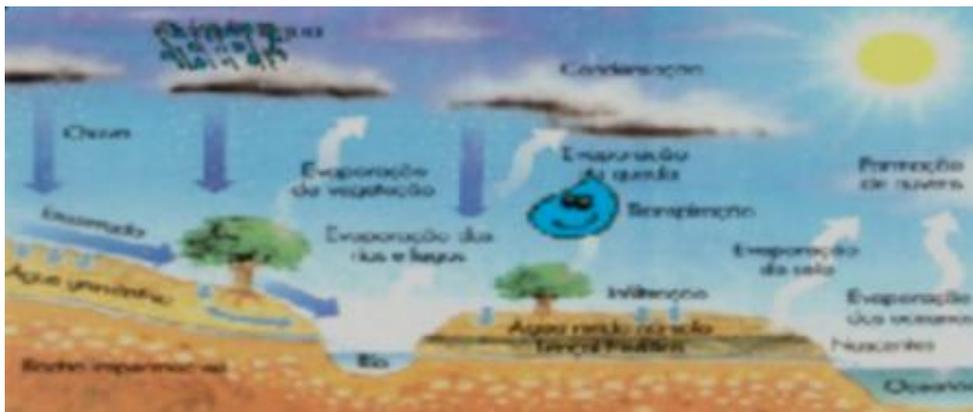
As imagens estavam à disposição na pasta, residente no disco rígido, de imagens do ciclo da água que o professor previamente colocou em todos os computadores da sala. A tarefa era importar as imagens para o ToonTalk. A importação de imagens, vulgarmente designado por «copiar/colar», ou no anglicanismo *copy/paste*, foi outra das aprendizagens realizadas nesta modelagem.

As imagens preferencialmente usadas para substituir a bola foram as duas gotas de água disponíveis sendo a nuvem a preferida para a raquete tendo SL escolhido a chuva (figuras 28

e 29). Só duas imagens do ciclo da água foram escolhidas, para fundo, por coincidência ou não, as maiores.

Quase todos os alunos aplicaram mais velocidade na gota/bola, tal como observaram o jogo exibido. Houve quem mascarasse a raquete com a que é animada, no jogo da Cidade Playground, com as teclas SHIFT e CTRL e ficasse surpreendido por esta não funcionar com o rato. PT primeiramente colocou a animação nas duas nuvens/raquete e também ficou admirado quando descobriu que o rato manipulava as duas ao mesmo tempo. Estes percalços obrigaram a novas procuras de novas soluções para encontrar o pretendido. Esta forma de experimentação, a «tentativa-erro», é uma excelente forma de aprendizagem, conduzindo ao mesmo tempo a bons hábitos e métodos de trabalho, e paralelamente a reflectir nos resultados conseguidos.

Na ambientação a esta ferramenta de trabalho, os alunos tomaram conhecimento de uma das formas de dar vida a uma imagem, colocando uma engenhoca atrás desta depois de virada, como se tratasse de uma cara colocada atrás de uma máscara<sup>22</sup>.



**Figura 29** – Trabalho de uma aluna que assinou Lara Croft, concluído em 2008/05/02.

Como se pode observar através da comparação das imagens das figuras 28 (lado esquerdo) e 29, devido ao reduzido número de elementos a adaptar (fundo, bola, e raquete), a diversidade nos trabalhos foi reduzida. Mesmo assim houve espaço para a criação própria, apesar de limitado. Todos os alunos reconheceram que a gota era a solução para substituir a bola.

Os fundos foram diferenciados e para adaptar a raqueta houve várias soluções, na figura 28 está uma nuvem e na figura 29, um rectângulo com chuva.

O que não é observável nas figuras, mas importante, é a velocidade diferente que as gotas

<sup>22</sup> Em ToonTalk pode-se colocar uma imagem animada atrás de outra e a primeira fica com a mesma função da segunda. Também se pode simplesmente retirar a animação de uma e colocar atrás de outra ficando esta com a animação. Neste trabalho por vezes usa-se o termo *máscara* para mencionar a imagem visível e o termo *face* para designar a imagem ou a animação está por detrás, tal como uma máscara real e a face que a usa. Também se refere a *mascarar* como o acto de colocar uma animação ou imagem atrás de outra.

têm. No início foi mostrado e frisado que a bola do jogo e a gota do meu modelo tinham velocidades diferentes, o que eles puderam confirmar observando. Claro que a curiosidade juvenil não ficou em branco e tiveram de aprender a modificá-la. No fim, cada um tinha o seu jogo com gotas a velocidades diferentes.

Por motivos indisponibilidade de periféricos, o modelo utilizado teve uma mudança no sistema de jogo, do jogo de ténis para o de squash. O motivo desta alteração deve-se ao facto do jogo original da cidade *Playground* ser criado, para ser jogado com o rato que movimenta uma raqueta e um *joystick* que movimenta a outra. Como na escola não dispõe de *joystick's*, a alternativa seria jogá-lo com as teclas das setas. O uso das teclas não foi funcional devido a ser pouco prático principalmente para a vivacidade juvenil, conduzindo à desistência dos alunos que usavam as teclas. Daí termos prescindindo da segunda raqueta transformando o jogo de ténis num jogo do tipo do *squash*.

A dificuldade do trabalho deve de ir aumentando gradualmente, quer a nível das competências informáticas como também a aplicação de conhecimentos relativos ao tema da água. Por este motivo, evoluiu-se para o segundo trabalho, e primeira tarefa «verdadeiramente de programação», a construção de um ciclo da água muito simples, com recurso a animações da cidade *Playground*, que simulariam os fenómenos do respectivo ciclo.

Foi ponderada a apresentação ou não de um trabalho feito pelo professor por haver vantagens e desvantagens nas duas formas de iniciação. A apresentação de um protótipo limita o poder criativos dos alunos que orientam o pensamento na direcção das soluções do professor, mas, por outro lado, indica uma solução ou caminho a seguir. A não apresentação de um protótipo não limita o poder criativo, mas por vezes, pode criar dificuldades aos estudantes na apresentação de propostas ao não perceberem o que se pretende realizar e o modo de o fazerem com a ferramenta disponibilizada.

A ponderação das duas opções encaminhou-se para a primeira. O modelo pré-concebido foi apresentado, descrito e mostrado, finalizando com a visualização da animação. A visualização foi de curta duração para que os alunos ficassem só com um ponto de partida para as suas implementações, reforçando a ideia que inovações seriam muito bem-vindas e apreciadas, e tentando, ao mesmo tempo, fomentar alguma competitividade entre alunos.

Após a proposta, os alunos começaram por realizar um exercício de memória, tentando recordarem-se dos passos necessários à implementação do ciclo da água. “*Ir ao ficheiro escolher imagens, copia-las numa cidade a criar, procurar animações, CTRL C, retirar imagens...*”

Passada esta primeira parte da tarefa os alunos debateram-se com problemas de utilização da ferramenta disponibilizada, isto é, o emprego de animações previamente utilizadas e como seleccionar novas animações dentro do contexto do ciclo da água.



**Figura 30** - Primeiro trabalho sobre o ciclo da água realizado por RJ. As formas circulares rodeiam as imagens com animações e movimento. As formas rectangulares rodeiam imagens sem animação que além de ilustrarem servem para as outras fazerem ricochete, tal como a moldura. Tudo o resto faz parte da imagem de fundo.

Embora o trabalho parecesse simples, durante a implementação algo de muito importante ocorreu. Os alunos descobriram a necessidade de associar a animação que foi retirada da cidade aos fenómenos da água que foram focados nas aulas e concluíram que se não tivessem conhecimentos sobre o ciclo da água dificilmente poderiam construir o jogo.

Ao centrar a tarefa no seu objectivo principal: aprendizagem e assimilação nos conceitos e competências no tema das Ciências com o emprego de recursos informáticos, a implementação não foi feita a partir de uma base em branco, tentou-se, sim, adicionar a uma base pré-existente. Esta opção é visível nas imagens de fundo (por exemplo a da figura 30) onde foram aproveitados os elementos existentes e acrescentados os movimentos necessários para atingir os objectivos desejados. Como os movimentos da chuva, da infiltração e do escoamento da água eram oscilatórios as imagens saíam do fundo e desapareciam na casa do ToonTalk. Para evitar esta situação recorreu-se a molduras. Estas consistiam em pequenos rectângulos que eram colocados junto aos lados e que visualmente se assemelham com a moldura de uma pintura conforme podemos observar nas figuras 31 e 32. As gotas de chuva, tal como as outras animações, quando tocavam nestas molduras faziam ricochete e invertiam o seu movimento permanecendo no interior do fundo. Esta solução foi encontrada durante as sessões, com a participação de todos, já que este problema não tinha sido previsto.

A animação dos fenómenos é frequentemente feita com as mesmas imagens por vários alunos, devendo-se ao facto do trabalho mesmo sendo individual, ter sido feito em cooperação,

estratégia já anteriormente abordada. Por outro lado, muitas vezes que os alunos adoptaram soluções de outros quando as acharam atraentes.



**Figura 31** – Primeiro trabalho do ciclo da água de MG. As informações são semelhantes às da figura 30.

O plano pré-estabelecido prosseguiu propondo, nesta fase, a realização de uma tarefa diferente da fase anterior e foi sugerido que apresentassem ideias. Como ninguém apresentou nenhuma, sugeri modelar experiências como as que fizeram na aula, no final das quais foram entregaram os correspondentes relatórios. A ideia mexeu com grupo, aceitando-a.

O mote gerou logo a indicação das experiências relacionadas com a dissolução de solutos na água. Falaram da areia, do açúcar, do sal, café em pó, etc.

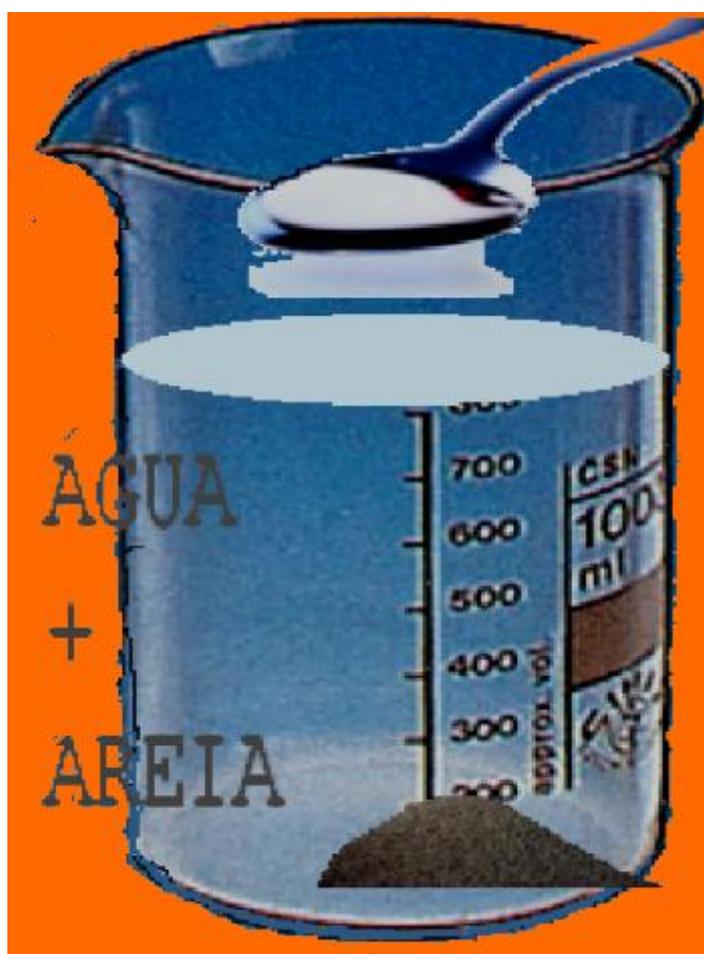
Faz-se aqui um pequeno aparte para mencionar que há algumas aulas lectivas atrás no âmbito curricular do tema da água foram realizadas na sala de aula experiências que exploravam a existência ou não de solubilidade de várias substâncias na água. No grupo de substâncias testadas incluiu-se o açúcar, o sal, o café em pó, o chocolate em pó, a areia, o leite, entre outras. Esta actividade foi realizada em pequenos grupos que experimentaram 4 ou 5 substâncias, realizaram o seu relatório escrito e apresentaram o seu trabalho aos colegas.

Um grupo começou a trocar ideias de animações que poderiam ser implementadas, outros foram ao Playground procurá-las, e um outro grupo tomou a iniciativa de procurar imagens na pasta de imagens residente, onde habitualmente tinham ido buscar as anteriores.

Prevendo as diferentes possibilidades, a pasta de imagens continha imagens com material de laboratório: Gobelés, colheres e alguns solutos. Na possibilidade de não termos imagens adequadas, os alunos seriam incentivados a pesquisar ou a construí-las eles mesmos.

A dissolução da areia na água foi uma das substâncias a ser modelada. Partindo do conhecimento adquirido aquando da realização do trabalho experimental, a solução

encontrada seria simular o lançamento da areia e posterior deposição no fundo do recipiente. Um dos resultados está ilustrado na figura 32 onde mostra a insolubilidade da areia. A animação a implementar foi a areia a ser lançada inicialmente numa colher para o gobelé e efectuar o movimento descendente até ao seu fundo. Quando chega ao fundo do recipiente, tem de permanecer visível de modo a mostrar a insolubilidade da substância. Em termos de implementação do ToonTalk, a animação foi baseada numa nave que dispara tiros. Assim, foi associada a nave que dispara e a colher que vaza, com uma estrutura móvel que liberta objectos. A velocidade da queda da areia e o tamanho do monte foram duas variáveis manipuladas de forma diferenciada pelos alunos. A ideia foi de PM e serviu para que diversos alunos a seguissem ajustando-a à experiência trazida da tarefa laboratorial.



**Figura 32** – Experiência da não solubilidade da areia na água.  
Trabalho realizado por PT em 23-05-08

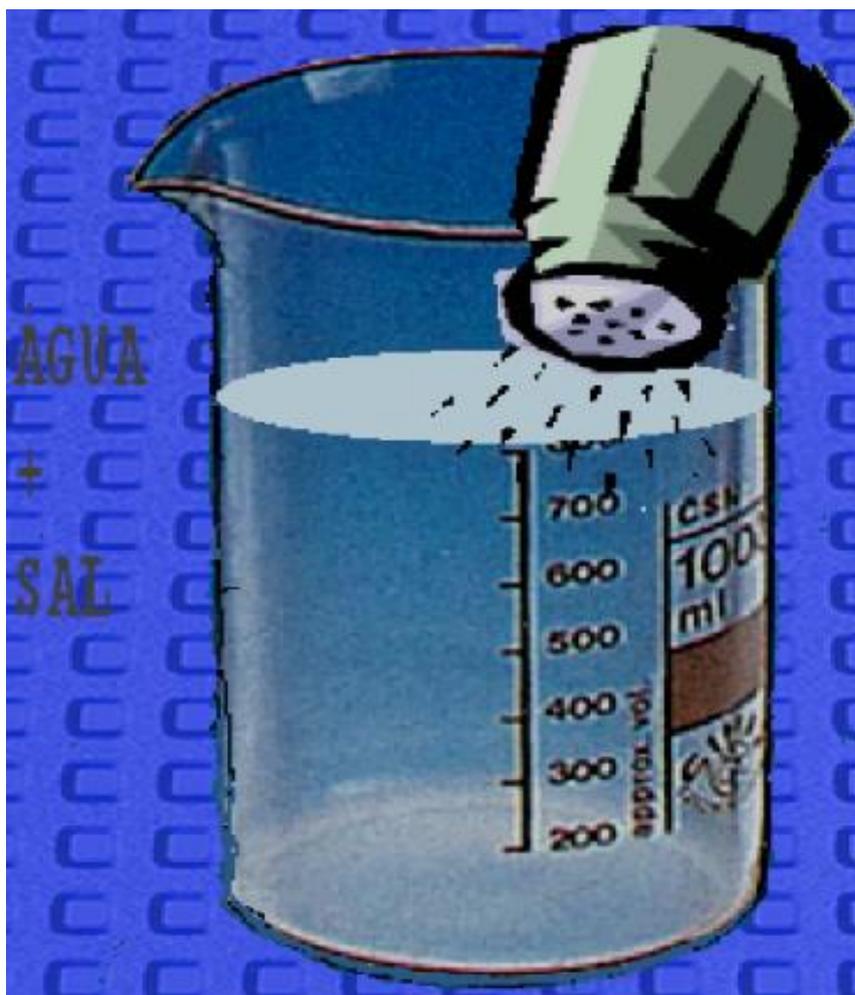
Esta forma de trabalho aconteceu também com as outras experiências, alguém fornecia a ideia e todos os outros realizavam, havendo intercâmbios de formas de procedimentos e manuseamento. Houve ao longo das sessões muito trabalho cooperativo que permite um intercâmbio de aprendizagem valorizado por vários autores entre os quais Papert (1997).

A aluna SL propôs implementar a “experiência do sal”, ou seja, comprovar a solubilidade do

sal na água (figura 33).

A implementação era análoga à anterior, só que tínhamos de simular a dissolução do sal na água. A solução foi procurar uma animação, que associada à imagem do sal, fizesse desaparecer o sal quando este atingisse o fundo do gobelé.

De objectivo em objectivo, outros alunos sugeriam novas evoluções. Foi o caso da AC que sugeriu a modelação da saturação do sal, tal como foi observado na tarefa experimental. Eis um exemplo de como este recurso ajuda a interiorização de conhecimentos e mais do que isso, a sua aplicação em situações ou contextos diferenciados.



**Figura 33** – Modelação da experiência da solubilidade do sal na água realizada por SL em 23-05-08.

Fez-se uma pesquisa mais exaustiva na cidade, mas não se conseguiu uma animação que permitisse que após algumas colheres, na aula foi apontado o número quatro, o sal não se autodestruiu e ficasse depositado no fundo do gobelé.

Este foi um limite encontrado, naquele momento não conseguimos encontrar uma resposta, nem conseguimos uma resposta exterior ao nosso grupo, mas a solução com certeza acreditamos que existira não tivemos foi a capacidade para a encontrar.

Provavelmente se existissem mais alunos e professores neste país ou noutros que usassem a ferramenta e estivessem em contacto entre eles, partilhando este tipo de problemas, mais soluções existiriam. Certamente muitas mais probabilidades haveriam de uma mente encontrar a resposta. Há que frisar igualmente que o tempo de procura foi limitado a duas ou três sessões.

Outros grupos escolheram outras substâncias solúveis como, por exemplo, o açúcar (ver Figura 34). A modelação foi implementada recorrendo a mecanismos idênticos e deparamo-nos com os mesmos problemas com a modelação da saturação.

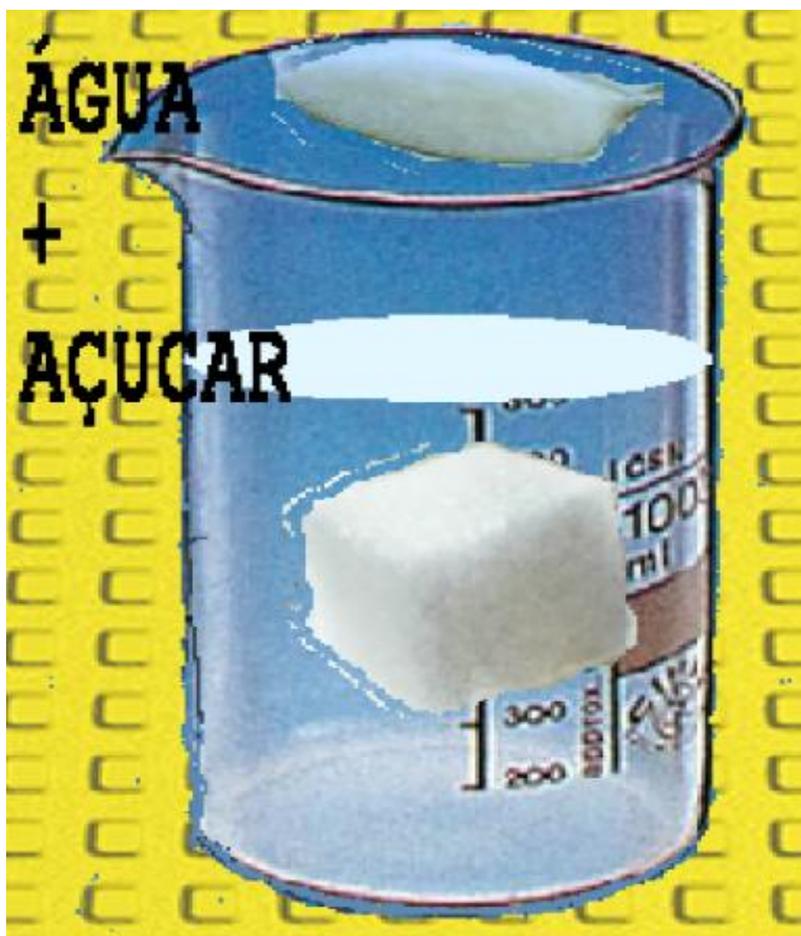
Avançou-se para a modelação de outros resultados experimentais obtidos nas aulas curriculares. Se as substâncias como a areia, o sal, e o açúcar deixam a cor do solvente praticamente inalterada, outras substâncias alteram substancialmente a coloração do solvente. Neste contexto, sugeriu-se o café em pó como a próxima substância, que ao se dissolver modifica a cor da água, de entre outras, como a cal e a tinta de caneta, utilizadas. A modelação não foi inteiramente conseguida, já que a alteração da cor do gobelé alterava a imagem toda. A dificuldade foi em ter uma imagem só o gobelé removendo qualquer espaço em volta, que na imagem usada é incolor. Relembrar que as imagens utilizadas estavam na pasta de imagens do computador, arquivo que o professor foi aumentando por diversas ocasiões, para haver um conjunto de soluções de imagens destinadas ao trabalho.

Entre o término da fase anterior e esta sessão, no final de uma aula de Formação Cívica, os alunos que participam neste trabalho perguntaram-me o que iríamos fazer a seguir. Disse-lhes que como já estávamos em Junho, só havia mais três sextas-feiras e a tarefa seguinte teria de evoluir no modelo a implementar, com mais detalhe gráfico e com mais conhecimentos adquiridos nas aulas de Ciências. RJ disse que o ciclo da água que fez “*era muito básico, gostava de fazer outro com muitas animações que modelariam mais conteúdos*”. Assenti e preparei o próximo encontro com mais material que permitisse implementar um modelo melhorado.

O ficheiro de imagens do computador foi actualizado, havia novas imagens, *ciclos da água* sem legendas, elementos de movimentos e outras pequenas imagens, como nuvens, chuva, neve ou árvores.

A pesquisa levou essencialmente dois rumos, um primeiro a procura de imagens de fundo e pequenas imagens para servirem de máscara mas que deverão ficar em harmonia com a primeira. O outro é a procura de regras e comportamentos que animem os fenómenos naturais do ciclo da água, que serão a face das pequenas imagens.

O trabalho foi decorrendo como habitual, interactivo, com idas à cidade Playground à procura de comportamentos, virar a parte de trás das imagens e adaptar as animações. Foram surgindo os problemas habituais, das janelas que entram nas outras janelas etc., mas em menor quantidade.



**Figura 34** – Modelação da experiência da dissolução do açúcar na água, realizada por RJ em 23-05-08. É visível a queda de um torrão de açúcar no Gobelé.

A determinada altura PT sugeriu uma ideia: “*Não seria boa ideia colocar um rio que se desloque dando a sensação de um rio natural?*”. Todos concordaram com a ideia e iniciou-se o processo de análise e planeamento do que seria necessário para a sua implementação.

A primeira etapa foi a edição da imagem de fundo com o programa Paint.net e inserimos/editamos um rio. Na etapa seguinte pensou-se numa animação possível e a ideia foi a da nave azul do jogo *The Space Behaviors games*. Aconteceu que a animação que no jogo referido se deslocava na diagonal da esquerda para a direita e de cima para baixo, no ciclo da água, deslocava-se em primeiro lugar na diagonal para baixo e de seguida descrevia uma elipse só que desenquadrada do resto da figura. Fomos então ver nas traseiras da animação, para averiguar o que de errado se passava. Vimos que existiam números que indicavam o

comprimento da deslocação e alteraram-se as regras na nave mas, quando se transplantava para o ciclo da água o movimento aumentava, ou ia noutra direcção mas nunca se limitava ao curto espaço que pretendíamos. Foi levado para casa, no espaço entre as duas sessões, mas não encontramos solução e na penúltima aula AF sugeriu “*Em vez do movimento se colocasse o som da água, que estava na casa dos sons*”<sup>23</sup>. A proposta foi aceite, abandonando-se o movimento e introduzindo-se o som.



**Figura 35** – Ciclo da Água final. O fundo foi trabalhado e não possui letras ou setas. Por cima do fundo estão várias imagens, que se confundem com o fundo mas, servem de máscara a uma animação. Realizado por PT em 06-06-2008.

A animação da evaporação, da infiltração, condensação e precipitação em forma de chuva e neve foi construída pela sugestão “*do tiro da nave espacial que já foi usada nas experiências de dissolução*”, sugestão de alguém. Esta não levantou dificuldades de maior, a animação foi adaptada a cada conceito, com maior ou menor dificuldade. Quem conseguia ia comunicando as suas descobertas.

Para o fim ficou a animação do sol. AF sugeriu que poderíamos fazer com que ele rodasse. Partimos à procura da animação certa mas o mais semelhante que encontramos foi a elipse já referida na animação do rio e que não a conseguimos pôr a funcionar.

RJ propôs então que poderíamos pôr uma animação que em forma de slide fosse passando várias imagens de sóis, idêntica a uma que já vira.

Entramos na cidade e retiramos o comportamento da casa *Changing Pictures*, mas não conseguimos pô-lo a funcionar.

PT sugeriu que voltássemos à cidade procurar o comportamento num jogo. Após pesquisa

<sup>23</sup> Estava-se a referir à casa *Sounds* da Cidade Playground onde existe uma grande variedade de sons, sobre vários temas incluindo alguns de água.

descobrimo-lo na casa *Gadget Games* no jogo *The Coffin Game*. Depois de o levarmos para a nossa cidade começamos a sua instalação que não foi fácil. Após várias depurações conseguimos, mas apenas altera as imagens, umas vezes, quando é bombardeada com evaporações, outras vezes, constantemente. Verificamos que na parte posterior se vão acumulando rectângulos com imagens de uma nave espacial de outra animação. Optamos por esta animação porque foi a melhor que encontramos.



**Figura 36** – Captura de ecrã do ciclo da água onde é visível a infiltração e a precipitação em forma de chuva e neve. Também é visível o raiar do sol. O ruído do rio não pode, é claro, ser visto!

Embora os alunos já tenham frequentado várias vezes a Cidade Playground, cada vez que se desenvolve um trabalho sentem a necessidade de lá voltar e tornar a experimentar as animações e os jogos para voltar a relembrar as regras lá existentes que também são fontes de ideias.

Foi referido já anteriormente que uma das consequências desta interação é a apresentação de produtos finais muito semelhantes entre os estudantes. Quando trocam ideias e conhecem o trabalho dos outros colegas têm a tendência de fazer trabalhos idênticos ou muito parecidos, quando poderiam fazer um esforço intelectual para conseguirem soluções distintas.

Mais uma vez não conseguimos solucionar um problema. Logo não se conseguiu terminar uma modelação pretendida.

Nas figuras 36 e 37 estão duas fases da mesma animação do ciclo da água, onde se pode ver a radiação solar através da alternância das duas imagens do sol, que exigiu um bom empenho dos alunos para a implementar. Pode ser vista a precipitação em forma de chuva e neve, e a infiltração. A evaporação pode ser observada apenas na segunda.



**Figura 37** – Nesta captura de ecrã pode ser vista a evaporação e o retorno do sol à primeira forma.

#### **7.4 – Descrição dos resultados**

Dada a natureza descritiva deste estudo, tem sido constante a preocupação em descrever detalhadamente as atitudes e os comportamentos dos alunos envolvidos, bem como a sua evolução ao longo da intervenção. Bogdan & Biklen (1994) aconselham que “*após a conclusão do estudo, se efectue a narração dos factos tal como se observaram*”. A enumeração pormenorizada, segundo ainda estes autores, permite ao investigador descobrir dados inestimáveis capazes de responder às questões em estudo e daí terem-se incluído algumas expressões e comentários dos alunos.

Neste item deste capítulo descreveremos e analisamos a evolução das atitudes, dos comportamentos e das competências dos alunos ao longo deste projecto recorrendo-se algumas vezes às suas próprias declarações sobretudo ideias e críticas. Esta evolução será orientada pelas distintas fases do projecto, tal como foram identificadas na Secção 6.5 deste trabalho, realizando-se uma análise genérica no final.

#### **Apresentação da ferramenta**

A primeira fase da implementação do previsto consistiu na familiarização da ferramenta que iria ser empregue ao longo das secções.

Neste caso, ou noutros em que a ferramentas seja novidade, é ainda mais importante um contacto prévio com a ferramenta e seduzir os alunos a uma motivação extra que auxiliaria no

resto do trabalho.

Os trabalhos iniciaram-se com uma apresentação sumária do ambiente de trabalho. Estas primeiras secções decorreram de acordo com o que estava previsto. Comparando com experiências descritas na literatura (Morgado & Cruz, 2004), as crianças ficaram igualmente com uma boa impressão no primeiro contacto com o ambiente. A estrutura dos jogos de aventura do ToonTalk conduz a uma boa aceitação dos pequenos utilizadores, permitindo que explorem e interajam ludicamente com o ambiente.

Neste primeiro contacto, salienta-se o aspecto gráfico atraente da ferramenta, opinião geral dos alunos. Houve oportunidade de usar o robô para fazer pequenas operações aritméticas, usar a varinha mágica para copiar, o aspirador para aspirar e expelir, objectos retirados da caixa, tal como a bomba para alterar o tamanho, por exemplo.

Um aspecto negativo é a desorientação que os alunos sentem no quarto, frequentemente ouve-se. *“Onde está a placa com o meu nome, que ainda agora aqui estava!”*. Outro aspecto negativo é a dificuldade de selecção. *“Só queria aspirar «o cinco» e aspirou tudo”*, foi uma queixa várias vezes ouvida. Esta dificuldade é o resultado da iniciação a uma ferramenta nova, de resto, habitual na utilização de novas ferramentas especialmente ferramentas no domínio da informática. Será muito provável que aqueles *“Oh!”* de desolação gradualmente se vão tornando mais raros. Apesar de não termos entrado nos objectivos da sessão, o tempo não foi considerado totalmente perdido, a prática no manuseamento do programa foi benéfica para as sessões subsequentes.

Nesta primeira sessão sucedeu o que voltaria a acontecer noutras e que de resto é algo que frequentemente nos queixamos, o tempo foi escasso, existiu quase sempre alguma dificuldade em terminar as actividades no tempo previsto.

A principal dificuldade foi a conjugação do rato, das teclas das setas, e da barra de espaços. Estas são regras que existem na cidade para se principiar alguns dos jogos e que demoram algum tempo de aprendizagem quer na memorização das regras quer no manuseamento. Estas regras são bem distintas dos jogos favoritos e necessitam de alguma experiência. Para o desenvolvimento da motricidade fina é também importante que façam exercícios diferentes. Também se denotou pouca destreza ao lidar com o aspirador Limpopó.

Os objectivos pretendidos nesta fase eram motivar os alunos para o uso da ferramenta e o domínio e manuseamento desta. O primeiro, como já foi referido em parágrafo anterior foi conseguido. Quanto ao segundo, sabia de antemão que este nunca seria atingido numa ou duas sessões. Era objectivo para ir sendo desenvolvido ao longo das sessões de trabalho. Apesar

disso o grau de aquisição ficou abaixo do previsto. Seriam bem-vindas pelo menos mais duas sessões nesta fase.

Estes objectivos descritos, para além de se aplicarem à ferramenta ToonTalk, estenderam-se também à cidade Playground. Embora tenha sido dito aos alunos que a cidade nasceu de um projecto de âmbito europeu e foi criada por alunos mais jovens que eles, como acediam a ela pelo ToonTalk viam-na como mais uma aplicação da ferramenta. A reflexão feita ao ToonTalk estendeu-se também à cidade Playground.

### **Configuração e execução das primeiras construções/alterações**

Terminada a fase anterior, continuou-se a desenvolver o trabalho com a configuração e execução das primeiras construções. Esta actividade foi predominantemente dirigida pelo professor.

O trabalho desenvolvido constituiu em:

Alterar jogos da cidade Playground como forma de conhecer mais potencialidades da ferramenta e desenvolver essas mesmas capacidades. Jogar os jogos já alterados com os colegas.

Criar a sua própria cidade, dando-lhe um topónimo.

Transportar elementos e/ou jogos da cidade Playground para a sua cidade.

Alterar estes jogos e jogá-los com um parceiro.

Tinha-se a expectativa de saber se os alunos continuariam motivados para este ambiente, já que eles têm à sua disposição uma grande diversidade de jogos comercializados. A adesão continuou a ser muito boa. O facto de ter havido uma aceitação deve-se à capacidade de alterar os jogos que estavam disponíveis. Curiosamente estes alunos, tal como encontrei durante a minha pesquisa bibliográfica sobre a aplicação deste ambiente em Jardins-de-Infância, apreciaram os motivos muito repetidos. Aliás, uma implementação no Jardim-de-infância “*a missa dos pássaros*”<sup>24</sup> (Morgado & Cruz, 2004) tinha uma correspondência análoga à quantidade de bolas e raquetes que PT criou no seu jogo. Porém, as alterações tendencialmente visavam ganhar mais pontos, isto é, tornar o jogo mais fácil e não o inverso.

Esta foi uma fase de elevada motivação por dois motivos: depois da fase de aprendizagem do

---

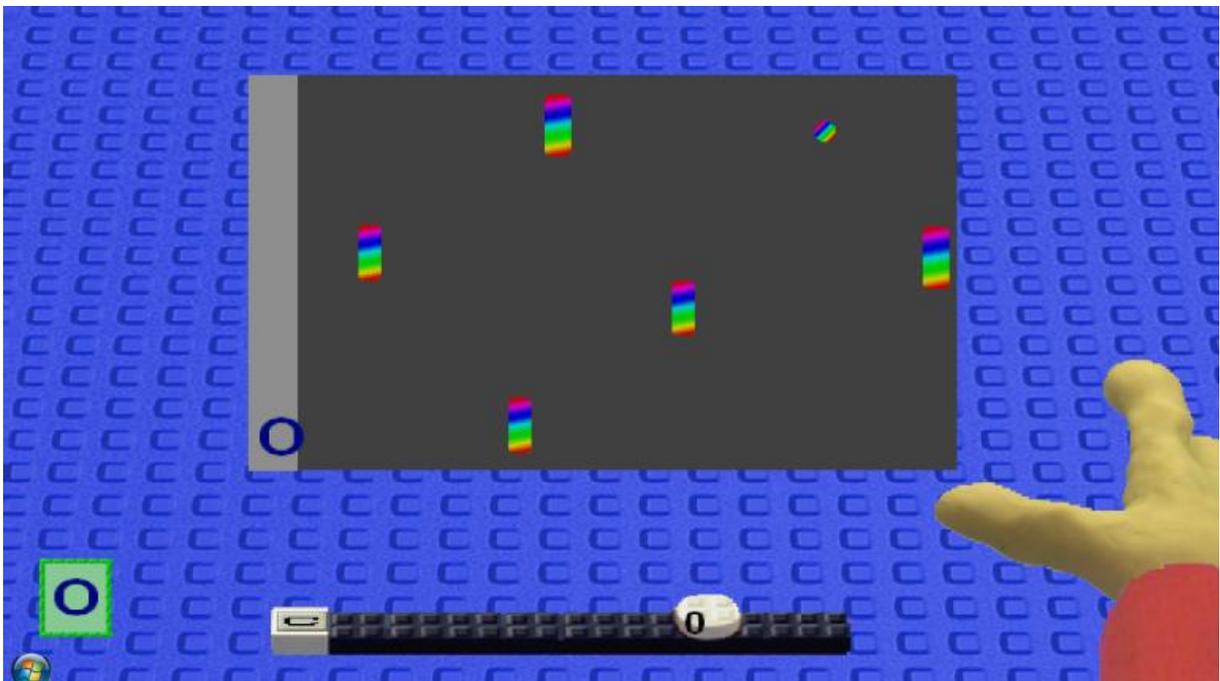
<sup>24</sup> A “*Missa dos pássaros*” é uma animação realizada por um aluno de um jardim-de-infância e pode ser visto em <http://home.utad.pt/~leonelm/papers/omundodacrianca/omundodacrianca.pdf>, na página 5. Faz parte dos acervos dos trabalhos realizados pelo Dr. Leonel Morgado, professor da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, na sua longa carreira ligada simultaneamente ao ensino e à informática.

programa, construíram algo seu; só existiu jogo, as competências escolares quase não foram abordadas.

A participação e a atitude perante as actividades foram muito boas. Conseguiram realizar as tarefas pretendidas. Da análise colectiva final ficou o entusiasmo em alterar os jogos.

Como aspectos negativos temos os condicionalismos que são a utilização de material que não está exclusivo ao trabalho que estava a ser realizado tal como avaria de um ou outro rato, ou as inevitabilidades do software estar sujeito a uma ou outra falha. O outro aspecto negativo foi a falta de tempo, já que quando o entusiasmo é grande todo o tempo é pouco.

Os objectivos pretendidos nesta fase foram conseguidos, ressalvando que gostaríamos que o domínio da ferramenta estivesse mais desenvolvido.



**Figura 38** - Alteração do Jogo Pong Game, com a introdução de raquetas que são obstáculos físicos, foram-lhe retiradas as animações que estavam na sua face e depois multiplicadas. Só a raqueta da direita é que é móvel e a velocidade da bola foi modificada. É por assim dizer uma imitação das máquinas *Flippers*.

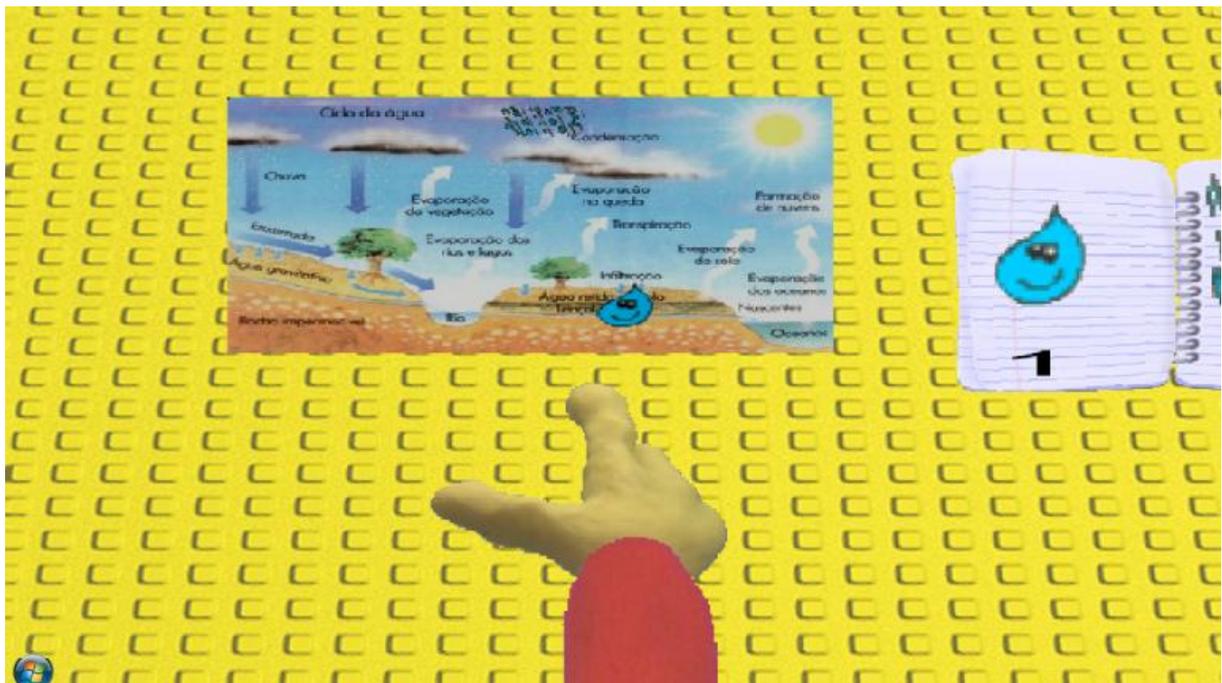
### Colocar imagens exteriores na ferramenta

Esta fase do trabalho de campo visava a passagem gradual da etapa anterior, introdução à ferramenta ToonTalk, com uma forte componente lúdica, para a componente didáctica até chegar aos trabalhos onde a componente didáctica seja a principal. Pretendia-se uma evolução gradual, sensível para não gerar desmotivação e que promovesse um maior domínio da ferramenta.

A tarefa que se propunha nesta fase consistia na importação de imagens residentes numa pasta comum do disco rígido para o ToonTalk. Estas imagens relacionadas com o tema base, o

Ciclo da Água, foram substituir as imagens de um jogo já conhecido residente nas suas cidades. Pretendia-se a transformação dum jogo já conhecido por outro que tivesse como tema a água. Para o conseguirem teriam que colocar as animações do primeiro jogo no interior das imagens e fazer as adaptações necessárias para que funcionasse como um verdadeiro jogo.

O ponto de partida foi uma adaptação do jogo *Pong Game* implementada pelo professor, que fez, colocando como campo de fundo uma imagem do ciclo da água e transformando a bola e a raquete, respectivamente, por uma pinga de água e uma nuvem, para mostrar a todo o grupo, servindo de mote ao trabalho individual.



**Figura 39** – Trabalho realizado por SL em 02-05-2008. Graficamente é diferente do que AF realizou nessa data, que se encontra exposto no ponto anterior deste capítulo (figura 28), mas as regras são as mesmas, tal como a pinga que mascara a bola.

Esta actividade gerou bastante entusiasmo e rapidamente os alunos iniciaram a sua execução. A principal complicação surgida, foi a confusão criada pela abertura de muitas janelas para retirar as engenhocas da sua retaguarda. Esta confusão originou que umas janelas se escapassem para dentro de outras deixando os alunos perplexos e desesperados por não saberem onde elas se encontravam. Por outro lado, nesta confusão de imagens que ficavam umas por cima das outras, aparecia o Marretas<sup>25</sup> que as colava gerando ainda mais confusão e perplexidade. Esta última situação tinha sido prevista, levando à minha intervenção de modo a ensiná-los a anular a acção do Marretas. A partir daí prosseguiu o jogo sem outras dificuldades. Esta situação criada pela abertura das janelas exige dos alunos muita atenção e

<sup>25</sup> O Marretas é a personagem do ToonTalk cuja função é a de colar. Quando se coloca uma imagem ou palavra em cima de outra ele aparece e com uma marretada, realiza a colagem, na linguagem metafórica deste programa. Acontece que quando se larga inadvertidamente uma imagem noutra ele rapidamente faz a colagem. Todavia quando se pressiona a tecla F11 a descolagem é realizada automaticamente.

organização do espaço para evitar os percalços.

Os trabalhos resultantes foram muito semelhantes no seu aspecto visual, houve principalmente a preocupação de reproduzir o trabalho do professor para aumentar o à vontade por parte dos alunos no manuseamento do ToonTalk. Porém, tal não inibiu os alunos de quererem fazer de forma diferente. Em paralelo, os alunos iniciaram a construção de modelos dos conceitos apreendidos sobre a água e sentiram necessidade de reaprender os conceitos não assimilados para evoluírem na construção do jogo.

Nesta actividade os alunos investiram bastante esforço e empenho. Alunos que terminaram primeiro ficaram empenhados em jogar o puzzle do ToonTalk de forma tão empenhada que pediram ajuda, esquecendo-se que ainda havia colegas a terminar a tarefa, numa incessante necessidade de exploração do ToonTalk.

Todos os alunos concluíram o respectivo trabalho. Os objectivos desta fase foram conseguidos. Houve melhoria no manuseamento da ferramenta e na circulação através da cidade Playground. Apesar disso o manuseamento do ToonTalk continua abaixo do esperado. Melhorou também a rapidez no transporte de jogos da cidade Playground para a sua cidade e no transporte de imagens dos ficheiros residentes para a cidade.

### **Primeira programação**

Nesta etapa pretendia-se iniciar a primeira programação. Nesta actividade já estava previsto o uso de conteúdos programáticos aprendidos como a precipitação, a condensação ou a infiltração.

A proposta era o uso destes conteúdos programáticos numa modelação de um ciclo da água com regras informáticas simples para permitir a sua evolução no domínio da ferramenta. Tal como no início da fase anterior exibiu-se um trabalho realizado para fomentar a motivação e o surgir de ideias criativas.

A implementação foi demorada porque o manuseamento da ferramenta não é de alguém com muita prática, e por vezes, há passos não executados que necessitam de ser repensados para na próxima vez se façam de forma correcta. É necessária uma constante progressão pelo processo de experimentação para se refinar o manuseamento do ToonTalk. Foram-se sempre fazendo pequenas reflexões individuais sobre os passos já realizados e os que se pretendem realizar para permitir uma melhor capacidade de fazer a depuração.

Embora o trabalho desta actividade (figura 40) possa ter parecido fácil, no final quando se

realizou, como era habitual, a avaliação oral conjunta, impressionou o facto de alguns alunos terem preferido a seguinte associação “*animação que foi retirada da cidade aos fenómenos da água que foram focados nas aulas e concluíram que se não soubessem nada sobre o ciclo da água dificilmente poderiam construir o jogo*”.



**Figura 40** - Primeiro ciclo da água feito por SL em 09-05-2008. As árvores em primeiro plano e as nuvens a azul são imagens estáticas que servem para as outras fazer ricochete, tal como a moldura. As setas vermelhas fazem parte da imagem de fundo e as azuis são imagens com regras animadas a seta maior ao centro modela a circulação de água do rio.

Esta actividade encontrou mais entraves que as anteriores. Um dos exemplos foi problema das gotas que saíam da figura e desapareciam pelo chão da habitação. Este e outras contrariedades são importantes para a aquisição de competências. Facilitam a concentração no trabalho, o poder de análise dos métodos utilizados e o trabalho de grupo. Se não estiverem atentos, as contrariedades aparecem mais frequentemente e, por outro lado, se não se recordariam dos passos realizados, nem conseguiam procurar o erro necessitando de eliminar o trabalho e começar tudo de novo. Quando surgem as contrariedades costuma-se estar mais receptivo à colaboração com os outros para se superarem mais facilmente.

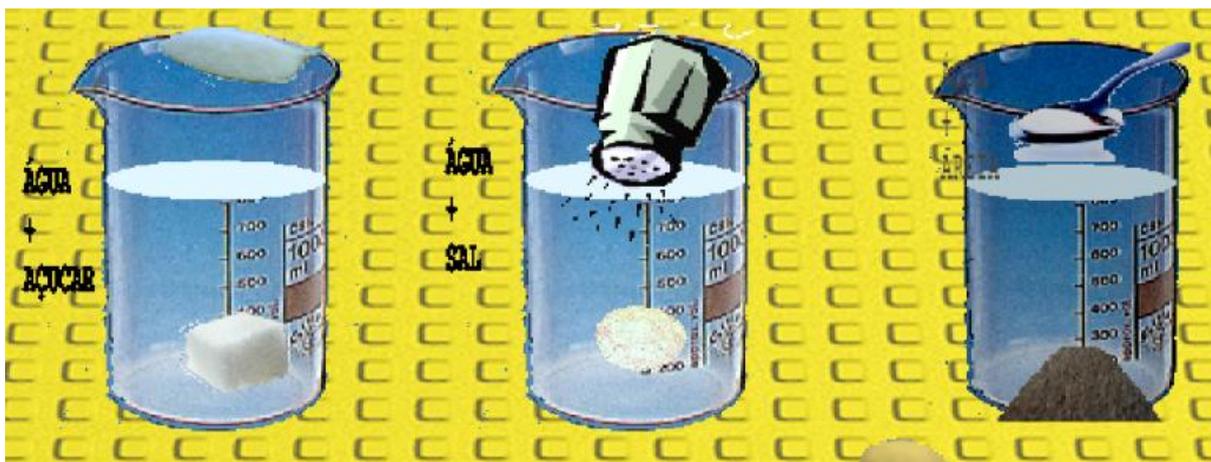
As contrariedades não inibiram a conclusão dos trabalhos que foram finalizados por todos os alunos. Os objectivos propostos para esta fase foram concluídos.

Foi observado que o grau de dificuldade não desmotivou nem desiludiu os alunos tal como as contrariedades surgidas.

Os conteúdos disciplinares (precipitação, condensação e infiltração) foram modelados na ferramenta que se mostrou adequada.

### Animação de experiências com água

Embora o ciclo da água seja, em minha opinião, a noção central do tema da água, os conteúdos da disciplina para este ano lectivo não se esgotam nele, bem pelo contrário. Foi com este pensamento que foi lançada a ideia de fazer algo diferente e, como as ideias não apareceram lancei o repto de modelar uma experiência que tivesse sido feita nas aulas curriculares.



**Figura 41** – As três experiências modeladas por MG em interação com os colegas do grupo e com o professor. Embora graficamente sejam iguais, a velocidade de queda e o tamanho do soluto são diferentes. A animação que está por trás das colheres e do saleiro é sempre o mesmo, o mecanismo dos tiros. No caso do sal e do açúcar autodestroem-se ao atingir o fundo do gobelé mas a areia fica depositada no fundo.

Nesta fase as actividades propostas foram:

Modelar experiências sobre a solubilidade da água que foram realizadas nas actividades curriculares.

Procura de animações na cidade Playground.

Transporte destas animações para a sua cidade.

Adaptação das animações para conclusão das experiências.

As primeiras modelações realizadas foram a experiência da areia que não é solúvel e as do açúcar e do sal que o são. É importante referir que nesta actividade já não surgiu o problema das substâncias saírem da experiência e desapareceram na casa. Já estavam precavidos e conseguiram animar o comportamento que fazia desaparecer os tiros num jogo, através da cooperação entre eles.

Embora os alunos trabalhassem devagar e tenham surgido alguns percalços como foram indicados anteriormente e não só (falhas no material utilizado), o trabalho foi progredindo. No final, todos os alunos tinham modelado todas as experiências da figura 41.

Os objectivos pretendidos foram em grande parte conseguidos. As experiências mais simples foram conseguidas. As mais complexas não o foram ficando conteúdos como solução saturada e solutos que alteram a cor do solvente por modelar.

Um aspecto positivo muito importante foi a ajuda e o intercâmbio dos procedimentos informáticos e dos conteúdos. A atitude e o empenho durante a execução da actividade foram também um factor positivo observado. De realçar também a transferência de soluções para problemas encontrados noutras actividades para esta actividade precavendo-os.

Também é importante referir que a ferramenta continuou a motivar estes jovens apesar de não conseguirem realizar tudo o que pretendiam. Também foi observado que este facto não desestabilizou nem desmotivou estes alunos, aparentemente reagiram com normalidade ou seja sem manifestações adversas visíveis. Provocou este facto alguma frustração no professor provavelmente por não pretender desmotivar e deixar os alunos sem resposta.

### **Construção de um ciclo da água, com mais animações**

Após oito sessões, já era notória uma maior capacidade de interacção com a ferramenta por parte dos alunos e chegara o momento apropriado à construção de uma modelação com maior complexidade, tanto a nível de aspecto/acabamento, como a nível de emprego de conhecimentos adquirido nas aulas de Ciências.

A ideia do grupo foi que poderíamos construir outro ciclo da água com outras animações, tentando dar um aspecto mais real. Relembrando o modelo inicial, as animações foram implementadas com base em movimentos oscilatórios. Iríamos tentar realizar uma modelação com mais realismo, incorporando mais processos/fenómenos naturais no ciclo da água.

O grau de dificuldade desta actividade era maior. Na primeira actividade de modelação do ciclo da água as animações foram essencialmente constituídas por movimentos oscilatórios provindo por isso quase todas do mesmo jogo original. Agora com mais motivos a animar a procura passou para mais jogos, que tiveram que ser adaptados aumentando assim o trabalho a realizar. Este aumento de dificuldade acontece com normalidade porque agora a experiência era maior.

Houve transferência de adaptações realizadas doutros trabalhos para este verificando-se por isso uma aprendizagem do domínio da ferramenta e toda uma aprendizagem de transferência de conhecimentos para novas situações. Entre estas encontra-se a precipitação em que a nuvem precipita gotas de chuva que desaparecem quando atingem o fim das imagens retirada da nave que dispara balas.

A única animação que não foi realizada foi a modelação do movimento do rio. Houve muito esforço e entreatajuda que permitiram uma solução distinta, substituir a animação do movimento pelo ruído da água a correr que existia numa casa da cidade. Foi a primeira e única vez se usou um som como animação.



**Figura 42** – Ciclo da água final realizado por RJ. Foram usados os mesmos motivos que os outros colegas, a diferença está na sua quantidade, na sua disposição, no tamanho de alguns componentes e na velocidade das animações (chova, neve, infiltração e evaporação).

Os trabalhos foram concluídos por todos os alunos sendo cumpridos os objectivos desta última etapa.

Foram igualmente desenvolvidos mais conteúdos sobre a água que em qualquer outra fase. Os conceitos de precipitação, evaporação, infiltração, energia solar e deslocação superficial da água forma com maior ou menor dificuldade modelados.

As sessões desta última fase foram realizadas em Junho observando-se que o poder de concentração e a capacidade de trabalho é menor, havendo mais conversas paralelas entre os alunos. Este facto acontece da mesma forma que com as actividades curriculares.

### **Apreciação geral**

No final ficou com a sensação que as crianças e jovens gostaram de trabalhar em equipa, de interagir com colegas, embora por vezes possa parecer que conversam demasiado sobre assuntos divergentes, o adulto que os orienta teve de moderar frequentemente o diálogo. Desta interacção resultam a aquisição de competências gerais e específicas.

Foi notório que ao longo do trabalho foram desenvolvidas aptidões informáticas, quer de

domínio geral quer as relacionadas com o domínio da ferramenta ToonTalk e a cidade Playground. Estas competências não foram um objectivo primordial do projecto, mas são competências transversais e importantíssimas no futuro dos jovens.

Paralelamente à manipulação informática da ferramenta foram desenvolvidas competências específicas, objectivos e conteúdos científicos relacionados com a água para o seu escalão etário. Estas competências e conteúdos já foram sendo mencionados ao longo deste capítulo e do anterior, não sendo por isso necessário descrevê-las agora.

Não podemos simplesmente através deste estudo inferir sobre o impacto do contributo da ferramenta na aquisição destes conteúdos, não era objecto deste.

Se a estratégia passar pelo uso de ferramentas informáticas, temos mais possibilidades de obter sucesso educativo. Esta pode ser mais uma estratégia, sabemos que diferentes alunos aprendem melhor com estratégias diferentes, levando o uso de estratégias diferenciadas a possibilidade de aprendizagem a mais alunos.

Para além desta visão, o uso de programação favorece a interacção de aprendizagens entre alunos, como foi frequentemente descrito neste trabalho, tal como o uso de conceitos científicos em situações diversas. Estas duas formas (manipulação e interacção) favorecem a compreensão e a assimilação dos conteúdos escolares.

Aquando do desenvolvimento das actividades foram sempre realizadas, oralmente, a projecção das actividades e a previsão dos resultados, estratégia referida em 6.3. pretendeu-se que os alunos pensassem e reflectissem sobre o que fizeram.

Nem todas as animações pensadas e planeadas foram executadas. Houve aqui um limite que ou poderia estar na ferramenta ou em quem a manuseia. Como quem a manuseou não a conhece a cem por cento não pode tirar daqui ilações.

O Trabalho realizado nestas pequenas sessões foi bastante agradável, chegando-se na fase final do trabalho à conclusão que teria sido melhor ter-se começado o estudo no início do ano lectivo. Teria de se ter organizado o estudo de outra forma diferente. Uma fase inicial para aprenderem a procurar as imagens, a editá-las construindo álbuns em ficheiros informáticos. Outra fase para a aprendizagem no manuseamento da ferramenta. Numa terceira fase e já com melhor competência informática e com domínio da ferramenta superior, se passaria à fase da modelação de componentes do ciclo da água.

Esta ultima apreciação tem por base a observação da demora dos alunos em realizar tarefas informáticas simples como cortar e colar e no manuseamento da ferramenta. Se a edição das imagens ficasse por sua conta tornaria o trabalho mais pessoal e continuariam a manusear

também componentes curriculares.

Por tudo isto que foi aqui analisado a proposta de Papert, abordada com a ferramenta criada por Ken Kahn, baseada na cidade do projecto Playground mostrou-se adequada ao currículo aqui desenvolvido e ao escalão etário destes alunos.

No final do ano lectivo os alunos perguntaram: *Para o ano também vamos trabalhar com o ToonTalk?!*

## 8 – OBSERVAÇÕES FINAIS

### 8.1 – Análise e síntese crítica do trabalho

A implementação deste trabalho teve como motivação o trabalho do projecto Playground, para o recurso a elementos de programação permitindo a crianças o desenvolvimento de jogos e comportamentos com base em regras; combina-se este trabalho com as propostas pedagógicas de Papert e outros pensadores, no sentido de aprofundar a compreensão de alguns temas de ciências, por recurso à modelação dos mesmos por programação. Pretendeu ser um mero contributo à aplicação destas ideias ao ensino das ciências, desenvolvendo-se a experiência com alunos do 2º ciclo, escalão etário menos frequente em investigações e estudos deste género.

No final do trabalho de campo, observou-se que os alunos gostaram de participar e o tempo dispensado foi uma mais-valia para eles. Este, com certeza, não poderá ser um parâmetro de avaliação, não são objectivos nem são mensuráveis, é um elemento que nos poderá permitir abraçar outros projectos.

Objectivamente pode-se afirmar que foi possível convencer seis alunos a prescindir de quarenta e cinco minutos no início de uma tarde, onde poderiam brincar com os outros colegas, o que já faziam até aí, e sentarem-se numa sala a programar em ToonTalk. Nenhum deles desistiu, realizaram as suas animações até ao final, realizando até mais tarefas do que as inicialmente previstas.

Como foram possíveis a modelação destes sistemas nesta ferramenta, pode-se afirmar que foi um bom indicativo para a continuação da exploração deste tipo de abordagens para alunos deste escalão etário. Foi mencionado ao longo do texto a relativa inexistência de estudos ao nível da programação como ferramenta pedagógica, particularmente, ao nível etário correspondente ao segundo ciclo do Ensino Básico, que tem sido o “parente pobre” ao nível dos trabalhos nesta área. Este projecto pretendeu dar uma contribuição neste âmbito ao realizar o estudo com alunos do 5º ano de escolaridade.

Nunca foi objectivo aqui comprovar que a programação em ToonTalk ou noutra linguagem constitui a solução *per se*, nomeadamente a nível da aprendizagem, que é a face mais visível. Para tal teriam de ser feito outros estudos provavelmente noutro paradigma, com outra

duração, que nos fornecessem mais dados para podermos inferir melhor na introdução destas ferramentas no processo de aprendizagem.

O que pretendíamos era demonstrar que era possível modelar em ambiente ToonTalk, tendo em conta os trabalhos do «projecto Playground», adequado a este ciclo de aprendizagem, animações relacionadas com o tema «A Água». Isto foi conseguido, ao longo dessa dissertação foram mostrados os trabalhos finais e etapas do seu desenvolvimento.

Pode-se afirmar incontestavelmente que se trata de uma actividade que motiva os alunos sendo já demonstrado que tem fundamentos pedagógicos sérios e que contribui para o adquirir de competências em áreas curriculares chaves dos currículos do Ensino Básico.

Após esta experiência estamos convencidos que se justificam efectivamente neste caso muitos dos epítetos associados às teorias cognitivistas e às práticas construcionistas. Os alunos revelaram diversas formas de enfrentar as actividades de exploração/ investigação. Todos tiveram algumas dificuldades na resolução de algumas tarefas, revelando gradualmente mais destreza e um desempenho cada vez mais satisfatório.

Foi bastante claro que, neste processo emergiam os princípios identificados pelo construcionismo. Na realidade, a actividade tinha um carácter eminentemente prático, onde os alunos desenvolveram actividades e foram aprendendo através da construção e da modelação de conceitos científicos.

As competências dos alunos na manipulação e domínio da ferramenta foram progressivamente melhorando de forma clara, através de um processo de aprendizagem baseado na estratégia de experimentação e na interacção com os colegas, na resolução dos problemas com que se iam deparando. Mesmo os problemas que não tiveram solução contribuíram para a aquisição destas competências.

O professor, neste caso também investigador, fez todos os esforços para ter apenas o papel de mediador e proporcionador de experiências de aprendizagem. Dizer qual o grau de consecução deste objectivo é particularmente difícil de afirmar com elevado grau de certeza.

Não houve apenas aspectos positivos, também existiram alguns aspectos negativos, ou não previstos. O mais importante será sem dúvida a fraca qualidade do material informático quer a nível do hardware quer do software, que originou por várias vezes a interrupção dos trabalhos e a perda do que tinha sido implementado.

Outro aspecto a mencionar é a duração das sessões. Os quarenta e cinco minutos para actividades práticas, neste escalão etário, são reduzidos. Se possível deveriam ter uma duração maior. As duas que duraram noventa minutos foram mais produtivas. Todavia com esta

experiência pode-se afirmar que sessenta minutos são o tempo mais adequado.

Este parâmetro é difícil de satisfazer, os tempos lectivos no segundo e terceiro ciclo do ensino básico estão organizados por blocos de noventa minutos que podem ser divididos em tempos de quarenta e cinco minutos. Estas actividades têm que se encaixar no horário, o que já é limitativo, e por isso torna-se difícil encontrar outros módulos de tempo.

O mais frustrante foi a não solução de alguns problemas, descritos nos capítulos anteriores. Este facto «ainda está encravado na garganta». Temos sempre a pretensão de concluir tudo a que nos propusemos. Gostamos de dar sempre soluções principalmente quando estas soluções se destinam a jovens. Foram acontecimentos que não estavam previstos e que não dependeram de ninguém.

Estes problemas ajudam com certeza à evolução deste software informático, que por natureza não são fechados mas sujeitos a uma evolução contínua.

Será possivelmente também um problema da pouca utilização da ferramenta e seria bem-vinda a criação de uma comunidade de utilizadores com permuta de experiências positivas e negativas.

Observando de outro prisma podemos acreditar que no crescimento dos alunos é bom que apareçam estes problemas difíceis que parecem não ter solução, levam-nos a aprender que nem sempre estamos no caminho certo ou nem todos os caminhos têm saída, temos de procurar a solução noutra caminho. Foi o que aconteceu quando o movimento elíptico do rio não resultou, no grupo conseguimos chegar ao som da água que modelava o movimento da água.

Da análise destes resultados, podemos afirmar que a cultura ToonTalk pode contribuir, ainda que de forma singela, para que se torne mais relevante, aos olhos dos alunos, a educação científica e esteja mais enquadrada no seu contexto social envolvente.

A forma com que desde o início se pretendeu harmonizar as impressões pré-formadas que os alunos tinham sobre esta forma de trabalho, com os princípios das propostas educacionais do Construcionismo, foi determinante para que elas fossem implementadas com o sucesso conseguido. Ao se proporem pôr em prática a abordagens construcionistas, os professores encontrarão nelas um exigente desafio, mas uma satisfação inequivocamente mais gratificante da que é sentida no modelo actual muito envolvida com a burocracia e a «programação de pessoas».

Salienta-se positivamente a direcção da Escola/Agrupamento que aceitou prontamente a experiência, não levantando obstáculos, excluindo os éticos, permitindo que se realizasse. De

igual modo a professora coordenadora das TIC<sup>26</sup> que se disponibilizou a instalar os programas nos computadores da sala, achando a ideia óptima, quem sabe uma futura utilizadora e dinamizadora de ToonTalk.

De igual modo os pais e encarregados de educação dos alunos que não levantaram quaisquer objecções ao desenrolar das actividades.

## 8.2 - O papel do investigador/ professor

O facto de o investigador ser também professor e director de turma trouxe, pelo menos na fase inicial, alguma vantagem. A vantagem de ser professor traduziu-se na maior facilidade de convencê-los a participar no estudo e no grande conhecimento que possuía acerca dos alunos envolvidos. Este conhecimento foi importante também pelo facto do tempo de implementação ser muito curto. Não foi necessária uma fase de adaptação, já conhecíamos os métodos de trabalho e a forma de estar perante as tarefas laborais educativas.

Da parte do investigador havia o facto de ser a primeira vez que desenvolvia um trabalho deste tipo. Por isso mesmo foi feito um trabalho de investigação de literatura rigoroso e um particular cuidado em planificar/preparar as sessões de trabalho.

Apesar disso foi sentido a tensão de iniciante que se manifestou principalmente até ao final da primeira sessão. Esta tensão foi-se desvanecendo e a partir sensivelmente da terceira sessão era semelhante ao sentido noutra actividade lectiva rotineira.

Os alunos esperavam bastante do professor, a solução correcta para a falha no manuseamento da ferramenta foi na fase inicial do trabalho o principal motivo para solicitar a minha presença. Este tipo de ajuda, embora decrescesse, manteve-se até ao final dos trabalhos.

Esperavam também sugestões estratégicas ou algumas pistas para resolver os problemas surgidos ao longo da construção dos modelos realizados. Contudo, como frequentemente ocorriam simultaneamente problemas com vários alunos, teve que haver uma adaptação e esta realidade e aguardar a sua vez. Esta ocorrência permitiu que por vezes enquanto aguardavam partilhassem o problema com outro colega e nalgumas vezes conseguiram chegar juntos a uma solução.

Foi gratificante sentir o entusiasmo com que partilhavam os seus sucessos e a gratidão

---

<sup>26</sup> TIC – Tecnologia de Informação e Comunicação, disciplina curricular do 9º ano, cujos professores têm formação inicial de informática. Quase sempre são os professores desta disciplina que coordenam os recursos educativos informáticos da escola incluindo as salas de computadores e o seu acesso.

mostrada quando os ajudávamos a resolver algum problema.

Foi feita uma planificação oral das programações a realizar. Pretendeu-se que as sugestões fossem dos alunos tal como a escolha das animações a modelar. Por isso foi feito sempre um apelo à participação com ideias e soluções criativas.

O trabalho reflexivo esteve sempre presente no final das sessões e de forma mais precisa no final de cada trabalho, pois era intenção em acompanhar os alunos quer nas suas descobertas pessoais, quer nas diferentes etapas dos percursos adoptados.

### **8.3 - Limitações do estudo**

Da mesma forma como acontece com outros tipos de estudos nesta área, a fraca qualidade dos recursos informáticos existentes foi manifesta. Já abordada noutros capítulos, atrasou diversas vezes os trabalhos, impossibilitando que tivessem sido realizadas mais animações.

As restrições orgânicas das escolas que apenas permitem que estas actividades sejam inseridas nos «furos»<sup>27</sup> das turmas. Se houvesse oportunidade o ideal era as actividades funcionarem como clubes onde se pudessem inscrever os alunos que o desejassem. Desta forma haveria um maior leque de voluntários, mais motivados e de proveniências e personalidades mais díspares. Ocorreriam provavelmente mais diversidades de trabalhos.

Limitações temporais que se manifestam de duas formas:

Houve oportunidade de se realizarem poucas sessões. O estudo deveria começar no início do ano lectivo, desenvolver-se-iam mais actividades e far-se-iam nas aulas os ficheiros de imagens e até outros tipos de trabalhos. Por outro lado poderíamos trabalhar mais temas, ficando o trabalho mais rico e diverso. Esta opção não foi tomada por inexperiência. Como era o primeiro trabalho de investigação, estava incluído numa dissertação de mestrado e não se conheciam casos de estudos com alunos deste escalão etário, optou-se por uma planificação mais rigorosa, leitura de mais bibliografia, atrasando-se a implementação.

O tempo da sessão ser muito curto, assunto já abordado anteriormente. Se fosse implementada a estratégia do parágrafo anterior, deixaria de ser uma limitação e até poderíamos terminar dez minutos mais cedo para autoavaliação.

O facto de o estudo ser limitado a um curto espaço de tempo e a mostra ser reduzida implica

---

<sup>27</sup> Nas escolas por furos designa-se uma unidade temporal, de 45 ou 90min., que uma turma tem sem actividades lectivas. Por imposição legal estes só podem acontecer no início da manhã e da tarde e no fim da manhã e da tarde.

que os resultados do estudo e o impacto da sua avaliação sejam da mesma forma mais limitados.

Seria profícuo que existissem mais estudos com objectivos idênticos para haver comparação de resultados e partindo daí termos dados e resultados mais coerentes.

A não existência de uma comunidade de utilizadores que possibilite uma troca de experiências e permita uma evolução conjunta de vários grupos de docentes e jovens em rede é um *handicap* para os utilizadores do ToonTalk. Esta troca de ideias, opiniões e experiências permite solucionar um maior número de problemas.

Não foi possível modelar todos os conceitos curriculares propostos para desagrado dos alunos envolvidos no estudo. Este foi um limite sentido por nós que não conseguimos encontrar a resposta na ferramenta.

#### **8.4 - Sugestões para trabalhos futuros**

Deste trabalho derivaram igualmente mais reflexões, que ao serem realizadas serenamente, geram outras questões, elas próprias geradoras de novos trabalhos de investigação.

Sendo este trabalho, em Portugal, praticamente inovador na utilização de elementos de programação de computadores para modelar visualmente sistemas de ciências no 2º ciclo do Ensino Básico, outros trabalhos idênticos seriam bem-vindos. Um estudo comparativo entre eles e uma análise conjunta daria mais substância ao uso didáctico da ferramenta sendo as contribuições finais bastante superiores ao somatório da contribuição individual dos estudos.

Seriam bem-vindos igualmente estudos sobre o ToonTalk que ultrapassem os aspectos meramente cognitivos, sustentados por metodologias subordinadas às realidades.

Estudos que foquem diferentes aspectos como a componente social, afectiva e cultural, tal como as correspondentes influências, no desenvolvimento integral e/ou cognitivo em particular. Estes seriam uma excelente alternativa a pesquisas mais especializadas.

Igualmente importantes seriam estudos longitudinais que compreendam também o campo afectivo. Estes poderiam enumerar eventuais alterações nas atitudes dos alunos, em actividades com a ferramenta ToonTalk.

Este estudo, pelas suas particularidades e limitações temporais não permitiu que se pudessem retirar muitas ilações sobre esta matéria que está revestida de grande relevância.

Realizar estudos que envolvam crianças e jovens com «Necessidades Educativas Especiais», integradas com crianças sem esses *handicaps*. Além da aprendizagem que fossem observados outros valores como a entreaajuda e a solidariedade.

Estender os estudos referidos no parágrafo anterior a criança do «*Ensino Especial*», com os mesmos parâmetros de avaliação e/ou com algumas alterações.

Estudos e trabalhos que visassem conceber tecnologias adaptáveis a *crianças “especiais”*, que lhes permitam também beneficiar desta ferramenta.

Estudos que despoletem uma ampla discussão em torno dos currículos implementados da sua avaliação, com a finalidade de os adaptarmos melhor às exigências das sociedades deste século. Seria importante que daqui se questionasse o paradigma e a fundamentação das práticas educativas actuais, retirando-se daqui todas as consequências.

Seria por outro lado interessante, planificar algumas actividades que possam ser implementadas por professores deste nível de ensino, nas várias disciplinas e áreas curriculares não disciplinares. Criando posteriormente, um vasto conjunto de actividades procedendo à sua documentação, planificadas minuciosamente, inclusive por sessões, com a criação dos respectivos materiais. Estes materiais mais estandardizados poderão estar na base à efectivação de estudos com amostras mais abrangentes e porventura com um carácter quantitativo.

Seria também coerente que se orientassem estudos orientados no papel e actuação do professor ou educador que orienta estas actividades.

Estudar a reacção de professores de diferentes escolas, aquando da aplicação deste tipo de actividades, que envolvam a programação. Deverá ser valorizando a existência, ou não, de evoluções nas suas percepções de ensino do ponto de vista construcionista.

Com a análise detalhada destes estudos tornaria possível à comunidade científica perceber quais os obstáculos à predisposição dos educadores e professores para seguir uma prática lado a lado com propostas construtivistas e delinear estratégias para as ultrapassar.

Seria pertinente estudar os conhecimentos, atitudes e valores que os professores têm sobre programação no ensino básico e sobre a ferramenta ToonTalk. Partindo destes conhecimentos, atitudes e valores estudados, relacioná-los com as finalidades e metas do ensino actual.

## 8.5 – Notas finais

Este trabalho foi suscitado pelo desafio do Prof. Norberto Jorge Gonçalves e do Prof. Leonel Morgado de colocar em prática abordagens construtivistas observadas pelo prisma dos diferentes domínios de investigação mais recentes no âmbito das ciências, para planear e implantar uma experiência com alunos do 2.º Ciclo. Posteriormente optou-se pela linguagem ToonTalk e a motivação do projecto Playground com recurso a elementos de programação para permitir a crianças o desenvolvimento de jogos e comportamentos com base em regras.

Era um desafio novo e muito diferente de todos os trabalhos até hoje feitos. Como qualquer principiante parti imediatamente à procura de literatura nos vários domínios que achei pertinente aprofundar.

O planeamento, a implementação, a discussão dos resultados e as conclusões já foram suficientemente explanados ao longo desta obra, dispensando agora mais comentários.

Foi importante ter conseguido implantar a ferramenta numa área e tema do qual não tenho conhecimento de algum trabalho. Trabalhei com alunos de escalão etário diferente dos que tive conhecimento da literatura mas este facto não foi um *handicap* mas uma motivação. Foi agradável ter trabalhado com estes alunos, sempre com a energia característica da sua idade mas com enorme vontade de aprender. A quantidade e qualidade do trabalho feito dependeram do seu empenho e criatividade.

O apoio dos orientadores foi um caminho sempre presente e importante no contínuo percurso do trabalho e desta obra que o descreve.

Sinto ao terminar que estou bastante mais enriquecido do que quando iniciei.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKEMI, M. (2008) Material On-Line do Departamento de Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo [consultado em 20/02/08]  
[www.dca.iag.usp.br/www/material/akemi/licenci/condensacao.ppt](http://www.dca.iag.usp.br/www/material/akemi/licenci/condensacao.ppt)
- ALBUQUERQUE, M. (2000) *Um ambiente Computacional para Aprendizagem Matemática baseado no Modelo Pedagógico Maria Montessori*. Tese de Doutorado não publicada. Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina.
- ALLEN-CONN, B.J. & ROSE, Kim (2003) *Powerful Ideas in the Classroom*. Viewpoints Research Institute, Inc. [Consultado em 2008/08/26]  
[http://etoysbrasil.org/recursos/download/livros/ideias\\_poderosas.pdf](http://etoysbrasil.org/recursos/download/livros/ideias_poderosas.pdf)
- ARAÚJO, Luísa (2006) *Piagetianos e vygotskianos: mitos pedagógicos e práticas promissoras*. In Crato, Nuno (coord.) (2006) *Desastre no ensino da matemática: como recuperar o tempo perdido*. Lisboa. Editora Gradiva.
- ARNAL, J., RINCÓN, D. & LATORRE, A. (1992) *Investigación educativa: fundamentos y metodologías*. Barcelona. Labor.
- BAUMGARTL, T. (2006) *Atterberg Limits*. In *Encyclopedia of Soil Science*, 2ª Edição. Taylor & Francis.
- BENTO, F. P. C. (2002) *A Linguagem Logo e o conceito de função*. Braga. Universidade do Minho.
- BERTRAND, Yves. (2001) *Teorias Contemporâneas da Educação*. Lisboa. Publicações Instituto Piaget, Coleção Horizontes Pedagógicos.
- BIZZO, N. (s/d) *Metodologia e prática de ensino de ciências: A aproximação do estudante de magistério das aulas de ciências no 1º grau*. São Paulo. Faculdade de Educação da USP [consultado em 2008/10/07]  
[http://www.uenf.br/Uenf/Downloads/LEEA\\_2811\\_1164311449.pdf](http://www.uenf.br/Uenf/Downloads/LEEA_2811_1164311449.pdf)
- BOGDAN, R. & BIKLEN, S. (1994) *Investigação Qualitativa em Educação*. Porto. Porto Editora
- BRADY, J. & HUMISTON, G. E. (1986) *Química Geral, Vol. 1, Cap. 6 e 10*. Rio de Janeiro. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A.

BRILHA, J., LEGOINHA, P., GOMES, A. & RODRIGUES, L. (1999) *A integração das TIC no ensino – Perspectiva actual no domínio das ciências naturais*; I Conferência Internacional Challenges'99/ Desafios'99. [consultado 2008-08-12].

<http://www.nonio.uminho.pt/actchal99/Jose%20Brilha%20117-125.pdf>

BRUCKMAN, A. MOOSE. (1997) *Crossing: construction, community, and learning in a networked virtual world for kids*. Cambridge, USA. MIT Program in Media Arts and Sciences,. 231p. PhD Thesis. [Consultado em 2008-03-09]

<ftp://ftp.media.mit.edu/pub/asb/papers/thesis>

CACHAPUZ, A. (2000) *Ensino das Ciências 1º Ciclo*. Porto. Centro de Estudos de Educação em Ciência.

CACHAPUZ, A. (2000) *Perspectivas de Ensino*. Porto. Centro de Estudos de Educação em Ciência.

CACHAPUZ, A., et al. (2001) *A emergência da Didáctica das Ciências como campo específico de conhecimento*. Lisboa. Revista Portuguesa de Educação.

CACHAPUZ, A., PRAIA, J & JORGE, M. (2002) *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa. Ministério da Educação (IIE).

CARMO, H. & FERREIRA, M.M. (1998) *Metodologia da investigação: Guia para Auto-aprendizagem*. Lisboa. Universidade Aberta.

CARRARA, J.A. (2004) *Psicologia e Desenvolvimento: Uma Abordagem Sócio – Interaccionista no Contexto Escolar*. São Paulo. Psicopedagogia On Line. [Consultado em 2008-03-09] <http://www.psicopedagogia.com.br/artigos>

CHAVES, Eduardo (2004) *Informática: Micro Revelações* [consultado em 2008-06-07] <http://www.chaves.com.br/TEXTSELF/MICROREV/mrindice.htm>

CNOTINFOR. (2004) *Floresta Mágica*, sítio da empresa Cnotinfor, [consultado em 2008-07-15] <http://educacao.cnotinfor.pt/index.php?lng=pt&pag=123&id=0> .

COHEN, L. & MANION, L. (1990) *Métodos de Investigación Educativa*. Madrid. Editorial la Muralla, SA.

COMISSÃO NACIONAL DO AMBIENTE (1984) *Portugal. Atlas do Ambiente. Precipitação*. Lisboa. Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica. [consultado em 20/12/07]. [http://www.iambiente.pt/website/estatico/pdf/I\\_042.pdf](http://www.iambiente.pt/website/estatico/pdf/I_042.pdf)

COOPER, P. (1993) *Paradigm Shifts in Designed Instruction: From Behaviourism to Cognitivism to Constructivism*. Educational Technology, XXXIII.

CORRÊA, Marcelo (2009) *Página pessoal do Prof. Dr. Marcelo Corrêa*. IRN/UNIFEI. [Consultado em 20/02/08] [www.solar.unifei.edu.br/](http://www.solar.unifei.edu.br/)

CORREIA, S. (1995) *Ambientes integrados de aprendizagem*. Coimbra. Universidade de Coimbra.

CORREIA, S. ANDRADE, M & CORREIA, T. (s/d) *Imagine - A Melhor Plataforma Para Desenvolver Micromundos. Um Exemplo: A Floresta Mágica*. 3º Simpósio Internacional de Informática Educativa [consultado em 2008/08/01] <http://www.esev.ipv.pt/3siie/actas/actas/doc18.pdf>

COUTINHO, C. P. (2005) *Percursos da Investigação em Tecnologia Educativa em Portugal: Uma abordagem Temática e metodológica a publicações científicas (1985-2000)*. Braga. Universidade do Minho

CRATO, N. (2005) *Construtivismo e bom senso no ensino das*. [Consultado em 07-06-08] <http://pascal.iseg.utl.pt/~ncrato/Expresso/coluna%20matematica.pdf>

DANTAS, M. C. & RAMALHO, M. D. (2005) *Jogo de Partículas, Química 12ºano*. Lisboa. Texto Editores.

DEPARTAMENTO DE FÍSICA, UNIVERSIDADE DE AVEIRO (2004) *Torre Meteorológica*. [consultado em 2008/01/07] <http://www2.fis.ua.pt/torre>

DEUS et al. (1992) *Introdução à Física. Coleção Ciência e Técnica*. Lisboa. McGraw-Hill

DOURADO, L. (2001) *O trabalho prático no ensino das ciências naturais: situação actual e implementação de propostas inovadoras para o trabalho laboratorial e o trabalho de campo*. (Tese de Doutoramento, não publicada) Braga. Universidade do Minho.

ELKIND, David (1978) *Desenvolvimento e Educação da Criança – Aplicação de Piaget na Sala de Aula*. Rio de Janeiro. Zahar Editores.

FERNANDES M. M. B. (1993) *Situação Actual da Linguagem Logo em Educação*. Braga. Universidade do Minho.

FERREIRA, A. J. (2004) *Projectos no Ensino da Ciência – Um guia para o professor*. Porto. Texto Editora.

FERREIRA, A.M. & TOMAS, H. E. (1982) *Desenvolvendo a percepção tridimensional através de modelos moleculares acessíveis e versáteis, Química Nova*. Lisboa. McGraw-Hill.

FINO, Carlos (2004a) *Construtivismo e Construcionismo*. Acedido em 07-06-2008 no sítio [http://www.uma.pt/carlosfino/Documentos/PowerPoint\\_Piaget-Papert.pdf](http://www.uma.pt/carlosfino/Documentos/PowerPoint_Piaget-Papert.pdf)

- 4131FINO, Carlos (2004b) *Convergência entre a teoria de Vygotsky e o construtivismo/ Construcionismo*. [consultado em 2006-07-06] <http://www.uma.pt/carlosfino/> .
- FIOLHAIS, Carlos & TRINDADE, Jorge (2003) *Física no computador: O computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas*. [consultado em 2006-05-08] [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-)
- FIOLHAIS, Carlos (2000) *A realidade virtual; Ciência das Artes e letras, 2000*. [consultado em 2008-06-07] <http://nautilus.fis.uc.pt/personal/cfiolhais/extra/artigos/artletras090200.htm>
- FIOLHAIS, Carlos (2006) *Nanotecnologia, o futuro vem aí; Conta Natura*. [consultado em 2007-11-05] <http://contanatura.weblog.com.pt/arquivo/2006/07/nanotecnologia.html>
- FODDY, W. (1996) *Como perguntar: teoria e prática da construção de perguntas em entrevistas e questionários*. Oeiras. Celta Editores.
- FONTES, Alice (2003) *A Educação em Ciências através da abordagem CTS – Um contributo para a literacia científica dos cidadãos*. Vila Real. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro – Serie Didáctica Ciências Aplicadas 221.
- FRAGOSO, T. (1993) *As novas tecnologias de informação no 1º ciclo do ensino básico*. Lisboa. Publicações de G.E.P.M.E.
- GAGNÉ, R. & MERRIL, M. (1990) The Cognitive Psychological Basis for Instructional Design. In D. Twitchell (Ed.), *Robert Gagné and David Merrill in Conversation N°6*, Educational Technology, XXX.
- GASPAR, A. (2002) *A educação formal e a educação informal em ciências*, in L. Massarani, I.C. Moreira & F. Brito (Eds) *Ciência e público: caminhos da divulgação científica no Brasil*. Rio de Janeiro. Casa da Ciência.
- GOLUB, G. (1983) *Matrix Computations*. John Hopkins. University Press.
- GRIMM, A. M. (1999) *Meteorologia Básica*. Departamento de física da Universidade Federal do Paraná [consultado em 2008/02/08] <http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/>
- GUDWIN, Ricardo (1997) *Linguagens de Programação*. [Consultado em 21/06/2008] [http://www3.dsi.uminho.pt/pimenta/iiee/repos/ling\\_prog.pdf](http://www3.dsi.uminho.pt/pimenta/iiee/repos/ling_prog.pdf)
- HILL, M.M. & HILL, A. (2002) *Investigação por Questionário*. Lisboa. Edições Sílabo.
- IM (2008) Instituto de Meteorologia. IP Portugal. [consultado em 2008/02/07]. <http://www.meteo.pt/pt/pesquisa/searchresult.jsp>
- INETI Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação (2007). *As Aventuras e*

*Desventuras de uma Pequena Gota de Água*. [consultado em 2008-06-10] [http://e-Geo.ineti.pt/geociencias/edicoes\\_online/diversos/guiao\\_gota\\_agua/indice.htm](http://e-Geo.ineti.pt/geociencias/edicoes_online/diversos/guiao_gota_agua/indice.htm)

JELDEN, D.L. (1984) *Operationalizing Learner-Controlled Education*. International Conference on Systems Research and Cybernetics. Baden- Baden.

JUNQUEIRA, M. (1996) *Exploração de construções geométricas em ambientes computacionais dinâmicos*. Lisboa. Quadrante.

KAHN, Brian. (1991) *Os computadores no ensino da ciência – O uso dos computadores no ensino e na aprendizagem*. Lisboa. Publicações Dom Quixote.

KAHN, Ken. (2003) *The Child-Engineering of Arithmetic in ToonTalk*. Essex, England, UK. [consultado em 2008-07-20] <http://www.lkl.ac.uk/kscope/weblabs/papers/idc04.pdf>

KAHN, Ken. (2004). *ToonTalk – Steps Towards Ideal Computer-Based Learning Environments* in MarioTokoro and Luc Steels, editors, *A Learning Zone of One's Own: Sharing Representations and Flow in Collaborative Learning Environments*, Ios Pr Inc, June 2004. [consultado em 2008-07-20]

<http://www.lkl.ac.uk/kscope/weblabs/papers/idealcomputerbasedlearningenvironments.pdf>

KHAN, K. (1995) *ToonTalk - Um ambiente de programação animada para crianças* [Consultado em 2008/01/25] <http://home.utad.pt/~leonelm/JVLC-Portugues.html>

LEBRUN, Marcel (2008) *Teorias e Métodos Pedagógicos Para Ensinar e Aprender*. Lisboa. Publicações Instituto Piaget, Coleção Horizontes Pedagógicos.

LEHNINGER, A. (1991) *Princípios de Bioquímica*. Barcelona. Ediciones Ómega.

LEWIS, A. (1964) *Água para o mundo*. Rio de Janeiro. Distribuidora Record.

LIMA, M.B. & LIMA-NETO, P. (1999) *Construção de modelos para ilustração de estruturas moleculares em aulas de química; Química Nova*, v.22 n.6, 1999. [consultado em 2008-01-10] <http://www.scielo.br/pdf/qn/v22n6/2598.pdf>

LUCAS, S. & VASCONCELOS, C. (2005) *Perspectivas de ensino no âmbito das práticas lectivas: Um estudo com professores do 7º ano de escolaridade*. In Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 4 Nº 3. [Consultado em 2008/08/25] [http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen4/ART4\\_Vol4\\_N3.pdf](http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen4/ART4_Vol4_N3.pdf)

LUCAS, S. (2003) *Perspectivas de ensino no âmbito das Práticas Lectivas: Um estudo com professores do 7º ano de escolaridade no tema “A Terra e a sua História”*. Porto. Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

- LUDKE, M. & ANDRÉ, M. (1986) *Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas*. São Paulo. Editora Pedagógica e Universitária Lda.
- MACHADO, M. J. (1996) *A influência da formação na atitude de professores do ensino básico perante a tecnologia educativa*. (Tese de mestrado, não publicada). Braga. Universidade do Minho.
- MAHAN, B. (1995) *Química, um Curso Universitário*. São Paulo. Ed. Edgard Blücher Ltda.
- MATOS, J.F. et al (2003) *Investigando números com o uso das TIC na matemática escolar: o exemplo do uso do ToonTalk no projecto WebLabs*. [consulta: 20/12/07].  
[www.educ.fc.ul.pt/docentes/jfmatos/comunicacoes/siem20031.doc](http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jfmatos/comunicacoes/siem20031.doc)
- MATOS, J.F. et al (sem data) *O Projecto webLabs: cultivando comunidades de prática com a publicação de Web-reports* [www.nonio.uminho.pt/challenges/06Posters/09JoaoMatos.pdf](http://www.nonio.uminho.pt/challenges/06Posters/09JoaoMatos.pdf) [consultado em 20/12/07].
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (1991) *O Programa de Ciências da Natureza (5º e 6º anos)*. Lisboa. Oficinas gráficas da Imprensa Nacional – Casa da Moeda, E. P.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (2001). *Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais*. Lisboa. ME-DEB.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (2004) *Organização curricular e programas, Ensino Básico (4.ª ed.)*. Lisboa. ME-DEB.
- MOR, Y. & SENDOVA, E. (2003) *ToonTalking About Mathematics*. In (Derzhanski, I., Dimitrova, N., Grozdev, S. & Sendova, E. (2003, september ) *History and Education in Mathematics and Informatics, Attracting Talent to Science*. Proceedings of the International Congress MASSEE, Borovets, Bulgaria. [consultado em 2008-07-22]  
[http://www.lkl.ac.uk/kscope/weblabs/papers/ToonTalking\\_Mor\\_Sendova.pdf](http://www.lkl.ac.uk/kscope/weblabs/papers/ToonTalking_Mor_Sendova.pdf)
- MORAIS J. (2000) *Linguagem Logo/Ensino-aprendizagem*. Porto. ESE do Porto.
- MORAIS, C. (2007) *Recurso Multimédia “Moleculito”: Exemplo de construção e avaliação no Ensino Básico*. (Tese de mestrado, não publicada) Porto. Faculdade de Ciências.
- MORGADO, L.; CRUZ, M. G. (2004). *Tópicos sobre programação de computadores como método educativo no jardim-de-infância*. Comunicação apresentada no III Congresso Internacional de Educação "O Mundo da Criança", que se realizou entre 6 e 8 de Maio de 2004 na UTAD, Vila Real, Portugal. Actas no prelo. Consultado on-line em 2008-02-21, em:  
<http://home.utad.pt/~leonelm/papers/omundodacrianca/omundodacrianca.pdf>
- MORGADO, L. & KAHN, K. (2008). Towards a specification of the ToonTalk language,

*Journal of Visual Languages & Computing* 19 (2008), 574-597.

MORGADO, L. (2005) *Framework for Computer Programming in Preschool and Kindergarten*. Tese de Doutoramento, não publicada. Vila Real: UTAD.

MULLER, L. (2008) *Página Pessoal do Professor Muller, Faculdade Assis Gurgacz* [consultado em 2008/02/08] [www.fag.edu.br/professores/muller/](http://www.fag.edu.br/professores/muller/)

NAEQ (2004) *Núcleo de Apoio ao Ensino da Química da Universidade de Caxias do Sul*. [Consultado em 2008/01/20] [http://www.ucs.br/ccet/defq/naeq/material\\_didatico/textos\\_interativos\\_33.htm](http://www.ucs.br/ccet/defq/naeq/material_didatico/textos_interativos_33.htm)

OLIVEIRA, J. H. & OLIVEIRA, A.M. (1999) *Psicologia da Educação Escolar I Aluno-Aprendizagem*. Coimbra. Livraria Almedina.

OLIVEIRA, M. T. (1991) *Didáctica da Biologia*. Lisboa. Universidade Aberta.

OREY, M. A. (1991) *Using Intelligent Tutoring Design Principles to Integrate Cognitive Theory into Computer-Based Instruction*. Proceedings of Selected Research Presentations at the Annual Convention of the Association for Educational Communications and Technology.

PAIVA, J. (2002) *As tecnologias de informação e comunicação: utilização pelos professores*. [consultado em 2008-03-03] [http://www.dapp.minedu.pt/nonio/pdf/utilizacao\\_tic\\_profs.pdf](http://www.dapp.minedu.pt/nonio/pdf/utilizacao_tic_profs.pdf)

PAIVA, J.C. & COSTA L.A. (2005) *Roteiros de Exploração-valorização pedagógica de software educativo de Química*. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, 96. [consultado em 2007-09-12]

<http://www.jcpaiva.net/getfile.php?cwd=curriculum/11/1113RoteirosdeExploracaovalorizacaopedagogicadesoftwareeducativodeQuimica&f=29781>

PAPERT, S et al. (1999) *Logo Philosophy and Implementation*. Logo Computer Systems Inc. [Consultado em 2008-06-08] <http://www.research.ibm.com/journal/sj/393/part2/papert.html>

PAPERT, S. (1985) *Logo: Computadores e Educação*. S. Paulo. Editora Brasiliense.

PAPERT, S. (1991) *Ensinar crianças a serem matemáticos versus ensinar Matemática*. in J. P. Ponte (org.). *O computador na educação Matemática*. Lisboa. APM.

PAPERT, Seymour (1997) *A Família em Rede*. Lisboa. Relógio de Água.

PAULING L. (1932) *The Nature of the Chemical Bond. Iv. The Energy of Single Bonds and the Relative Electronegativity of Atoms*. *Journal of the American Chemical Society* Volume 54, p. 3570-3582 September 1932 [Consultado 2008/09/20] [http://www.qmc.ufsc.br/qmcweb/artigos/historia/historia\\_pauling.html](http://www.qmc.ufsc.br/qmcweb/artigos/historia/historia_pauling.html)

- PEIXOTO, J.P. (1977) *O Ciclo da Água em Escala Global*. Lisboa. Secretaria de Estado do Ambiente.
- PEREIRA, M. (1992) *Didáctica das Ciências da Natureza*. Lisboa. Universidade Aberta.
- P-H (2004) PRENTICE-HALL, INC [consultado em 2008/02/08]  
<http://wps.prenhall.com/wps/media/objects/602/616516/index.html>
- PIAGET, J. (1982) *O Nascimento da Inteligência na Criança*. Rio de Janeiro. Zahar.
- PIAGET, J. (1996) *Biologia e Conhecimento*. 2ª Edição. Petrópolis. Vozes.
- PINHEIRO, M.R. (2007) *Paradigmas da Investigação Educacional*. [Consultado em 2008/07/20] <https://woc.uc.pt/fpce/getFile.do?tipo=2&id=1850>.
- PLAYGROUND PROJECT (2001) *The playground Project* [consultado em 2008-09-29]  
[http://playground.ioe.ac.uk/frame\\_f.htm](http://playground.ioe.ac.uk/frame_f.htm)
- PNUD (2001) *Relatório do Desenvolvimento Humano 2001 – Novas Tecnologias e Desenvolvimento Humano*. Lisboa. Trinova Editora.
- PONTE J. P. (1997) *As novas tecnologias e a educação*. Lisboa. Texto Editora.
- PONTE J. P. MATOS, J. M. & ABRANTES, P. (1998) *Investigação em Educação Matemática*. Lisboa. Instituto de Inovação Educacional.
- PROJECTO MINERVA (1990) *Logo 90 – Encontro Nacional Logo 90/Actas*. Pólo do Projecto Minerva da Universidade de Évora e Pólo do Projecto Minerva da Escola Superior de Educação de Lisboa.
- QMCWEB(2006) *Revista electrónica do Departamento de Química, Universidade Federal de Santa Catarina* [consulta: 2007-12-03] [www.qmcweb.org](http://www.qmcweb.org)
- REGER, D. GOODE, S. & MERCER, E. (1997) *Química: Princípios e aplicações*. Lisboa. Fundação Calouste Gulbenkian.
- RIBEIRO, A. (1987) *Hidráulica Aplicada. Hidrologia. Águas Subterrâneas*. Porto. U.P.F.E. Laboratório de Hidráulica.
- RUTHERFORD, F. J. & AHLGREN, A. (1995) *Ciência para todos*. Lisboa. Gradiva.
- SANTOS, E. (s/d) *O Construcionismo a as Tecnologias Digitais Entram em Cena no Espaço do Teatro*. Curitiba. Unidade de Ensino Superior Exponente. [Consultado em 2008-06-20]  
[http://www.educandote.edu.co/ponencias/escola\\_do\\_futuro/trabalho\\_43\\_eloína\\_anais.pdf](http://www.educandote.edu.co/ponencias/escola_do_futuro/trabalho_43_eloína_anais.pdf)
- SANTOS, M. E. & PRAIA, J. (1992) *Percurso de Mudança na Didáctica das Ciências, sua*

*fundamentação Epistemológica*. In F. Cachapuz (coordenação) *Ensino das Ciências e Formação de Professores*, n.º 1 (1-29). Aveiro. Universidade de Aveiro.

SATAGER Gary S. (2001) *Computationally-Rich Constructionism and At-risk Learners*. [Consultado em 2008-03-09] <http://www.stager.org/wcce/index.html>

SILVA, J.C. (2001) *Aprendizagem Mediada Por Computador: Uma Proposta Para Desenho Técnico Mecânico*. (Tese de Doutoramento) Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina.

SKINNER, B. F. (1958), *Teaching machines*. *Science*, 128, 969-977.

SNIRH (2008) Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos. [consultado em 2008/09/20] <http://snirh.pt/>

SNOW, R.E. & LOHMAN, D. (1984) *Toward a Theory of Cognitive Aptitude for Learning from Instruction*. *Journal of Educational Psychology*, 76(3), 347-377.

SOUZA, M. A. (2008) *Informática e Educação Especial - Desafio e Possibilidade Tecnológica*. Curitiba. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. [Consultado em 2008-05-26] no sítio <http://www.cesuc.br/revista/ed-6/INFORMATICANAESCOLA.pdf>

SQUEAK SMALLTALK (s/d) *Welcome to the World of Squeak!* [consultado em 23/08/08] [www.squeak.org](http://www.squeak.org).

TAVARES, J. & ALARCÃO, I. (2002) *Psicologia do desenvolvimento e da aprendizagem*. Coimbra. Almedina.

TAVARES, J. et al. (2007) *Psicologia do Desenvolvimento e Aprendizagem*. Porto. Porto Editora

TENNYSON, R. (1990) *A Proposed Paradigm of Learning for Educational Technology*. *Educational Technology*, 30 (6), 16-19.

THOMPSON, A. SIMONSON & M. HARGRAVE, C. (1996) *Educational Technology: a review of research*. Washington DC. AECT Publications. [consultado em 2008-05-20] <http://www.tojet.net/volumes/v422.pdf>

TOONTALK (2009) *ToonTalk - Making programming child's play* [consultado em 07-06-2008] [www.toontalk.com](http://www.toontalk.com)

TRINDADE, Jorge A. & FIOLEAIS, Carlos (1996) *A Realidade Virtual no Ensino e na aprendizagem da Física e da Química*. *Gazeta de física*, Vol.19, Fasc.2, 11. [consultado em 2008-05-22] [http://nautilus.fis.uc.pr/softc/Read\\_c/virtual\\_water/articles/art1/art1.htm](http://nautilus.fis.uc.pr/softc/Read_c/virtual_water/articles/art1/art1.htm)

TRINDADE, Jorge A. (2002) *Água Virtual. Desenvolvimento e Avaliação de um Ambiente Virtual para o Ensino e Aprendizagem da Física e Química*. (Tese de Doutoramento, não publicada) Coimbra. F.C.T.U.C.

USGS (2008) *Science for a Changing World. O Ciclo da Água*. [Consultado em 23/05/2008] <http://ga.water.usgs.gov/edu/watercycleportuguese.html>

VALADARES, J. & COSTA PEREIRA, D. (1991) *Didáctica da Física e da Química*. Lisboa. Universidade Aberta.

VALADARES, J. (s/d) *O Ensino Experimental das Ciências: do conceito à prática: Investigação/Acção/Reflexão*. [Consultado em 2008-05-01] [http://www.proformar.org/revista/edicao\\_13/ensino\\_exp\\_ciencias.pdf](http://www.proformar.org/revista/edicao_13/ensino_exp_ciencias.pdf)

VALADARES, J. CALDEIRA, C. NEVES, M. VICENTE, M. & TEODORO, V. (2004) *Viver melhor na Terra*. Lisboa. Didáctica Editora.

VALENTE, J. A. (1993a) *Diferentes usos do Computador na Educação* In: Valente, J.A. (org.) *Computadores e Conhecimento: repensando a educação*. Campinas. Unicamp. [consultado em 2008-05-22] <http://nied.unicamp.br/publicacoes/separatas/Sep1.pdf>

VALENTE, J. A. (1996). *O Professor no Ambiente Logo: Formação e Actuação*. Braga. NIED Núcleo de Informática Aplicada à Educação.

VALENTE, J. A. (1997) *Informática na Educação: Instrucionismo x Construcionismo*, Campinas. Unicamp. [Consultado em 2008/07/17] <http://www.divertire.com.br/educacional/artigos/7.htm>

VALENTE, J.A. (1993b) *Por Quê o Computador na Educação?* In: Valente, J.A. (org.) *Computadores e Conhecimento: Repensando a Educação*. Campinas. UNICAMP. [consultado em 2008-05-21] <http://nied.unicamp.br/publicacoes/separatas/Sep2.pdf>

VALIATI, E. & ZOTTIS, A. (s/d) *Analisando as Implicações de Uso do Computador no Ensino Aprendizagem de Conteúdos de Física*. [Consultado em 2008-01-16] <http://www.nonio.uminho.pt/challenges/05comunicacoes/Tema1/15ElianeValiati.pdf>

VEIGA, F. H. (1996) *Recolha de dados: O Questionário*. Lisboa. Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

VYGOTSKY, Lev. (2001). *Pensamento e linguagem – Versão para eBook e BooksBrasil.com*. Edição electrónica: Ed Ridendo Castigat Mores ([www.jahr.org](http://www.jahr.org)). [Consultado em 2008/08/19] <http://www.ebooksbrasil.org/eLibris/vigo.html>.

W.P. (2006) WIKIMEDIA PROJECT, *Wikipédia*. [Consultado em 2009/01/17]

<http://www.wikipedia.org/>

WEBLABS PROJECT (s/d) [consultado em 23/08/08] <http://www.lkl.ac.uk/kscope/weblabs/>

YIN, R. K. (1994) *Estudo de Caso: Planejamento e Métodos*. 2ª Ed. Porto Alegre. Bookman.

## ABREVIATURAS UTILIZADAS

CD – Abreviação de *Compact Disc*, "Disco compacto", em inglês.

CPU – Em inglês *Central Processing Unit*, ou Unidade Central de Processamento, é a parte do computador que processa as instruções contidas no *software*.

CTSA – Metodologia Ciência – Tecnologia – Sociedade – Ambiente.

DVD – Abreviatura de *Digital Video Disc* ou *Digital Versatile Disc*, em português, *Disco Digital de Vídeo* ou *Disco Digital Versátil*.

EMC – Perspectiva de Ensino pela Mudança Conceptual.

EPD – Perspectiva de Ensino pela Descoberta.

EPP – Perspectiva de Ensino por Pesquisa.

EPT – Perspectiva de Ensino pela Transmissão de Conhecimentos.

HÁ – Humidade Absoluta.

HR – Humidade Relativa.

ME – Ministério da Educação de Portugal.

NDP – Nível de Desenvolvimento Potencial.

NDR – Nível de Desenvolvimento Real.

PS – Ponto de Saturação.

TE – Tecnologias educativas.

TIC – Tecnologia de Informação e Comunicação.

ZDP – Zona de Desenvolvimento Proximal.

# ANEXOS



# ANEXO 1

## **Trabalho de campo**

Estão incluídos neste anexo a projecção do trabalho que se pretendia realizar em cada sessão. Por norma foram realizadas na semana que antecede a sessão para se poderem incluir as ideias propostas por cada aluno na sessão anterior.



## TRABALHO DE CAMPO

### Plano de Trabalho

#### **Intervenientes:**

Seis alunos, do 5º ano, numa Escola EB 2,3 do concelho de Vila Real, com idades de 10 e 11 anos. Participam alunos com excelentes, razoáveis e baixos resultados escolares obtidos durante este ano lectivo.

#### **Sessões:**

Serão feitas um número próximo de doze sessões de trabalho no 3º período do ano lectivo 2007/2008. As sessões iniciais têm por objectivo a ambientação à linguagem de programação ToonTalk e conhecimento das suas potencialidades. Nas sessões seguintes espera-se que os alunos tenham capacidades de construção e criação de actividades relacionadas com o tema da Água.

#### **Sessão inicial, 1:**

Nesta sessão pretende-se fazer a apresentação do programa de forma simples, evitando longos discursos. Vai-se proceder à instalação da ferramenta num CD oferecido a cada participante para aprenderem a instalá-lo. Posteriormente iniciar-se-á uma visita à cidade do projecto Playground, doravante designada, cidade Playground.

Visita iniciar-se-á pelas casas que têm engenhocas que serão experimentadas. Não sendo jogos com finalidades bem definidas, não tem objectivos lúdicos, menos sugestivos para os jovens, são todavia importantes pois podem ser usados futuramente como componentes de jogos, podendo ser fonte de ideias, se delas tiverem conhecimentos.

Outro factor a favor do início por estas casas é que costuma ser de bom senso deixar o melhor, neste caso, o mais apelativo para o fim. A exploração continuará casa a casa, havendo alguma abertura na direcção das actividades.

Para o final ficarão as casas com os jogos propriamente ditos, onde terão possibilidade de se

recrear com os jogos sabendo, que foram concebidos por crianças com idade inferior à sua.

Uma vez que a cidade tem uma grande dimensão é possível que não haja tempo para ser toda explorada, havendo então necessidade de uma sessão 1A.

### **Sessão 1A:**

Um problema informático não permitiu que a sessão anterior decorresse com normalidade. Os alunos não puderam frequentar a cidade Playground, tiveram de entrar no ToonTalk através do CD e limitar-se a entrar na opção brincar e utilizar as funcionalidades aí existentes.

Vamos então começar a visita à cidade e realizar o que já estava planeado para a sessão anterior.

### **Sessão 2:**

Começaremos por ir à casa ACTION GAMES e accionar o jogo THE PONG GAME, adaptando-se as suas regras. Esta é uma actividade dirigida pelo professor Que mostra como se alteraram algumas coisas: cores; duplicação de objectos; ou alteração do tamanho de objectos.

Os alunos abandonam o jogo e gravam a cidade. Posteriormente, aprendem a criar a sua própria cidade e entram nela. Regressam à cidade Playground, transportam um jogo para a sua cidade e alteram-no. Usando as ferramentas do ToonTalk criam raquetes bolas a seu gosto, transformando-o num jogo com algumas diferenças. Convidam um parceiro para jogar esse jogo transformado com ele. Nesta fase, os meninos podem decidir por vontade própria as alterações que querem fazer, segundo objectivos ao seu critério, proporcionando-lhes o professor apoio e sugestões, quando delas necessitarem.

### **Sessão 3:**

No início vai ser ensinado a criar a própria cidade e atribuírem-lhe um nome. Será proposto a todos os meninos que se desloquem à cidade Playground e entrem num jogo à sua escolha jogando algumas vezes para se recordarem dele. Transportam posteriormente este jogo para a sua cidade. Vai-lhe ser proposto que transformem o jogo tornando-o mais atractivo. No final cada um vai mostrar aos colegas as suas inovações.

Pretende-se que seja alterado um jogo diferente do da sessão anterior. Quem não terminou na

sessão anterior prossegue com o trabalho inacabado.

#### **Sessão 4:**

A sessão começa com o professor a mostrar uma adaptação que fez do jogo Pong Game, onde colocou como campo de fundo uma imagem do ciclo da água, tendo transformando a bola e a raquete respectivamente por uma pinga de água e uma nuvem.

Vai ser pedido a cada jovem que vá buscar um caderno numa cidade criada pelo professor que tem imagens do ciclo da água, nuvens e pingas e o traga para a sua cidade.

Têm que ir à cidade Playground buscar o jogo Pong Game e transportá-lo para a sua cidade. Seguidamente têm que retirar os comportamentos que estão na retaguarda e mascarar as imagens do ficheiro.

Posteriormente pretende-se que construam com as imagens um jogo que se na medida do possível seja diferente do realizado pelo docente.

#### **Sessão 5:**

Nesta sessão o professor mostra um ciclo da água composto pelas seguintes imagens:

- Uma imagem de fundo com uma visão global do ciclo da água, sobre a qual estão as restantes imagens.
- Duas nuvens sem animação.
- Três árvores sem animação. Molduras a toda a volta sem animação, para possibilitar ricochetes das animações.
- Uma imagem de chuva, com movimento vertical, nos dois sentidos simulando chuva.
- Uma imagem de neve, com movimento vertical, nos dois sentidos simulando neve.
- Uma imagem de evaporação, com movimento vertical, nos dois sentidos simulando evaporação da água.
- Uma imagem de infiltração, com movimento vertical, nos dois sentidos simulando infiltração da água no solo.
- Uma imagem de uma seta, com movimento horizontal, nos dois sentidos simulando o escoamento da água no solo.

Estas animações foram retiradas na cidade Playground, da casa Stopping Moving, das

animações Bouncing and wrapping, e Stopping. A animação Bouncing and wrapping tem por objectivo simular os fenómenos naturais atrás descritos. A animação Stopping, é usada para evitar que as imagens animadas saiam da imagem de fundo.

Vai ser proposto a construção de um ciclo semelhante, com a possibilidade de optarem por outras imagens, quando possível, e até enriquecê-lo. Esta actividade demorará mais de uma sessão, pretendendo-se que terminem em 2 sessões.

Terão que retirar os comportamentos das animações referidas e colocá-los por trás das imagens. Podem manipular alguns factores como a velocidade.

### **Sessão 6:**

Os trabalhos da sessão anterior ficaram inacabados, necessitando-se de manter o mesmo plano de trabalho da sessão anterior, prestando uma acompanhamento o mais próximo possível para que se concluam até ao final da sessão.

Serão modelados os conteúdos: evaporação, infiltração e precipitação.

### **Sessão 7:**

Os dois alunos que ainda não concluíram a actividade do ciclo da água irão tentar terminá-la. Vou abrir os computadores destes dois alunos para começarem logo a trabalhar e concluir a actividade o mais rápido possível.

Vai ser proposta a realização de uma actividade diferente da do ciclo da água. Vamos debater as animações e os comportamentos possíveis para as animar. Pretende-se que vão à cidade procurar essas animações e comportamentos necessários para modelar conteúdos programáticos já aprendidos nas aulas.

Se não existirem ideias após algum tempo de reflexão vai ser proposta a modelação de uma experiência simples, como as que foram realizadas na sala de aula, a experiência da dissolução do sal na água por exemplo.

Nos ficheiros do disco residente foram instaladas algumas imagens previamente editadas no programa Paint.NET, que poderão ser usadas com animações à escolha.

### **Sessão 8:**

Na continuação da sessão anterior, que rendeu menos que o habitual, vamos continuar em

modelação de experiências de dissolução na água, sendo sugeridos: o sal, o açúcar, a areia e o café. Pretendemos realizar a experiência da de saturação do sal e açúcar.

A modelação é formada por uma imagem composta, que tem como base a imagem de um gobelé, na parte superior da qual está um saleiro invertido, dando a sensação de estar a largar sal. Por trás do saleiro está uma animação que quando se pressiona a tecla das setas, deixa cair um pedaço de sal. O sal dissolve-se na água, não turvando a água nem se precipitando no fundo. A animação foi retirada do jogo The space behaviors games, mais concretamente da nave espacial, a responsável pelos tiros. Para o açúcar e o café existe uma colher que substitui o saleiro.

Serão modelados os conteúdos: solvente, soluto, dissolução e solução saturada.

### **Sessão 9:**

Depois de todas estas sessões em que já existe uma maior familiaridade com a ferramenta, é essencial que construamos algo com maior qualidade tanto a nível de aspecto/acabamento como a nível de emprego de conhecimentos adquirido nas aulas de Ciências. No início da semana, no fim da aula de Formação Cívica, em debate com estes alunos surgiu a ideia, proposta por RJ, de construir outro ciclo da água com outras animações tentando dar um aspecto mais real.

Existe mais tempo para preparar a sessão e será enriquecida a pasta das imagens com novas imagens de ciclos da água sem letras, e imagens diferentes de nuvens, lagos, mar, sol...

Vamos procurar animações e comportamentos prestando uma contribuição o mais individual possível, tentando resolver problemas surgidos, estratégia já habitual.

### **Sessão 10:**

Para simular a chuva, neve e evaporação será usada a animação da nave espacial do jogo The space behaviors games. A bala será substituída por imagens da chuva à escolha do aluno. A infiltração será igualmente modelada pelo cair de uma gota.

Procura de comportamentos para animar um rio. Vamos também simular um sol que raiará.

Haverá duplas imagens dos lagos e do mar para que a adaptação usada para a chuva dispare uma imagem em ascensão, que modele a evaporação.

**Sessão 11:**

Continuação das tarefas com a mesma estratégia usada.

Pretende-se que se terminem os trabalhos e se modelem os conteúdos: evaporação, precipitação (chuva e neve), escoamento superficial (rio) e energia solar que movimenta o ciclo.

# Anexo 2

## **Diário de bordo**

Estão incluídos neste anexo as observações feitas em todas as sessões de trabalho. Este anexo refere-se aos instrumentos de recolha de dados: notas de campo e incidentes críticos; ocorridos durante a implementação do estudo.

Foram sendo realizados poucas horas após cada sessão e terminados depois da última, podendo conter pequenas reflexões sumárias.



## DIÁRIO DE BORDO

### SESSÃO 1

**Data:** 2008/04/04.

**Hora:** das 13h 15m às 14 h 00m.

**Participantes:**

AF, rapaz, 11 anos, abandonado pelos pais, vive em família de acolhimento. Simpático, humilde, meigo mas com atitudes irregulares. Aproveitamento escolar abaixo da média, mas positivo. AC, rapariga, 10 anos, empenhada, gosta de aprender e tem aproveitamento escolar mediano. MG, rapariga, 10 anos, empenhada, trabalhadora mas distraída, tendo aproveitamento mediano. PT, 10 anos, rapaz, falador, preguiçoso, simpático e com aproveitamento médio alto. RJ, 10anos, rapaz, excelente aluno, divertido, falador, simpático e trabalhador. SL, 10 anos, rapariga, simpática, humilde, distraída, pouco aplicada e com aproveitamento escolar do último período negativo.

**Desenvolvimento:**

Durante a apresentação do ToonTalk foi entregue a cada aluno um CD com o programa em língua portuguesa porque os alunos tinham afirmado que possuíam computador em casa, podendo manusear a ferramenta no seu domicílio. Pretendia-se que o programa fosse instalado na aula para que os estudantes ficassem a sabê-lo instalar. Quando se iniciou a instalação do programa ocorreu um incidente, os computadores da escola não deixam instalar programas aos utilizadores, só ao coordenador da sala e outros responsáveis, doutro modo os alunos ocupariam a memória do computador com programas no mínimo desnecessários.

O programa funcionou, a partir do CD, mas que sem legendas em português e sem acesso à cidade Playground. Entraram na opção «brincar», a única que estava disponível, e usaram o aspirador Limpopó, a bomba de ar Artolas, a varinha mágica, etc. Na caixa Engenhocas retiraram números, que foram modificados, letras que foram igualmente modificadas, e construíram-se casas.

Foi prestando apoio, esclarecendo dúvidas e ajudando a resolver problemas quer ao grupo todo quer individualmente. Para mais não houve tempo, os 45m da sessão voaram. Na próxima terça-feira haverá sessão extra para superar esta.

## SESSÃO 1A

**Data:** 2008/04/08.

**Hora:** das 17h 35m às 18 h 15m.

**Participantes:** Todos.

### **Desenvolvimento:**

Iniciaram a sessão entrando na cidade Playground. Começaram por entrar nas casas que tinham simples animações e posteriormente entraram na primeira casa dos jogos, a casa Number Games, onde conheceram e jogaram o jogo The Magic Number.

O jogo proporcionou muito entusiasmo nos alunos, havendo grande disputa entre eles pela conquista do maior número de pontos possíveis. Este jogo tem um aspecto educativo muito importante porque além do conhecimento dos números e operações trabalha também as propriedades das operações aritméticas, que por coincidência são estudadas no 5º ano.

Ainda jogaram nessa habitação o jogo The Super Glooper Game que se revelou bastante menos atractivo a julgar pelo seu interesse e empenho.

Como o tempo voava, voaram também para a casa Action Games onde jogaram alternadamente os jogos The Pong Game e The Space Behaviorius Game. Pela reacção dos jovens estes jogos são também atractivos mas foram jogados poucas vezes porque o tempo da sessão estava a findar.

Os alunos estiveram empenhados nos jogos mas revelaram pouca habilidade no manuseamento dos comandos do ToonTalk. A principal dificuldade é a coordenação dos movimentos pois estes jogos tem características diferentes dos jogos que habitualmente jogam para os quais tem destreza.

A principal dificuldade é o accionar dos jogos pelo rato, que tem que ser seguida pela barra de espaços, e posteriormente com as teclas das setas, mexendo com a imagem que desaparece do ecrã. No final também se denotou pouca coordenação a lidar com o aspirador Limpopó e as restantes funções.

Estas actividades foram essencialmente dirigidas, o percurso ao longo da cidade foi essencialmente «traçado» pelo professor. Como os alunos tinham uma velocidade de desempenho diferente os mais rápidos tiveram tempo para se recrearem nos jogos durante mais tempo.

## SESSÃO 2

**Data:** 2008/04/11.

**Hora:** das 13h 15m às 14 h 00m.

**Participantes:** Todos.

### **Desenvolvimento:**

Entraram na casa Action Games e iniciaram o jogo The Pong Game que foi jogado algumas vezes. Posteriormente foi individualmente ensinado que o programa tinha ferramentas que nos permitiriam alterar o jogo. Duplicamos a raquete de cima, a que acumula os pontos, a raquete de baixo e até a bola. Também aumentamos a bola e a raquete. O jogo foi jogado com as alterações feitas.

Posteriormente fez-se o mesmo com o jogo The Space Behaviorius Game. Alguns ainda tiveram tempo de ir à casa das imagens e aproveitei para lhes ensinar a pegar imagens do frigorífico e leva-las à casa Action Games onde foram coladas nos jogos.

Os jogos não cativam tanto como os FIFA`s, SIMS e outros jogos de guerra mas, a capacidade de alterá-los é algo que motiva. Curiosamente estes alunos, tal como os dos JI, apreciam os motivos muito repetidos. Achei uma analogia incrível entre “a missa dos pássaros” e a quantidades de bolas e raquetes que PT criou no seu jogo. As alterações tendencialmente visavam ganhar mais pontos isto é tornar o jogo mais fácil e não o inverso.

O tempo passou como de costume, demasiado rapidamente, ficando com a sensação que se fizeram poucas coisas. Esta sessão foi também bastante dirigida mas já houve a oportunidade de cada aluno poder escolher as alterações a realizar.

## SESSÃO 3

**Data:** 2008/04/18.

**Hora:** das 13h 15m às 14 h 00m.

**Participantes:** Todos.

### **Desenvolvimento:**

Foi-lhes ensinado a criar a sua própria cidade e depois baptizaram-na. Aprenderam também a sair ir à cidade Playground e transportar um jogo para a sua cidade. O objectivo era aumentar a familiarização com o programa e a sua capacidade de manuseamento, proporcionando

gradualmente o conhecimento de novas potencialidades.

À medida que ia passando individualmente pelos alunos, fui-lhes ensinando a gravar as alterações nos seus computadores e mostrando dois jogos com alterações que tinha feito em casa, tornando-os mais rápidos aumentando a dificuldade. O objectivo era mostrar mais potencialidades e despertar a curiosidade.

Os rapazes transportaram todos para a sua cidade o jogo Pong Game, fizeram alterações que jogaram, embora os ratos nos tenham pregado algumas partidas e os jogos algumas vezes encravado.

SL preferiu levar o jogo do Minotauro, que alterou multiplicando os elementos. AC e MG preferiram levar as roupas e os outros componentes tradicionalmente considerados mais femininos, colocando-os na casa, multiplicando-os e colando-os noutros motivos. Tiveram ainda tempo de aprender a escrever o nome na parede e no telhado.

O facto de os ratos e os jogos terem encravado fez com que tivesse de permutar mais vezes o atendimento aos alunos gastando mais tempo. Os alunos têm ainda pouca autonomia, necessitando de bastante tempo que por vezes é humanamente impossível prestar.

Na próxima sessão necessito coordenar melhor o desenrolar dos acontecimentos, para proporcionar mais autonomia, tentando assim proporcionar mais trabalho final. Apesar de tudo penso que se ganhou mais experiência de manuseamento do ToonTalk.

## SESSÃO 4

**Data:** 2008/05/02.

**Hora:** das 13h 15m às 15 h 00m.

**Participantes:** Todos.

**Desenvolvimento:**

No início o professor mostrou um jogo que fez em casa. Este jogo tinha como pano de fundo uma imagem do ciclo da água e uma nuvem que impulsionava uma gota como uma raquete que impulsiona uma bola.

Os alunos facilmente verificaram que este jogo funcionava de forma similar ao jogo Pong Game da cidade Playground.

Aproveitei para mostrar que as imagens se podiam virar e lá se encontram as engenhocas que as animam. Estas engenhocas podem-se colocar na parte de trás de uma imagem, como algo

que está dentro de uma máscara, ficando esta com a mesma animação.

Foi lançado um desafio, fazerem também um jogo. Tinham que ir a uma cidade criada por mim buscar um caderno com algumas imagens relacionadas com o ciclo da água, para poderem escolher as que mais lhes agradavam.

A actividade criou entusiasmo e meteram mãos à obra. A principal complicação foi a confusão criada pela abertura de muitas janelas para retirar as enghocas que originou o escapar de umas janelas para dentro de outras e a dificuldade em saber onde está. Por outro lado nesta confusão imagens ficam em cima de outras imagens e o rato Marretas ia-as colando.

O substituto da bola foram as duas gotas de água sendo a nuvem a preferida para a raquete embora um tivesse escolhido a chuva. Só duas imagens do ciclo da água foram escolhidas por coincidência ou não as maiores.

Quase todos colocaram mais velocidade na gota/bola, tal como viram no meu jogo. Houve quem mascarasse a raquete com a que é animada com as teclas SHIFT e CTRL e ficasse surpreendido por esta não funcionar com o rato. PT colocou duas nuvens/raquete e também ficou admirado quando descobriu que o rato manipulava as duas ao mesmo tempo.

Penso ter sido a sessão que até aqui correu melhor salientando que como não houve a aula das 14 horas, os alunos ficaram mais 45 minutos. Os que acabaram primeiro ficaram empenhados em jogar o puzzle do ToonTalk de forma tão empenhada, que pediam a minha ajuda, esquecendo-se que ainda havia colegas a terminar o trabalho.

## SESSÃO 5

**Data:** 2008/05/09.

**Hora:** das 13h 15m às 14 h 00m.

**Participantes:** Todos

**Desenvolvimento:**

No dealbar, enquanto os computadores da sala que são mais lentos arranquem, o professor mostrou no seu computador uma animação simples do ciclo da água, que vem referenciada na planificação do trabalho de campo. O ficheiro desta cidade foi copiado para os computadores da sala.

Alguns alunos olharam para mim e disseram, em jeito de premonição, que iriam fazer uma

animação similar. *Correcto.* - Disse eu. – *Mãos à obra.*

Foi explicada a proveniência das animações e reflectiu-se sobre a forma de se irem procurar e transportá-las para a sua cidade. Fez-se um exercício de memória, tentando recordarem-se dos passos necessários. Colocar numa caixa azul o caderno fazer cópia, ctrl C, retirar imagens...

O tempo foi passando, actividade decorreu como o habitual, a maioria ainda não atingiu uma habilidade que permita trabalhar com alguma rapidez, mas apenas com o entusiasmo e a vivacidade própria da sua idade. Aos problemas de manuseamento foram surgidos outros como o da chuva que saía da imagem desaparecia pela sala. Foi necessária a colaboração de todos para resolver o problema, solucionado com a colocação de molduras que obrigavam a chuva a fazer ricochete.

Os 45m voaram e modelação deste ciclo ficou com algum atraso.

## SESSÃO 6

**Data:** 2008/05/16.

**Hora:** das 13h 15m às 15 h 00m.

**Participantes:** 5. RJ Faltou por motivos familiares.

### **Desenvolvimento:**

Esta sessão foi uma mera continuação da actividade da sessão anterior. Por motivos de funcionamento da escola (provas de aferição do 6º ano) existiam mais quarenta e cinco minutos disponíveis.

Como já tinham pensado nas imagens que pretendiam e estas estavam à sua disposição tinham condições para o prosseguir mais rapidamente. Mesmo assim o trabalho foi bastante demorado porque o manuseamento da ferramenta é lento e por vezes há passos extraviados que necessitam de ser repensados para na próxima vez se façam de forma correcta. É necessária uma constante progressão pelo processo tentativa-erro para se refinar o manejo do ToonTalk.

Não concluíram o trabalho AF e claro RJ.

Trabalhar nestas pequenas sessões é agradável, pelo conhecimento que tenho agora julgo que teria sido melhor ter começado no início do ano, ainda que nos primeiros meses não introduzisse esta ferramenta. Nesta altura o know-how dos alunos seria superior. Se tivesse trabalhado em ambiente de turma escolar, vinte alunos, era praticamente impossível

controlar a evolução e a aprendizagem de todos.

Embora este trabalho possa parecer fácil, no final quando conversamos e fizemos a avaliação oral conjunta, o que mais me impressionou foi que associaram “ animação que foi retirada da cidade aos fenómenos da água que foram focados nas aulas e concluíram que se não soubessem nada sobre o ciclo da água dificilmente poderiam construir o jogo”.

Foram modelados os conteúdos: evaporação, infiltração e precipitação.

## SESSÃO 7

**Data:** 2008/05/23.

**Hora:** das 13h 15m às 14 h 00m.

**Participantes:** Todos.

**Desenvolvimento:**

AF e RJ continuaram a conclusão da tarefa anterior que concluíram perto do final.

Embora o ciclo da água seja, em minha opinião, a noção central do tema da água, os conteúdos da disciplina para este ano lectivo não se esgotam nele, bem pelo contrário. Foi com este pensamento que foi lançada a ideia de fazer uma actividade diferente. Como as ideias não apareceram lancei o repto de modelar uma experiência. A partir daí começaram a surgir as ideias de modelar a água, o açúcar, a areia e o café entre outras substâncias. Claro que diferentes alunos deveriam modelar diferentes experiências.

Começaram o trabalho colocando/colando na sua cidade as imagens que compõem a animação. Posteriormente foram à cidade Playground buscar as animações que necessitavam para concluir a tarefa. Só PT conseguiu terminar.

Fui sempre apoiando a construção e facilitando a depuração dos problemas que forma surgindo, essencialmente de manuseamento.

A equipa hoje estava mais agitada. Na última quarta-feira realizou-se a marcha de montanha da escola, ontem foi feriado e hoje ainda não tinham estado juntos, não tinham posto a conversa em dia. O rendimento foi menor, uma situação a que estamos habituados nas actividades lectivas regulares. O trabalho continuará na próxima sessão.

## SESSÃO 8

**Data:** 2008/05/30.

**Hora:** das 13h 15m às 14 h 00m.

**Participantes:** todos.

**Desenvolvimento:**

Começou-se por concluir a animação da dissolução do açúcar na água iniciada na sessão anterior, pois nem toda a gente a tinha finalizado.

Recordando as animações da cidade Playground e as imagens que possuíamos, colocou-se a possibilidade de realizar/modelar uma experiência de dissolução de açúcar na água e outra de dissolução de areia na água. Temos pois uma substância que é solúvel na água, o açúcar, e outra que é insolúvel. Seria interessante modelar uma experiência em que a substância solúvel alterasse a cor da água, como por exemplo o café. Também seria encorajante uma experiência de uma solução saturada, no caso serviria a do sal ou do açúcar mas que após a quarta colher o soluto não desaparecesse e ao invés se depositasse no fundo. Como não vislumbramos soluções para estes dois últimos casos abandonamo-los.

Provavelmente se existissem mais alunos e professores neste país ou noutros que usassem a ferramenta e estivessem em contacto entre eles, partilhando este tipo de problemas mais soluções existiriam. Certamente muitas mais probabilidades haveriam de uma mente encontrar a resposta.

No projecto Playground este problema, pelo menos que eu tenha conhecimento nunca se verificou, este contava com as equipas técnicas do projecto, que tinham conhecimento dos novos desenvolvimentos, directamente com a empresa que criou e desenvolve o ToonTalk nos Estados Unidos da América.

Para além do apoio técnico havia a vantagem de as escolas e os parceiros do projecto estarem ligados em rede, podendo desta forma interagir ajudando os parceiros. Seria bem positiva esta ajuda, neste e nos outros casos.

Fomos construindo então as três modelações, ocorrendo de forma habitual, vários erros e falhas foram acontecendo: imagens que se colam, janelas que entram dentro de outras ou animações que não funcionam que vão obrigando a um repensar de processos. Foram modelados os conceitos: soluto, solvente, dissolução e o de solução saturada não conseguimos modelar.

A velocidade de queda dos solutos e o tamanho dos mesmos, foi uma animação construída

de forma diferente pelos alunos. No início tínhamos decidido que faríamos modelações de solutos diferente, mas como houve muita entreaajuda todos conseguiram modelar as três experiências já referidas (açúcar, sal e areia).

## SESSÃO 9

**Data:** 2008/06/06.

**Hora:** das 13h 15m às 14 h 00m.

**Participantes:** AC e MG faltaram neste dia à escola.

### **Desenvolvimento:**

Como já tinha falado com estes alunos durante a semana e tínhamos chegado a um acordo quanto à realização de outro ciclo da água. Enquanto os seus computadores ligavam mostrei as imagens que editei em casa.

Começamos então o trabalho, como de habitual, começando pela imagem de fundo até retirar as animações que se colocam à retaguarda. Sempre com azáfama e alguma confusão, janelas que abem e que depois se esquecem onde estão, outras que saltam para dentro de outras...

Nesta altura as actividades são basicamente orientadas, os alunos têm uma maior autonomia de escolha, precisando constantemente do professor para ajudar a resolver problemas e dar ou assentir uma opinião.

A determinada altura PT sugeriu uma ideia: - *Não seria boa ideia colocar um rio que se desloque dando a sensação de um rio natural?* Claro que todos concordaram com a ideia e então fomos interrogando sobre o que teríamos que fazer.

Em primeiro fomos ao programa Paint.NET e com uma imagem que tínhamos no ficheiro editamos um rio. Posteriormente pensamos numa animação possível e a ideia foi a da nave azul do jogo The space behaviors games. Aconteceu que a animação que no jogo referido se deslocava na diagonal da esquerda da esquerda para a direita e de cima para baixo, no ciclo da água deslocava-se em primeiro na diagonal para baixo e de seguida descrevia uma elipse só que desenquadrada do resto da figura. Fomos então ver as traseiras da animação para tentar descobrir o que de errado se passava mas a campainha tocou e tivemos de acabar a sessão. Ficou este problema para a próxima aula.

## SESSÃO 10

**Data:** 2008/06/17.

**Hora:** das 13h 15m às 14 h 00m.

**Participantes:** Todos.

**Desenvolvimento:**

AC e MG iniciaram o seu trabalho porque faltaram na outra sessão.

Continuamos a pesquisa de outra solução para a animação do rio, tentamos a animação que faz crescer e diminuir as figuras (Growing and Shrinking), viramo-las e analisamos o seu comportamento mas ele não funcionava na imagem. Continuamos a pesquisar na cidade Playground mas também não encontramos outro comportamento similar. O ideal seria uma animação que aumentasse uma vez e diminuísse outra, mas não conseguimos. Este percurso já tinha sido feito em casa e não obtive resultados, aqui com toda a equipa também não conseguimos.

Optamos por introduzir o som da água, sugestão de AF, que está na casa Sounds. A melhor opção seria colocar a animação da nave espacial que faz um som ao explodir, quando uma bala lhe toca, e trocamos o som da explosão pelo da água. Também alteramos a toque da bala pelo da neve. Não conseguimos que o som funcionasse, ele só funciona quando colamos o rio no jogo do espaço mas não no ciclo da água onde só funciona no início da animação. Numa nova tentativa conseguimos que faça constantemente este som.

## SESSÃO 11

**Data:** 2008/06/19.

**Hora:** das 13h 15m às 14 h 00m.

**Participantes:** Todos.

**Desenvolvimento:**

Começamos por apresentar soluções para a animação do sol. AF sugeriu que poderíamos fazer com que ele rodasse. Partimos à procura da animação certa mas o mais semelhante que encontramos foi a elipse já referida na animação do rio e que não a conseguimos pôr a funcionar.

RJ propôs então que poderíamos pôr uma animação que em forma de slide fosse passando

várias imagens de sóis, idêntica a uma que já vira.

Entramos na cidade e retiramos o comportamento da casa Changing Pictures, mas não conseguimos pô-lo a funcionar.

PT sugeriu que voltássemos à cidade procurar o comportamento num jogo. Após pesquisa descobrimo-lo na casa Gadget Games no jogo The Coffin Game. Depois de o levarmos para a nossa cidade começamos a sua instalação que não foi fácil a sua instalação. Após várias depurações conseguimos mas, apenas altera as imagens, umas vezes, quando é bombardeada com evaporações, outras vezes, constantemente. Verificamos que na parte posterior se vão acumulando rectângulos com imagens de uma nave espacial de outra animação. Guardamos esta animação porque foi a de melhor qualidade que encontramos.

No final foram apresentados todos os trabalhos. Foram modelados os conceitos de precipitação, infiltração, evaporação, escoamento e energia solar. Os três primeiro foram modelados sem dificuldade de maior.



# Anexo 3

**Trabalhos realizados pelos alunos**



Os trabalhos realizados pelos alunos, por se encontrarem registados em suporte informático, seguem em CD anexo, entregue com esta tese de mestrado.

Estão arquivados numa pasta com o título: “**TrabalhosDosAlunos**”. Dentro desta pasta, os trabalhos encontram-se repartidos por quatro pastas, cada uma referente a uma fase do estudo distinta (item 6.5, tabela 5) que estão organizados da seguinte forma:

A pasta “**Fase3**” contém os trabalhos realizados na fase: colocar imagens exteriores na ferramenta.

A pasta “**Fase4**” contém os trabalhos realizados na fase: Primeira programação.

A pasta “**Fase5**” contém os trabalhos realizados na fase: Animação de uma pequena experiência com água.

A pasta “**Fase6**” contém os trabalhos realizados na fase: Construção de um ciclo da água com mais animações.

Dentro de cada uma destas últimas pastas estão outras pastas os trabalhos realizados por cada aluno. Estas pastas foram nomeadas com o nome dos alunos referido em 6.4 (AF, AC, MG, PT, RJ e SL).

Para realizar a leitura dos ficheiros pode-se descarregar gratuitamente na internet o programa ToonTalk através do sítio:

<http://www.toontalk.com/English/plans.htm>.