FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

"Roleta Matemática"

Um módulo da aplicação "A Magia dos Números" para o ensino do Mínimo Múltiplo Comum e Máximo Divisor Comum

Germano Vaz Martins

Esta Dissertação foi realizada no âmbito do mestrado em Educação Multimédia.

Orientadores : Prof. Doutor João Carlos Paiva
Prof. Doutor Jaime Carvalho e Silva

Porto
2003

Resumo:

Esta investigação trata da aplicação de um jogo, "Roleta Matemática", numa escola.

A hipótese da investigação é:

"O módulo "Roleta Matemática" é uma mais valia na aprendizagem do M.M.C. e M.D.C."

Trata-se de uma investigação quantitativa. Envolveu 4 turmas do 8º da Escola EB2,3 Manuel de Faria e Sousa de Felgueiras. A pesquisa incluiu a aplicação de pré-teste e pós-teste a essas 4 turmas. Para além disso, os grupos que tiveram acesso ao módulo, preencheram a "ficha de tempos" com os tempos realizados para completarem cada jogo.

A variável independente é "tipo de utilização do módulo Roleta Matemática". Existem 3 tipos diferentes de utilização do módulo (em sala de aula, no clube e em casa). Para cada um desses tipos de utilização formamos um grupo experimental. Assim tivemos 3 grupos experimentais e um de controle (4 ao todo).

Os resultados indicaram que o grupo que utilizou o módulo em casa obteve melhores resultados do que o grupo de controle. Os restantes grupos melhoraram, mas não o suficiente.
A hipótese foi ,por isso, só parcialmente provada (para o caso da utilização do módulo a partir de casa).

Esta dissertação emprega as seguintes abreviaturas:

A.M.N. – A Magia dos Números;

M.M.C. – O Mínimo Múltiplo Comum;

M.D.C. – O Máximo Divisor Comum;

Z.D.P. – A Zona de Desenvolvimento Proximal;

Aprox. – Aproximadamente.

Agradecimentos:

Ao Prof. Doutor João Paiva por me ter convidado a integrar o grupo que realizou a aplicação "A Magia dos Números", que se veio a tornar na minha melhor e maior contribuição para a diminuição do insucesso escolar na disciplina de Matemática – o sonho de qualquer professor de Matemática. As ideias originais e experientes dos Prof. Doutores João Paiva e Jaime Silva, tais como a estrutura em módulos independentes com objectivos diferentes uns dos outros, bem como a definição da dinâmica, interacção e objectivo de cada módulo, permitiram à A.M.N. atingir a posição de destaque que tem hoje.

Aos meus colegas do Mestrado de Educação Multimédia pelas suas preciosas críticas construtivas.

Aos meus colegas de matemática do 3º ciclo Paula Cohen, Marta Festas, Paulo Morais e Tatiana, que se mostraram incansáveis na colaboração que foram prestando ao longo de toda a pesquisa. Sem eles ser-me-ia impossível levar a bom termo esta investigação.

Aos professores e funcionários da Escola EB2,3 Manuel de Faria e Sousa que tornaram possível o normal desenvolvimento da pesquisa.

E aos alunos das turmas do 8º ano envolvidas na pesquisa.

Obrigado!

Índice

Resumo 1

Abreviaturas 2

Agradecimentos 3

Índice 4

Capítulo I – Introdução 7

1 – Formulação do problema 7
1.1 – O problema e o objectivo 7
1.2 – A organização da dissertação 8

2 – Alguns fundamentos teóricos 10
2.1 – Zona de Desenvolvimento Proximal (Z.D.P.) 10
2.2 – O estado de "fluxo" ("flow") 10
2.3 – As inteligências múltiplas 11
2.4 – O processo de equilíbrio (assimilação e acomodação) 14
2.5 – Os modelos conceptuais ("mental models") 16
2.6 – A complexidade 18
2.7 – Os micromundos 18

3 – A actividade lúdica e o jogo 20
3.1 – O lúdico e o jogo 20
3.2 – As crianças e o lúdico 23
3.3 – Os jogos, os micromundos e a complexidade 25

4 – O lúdico e a aprendizagem 29
4.1 – A dificuldade em estudar 29
4.2 – A reflexão e o jogo 31
4.3 – A escola 32
4.4 – Os jogos e a Matemática 35

Capítulo II – A aplicação "A Magia dos Números" (A.M.N.) 40

1 – Os jogos educativos 40
1.1 – Avaliação do *software* educativo 40
1.2 – Classificação dos jogos educativos 43

2 – Os módulos da A.M.N.. 46

2.1 – Considerações 46
2.2 – Descrição dos módulos 48
2.3 – Impacto na comunidade escolar. 61
2.4 – Planos para o futuro da A.M.N.. 64

Capítulo III – Metodologia 65

1 – Hipóteses e metodologia 65

2 – A pesquisa 69

Capítulo IV – Análise e discussão dos dados 81

1 – Média e desvio padrão 81

2 – Análise de regressão 83

3 – Comparação das médias dos pré-testes (Testes T) 87

4 – Análise emparelhada (Teste T) 90

5 – Comparações das médias das diferenças entre os testes 94

Capítulo V – Conclusões 96

1 – Conclusão e reflexão 96

2 – Limitações 99

3 – Sugestões para o futuro 101

Bibliografia 103

Anexos 108

Anexo A – Pré-teste A 109

Anexo B – Pré-teste B 110

Anexo C – Pós-teste A 111

Anexo D – Pós-teste B 112

Anexo E – Ficha de tempos 113

Anexo F – Grupo Aula – Resultados dos testes 114

Anexo G – Grupo Clube – Resultados dos testes 115

Anexo H – Grupo Casa – Resultados dos testes 116

Anexo I – Grupo Controle – Resultados dos testes 117

Anexo J – Grupo Aula – Os tempos realizados 118

Anexo K – Grupo Clube – Os tempos realizados 119

Anexo L – Grupo Casa – Os tempos realizados 120

Capítulo I – Introdução

1 – Formulação do problema e organização da dissertação

1.1 – O problema e o objectivo

A palavra "matemática" tem, muitas vezes, uma carga negativa. Julgamos necessário eliminar a ideia frequente nos alunos portugueses de que a matemática é inacessível e abstracta. O público e os média reproduzem quase diariamente esta visão e compete-nos a nós, adeptos das ciências em geral e da matemática em particular, contrariá-la, na sala de aula, nos clubes de ciência, nos projectos de turma e fora da escola. A nossa proposta tem por base a utilização de jogos educativos no computador. Os currículos e os próprios professores estão cada vez mais receptivos a aceitarem o papel das novas tecnologias, mas, por vários motivos, a sua utilização não é ainda generalizada [1] [2]. Os próprios jogos de acção ditos "não didácticos" contêm uma vertente educativa. Greenfield [3] alerta para o facto de os jogos de acção, além da capacidade motora, desenvolverem:

- a capacidade do processamento "paralelo" por parte dos alunos, isto é, a capacidade de recolher informações de diversas fontes simultaneamente;
- o esforço indutivo (ao fim de algum treino as jogadas passam a ser intencionais e sequenciais);
- a cooperação entre alunos sempre que os jogos possam ser jogados em equipa, com um objectivo comum a ser alcançado pelos jogadores;
- a estratégia de integrar as variáveis interactivas fornecidas durante o jogo;
- a flexibilidade cognitiva;
- a transferência de conceitos para um novo domínio e a generalização do conhecimento formal;
- a aptidão espacial;
- a capacidade de coordenar informação visual proveniente de múltiplas perspectivas.

Existe, porém, um certo preconceito quanto a aprendizagens baseadas em jogos, argumentando-se que a actividade produzida é irrelevante ou que não se aprende brincando. Rieber *[4]* responde:

> *"...pesquisa extensa sobre jogos com crianças e adultos, em antropologia, psicologia e educação, indica que os jogos são mediadores importantes para a aprendizagem e socialização ao longo da vida. "*

e ainda:

> *"A utilidade dos jogos como uma ferramenta para o projecto de micromundos vai bastante além das suas características inerentemente*

motivacionais. Eles oferecem uma função organizacional baseada em factores cognitivos, sociais e culturais, todos eles relacionados com o acto de jogar. "

A aplicação "A Magia dos Números" (A.M.N.) surgiu precisamente para darmos resposta a este problema e tendo em mente os pressupostos referidos. "A Magia dos Números" (http://nautilus.fis.uc.pt/mn) é um programa informático constituído por diversos módulos independentes, relacionados com números, curiosidades numéricas e conceitos matemáticos. Está integrado no portal científico "Mocho" (http://www.mocho.pt).
Todos os módulos têm como objectivo principal, incentivar o gosto pela matemática. Alguns têm também a finalidade de apoiar os alunos, na escola ou em casa, a apropriarem-se de certos conceitos matemáticos. Até ao último ano lectivo a A.M.N. era constituída por 14 módulos que descrevemos no ponto 2 do capítulo II.
Para esta dissertação foi projectado e realizado um 15º módulo chamado "Roleta Matemática" que é um jogo que tem como objectivo o ensino do Mínimo Múltiplo Comum (M.M.C.) e do Máximo Divisor Comum (M.D.C.).

O problema que está na base desta tese é o seguinte:

"Será que o módulo "Roleta Matemática" é uma mais valia na aprendizagem do M.M.C. e M.D.C.?"

1.2 – Organização da dissertação

No desenvolvimento desta tese optamos por não aprofundar – ou mesmo não abordar – reflexões genéricas sobre o triângulo tecnologia-ensino-matemática. Esta opção prende-se com o facto de muitos trabalhos versarem esta temática, sendo nossa convicção que aprofundar o contexto restrito desta tese trás mais vantagens para nós próprios e para a comunidade educativa que, por ventura, possa beneficiar deste trabalho.

O capítulo I é uma introdução à dissertação onde figuram:
- no ponto 1, a descrição do problema e dos objectivos;
- no ponto 2, algumas teorias que servem de apoio teórico à dissertação;
- no ponto 3, os imprescindíveis fundamentos teóricos especificamente relacionados com a ligação entre os jogos e as crianças;
- no último ponto, a inter-relação entre os jogos e a aprendizagem.

O capítulo II descreve os módulos da A.M.N. e inclui:
- no ponto 1, a teoria ligada à avaliação de software educativo e da classificação dos jogos educativos;

- no ponto 2, a descrição dos 15 módulos da A.M.N. ;
- no ponto 3, os planos para o futuro da A.M.N. .

No capítulo III é exposta todo a metodologia seguida na investigação empreendida.

No capítulo IV são apresentadas as conclusões, limitações e sugestões para o futuro.

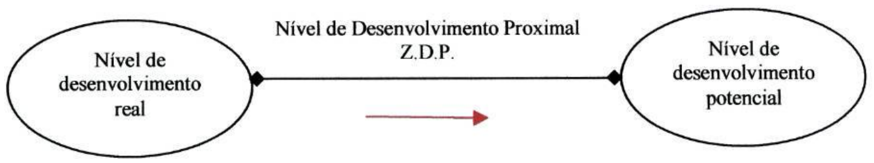
A dissertação termina com a bibliografia e os anexos.

2 – Alguns fundamentos teóricos

2.1 – Zona de Desenvolvimento Proximal (Z.D.P.)

O conceito de Z.P.D. é definido por Vigotsky [5] da seguinte forma:

> *"... a distância entre o nível de desenvolvimento real que se costuma determinar através da solução independente de problemas e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes."*



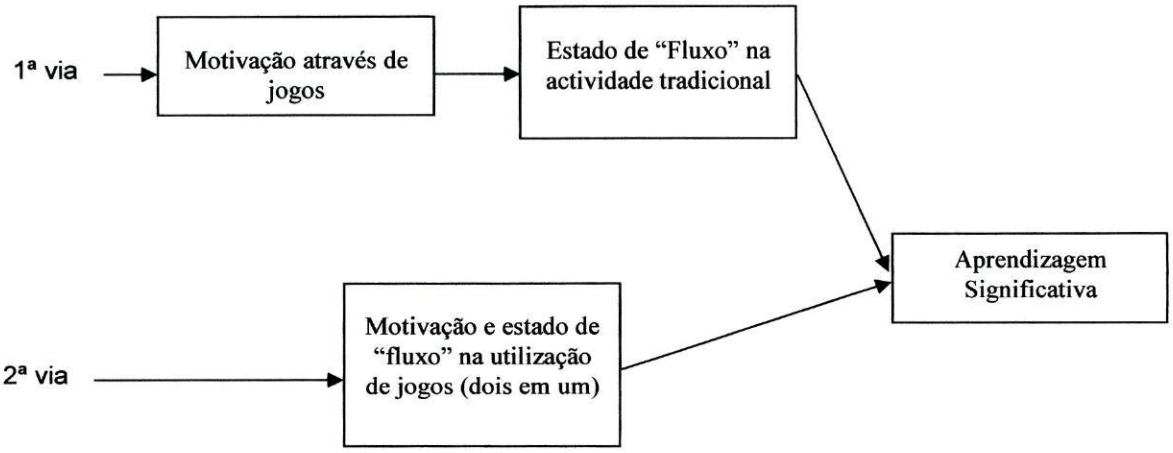
Esq. 1: A Z.P.D.

O esquema 1 mostra bem o significado da Z.D.P. Trata-se da distância entre duas zonas de desenvolvimento, a **real**, que indica o nível que a criança pode atingir sozinha, e a **potencial** que é o nível que ela pode atingir com a ajuda de terceiros. O objectivo, na sala de aula, é irmos diminuindo a Z.D.P. Isto é, preparar a criança para alcançar sozinha, sem a ajuda de terceiros, os objectivos da lição.
Como veremos, os jogos vão ajudar nessa tarefa de diminuição da Z.D.P.

2.2 – A "fluxo" ("flow")

A teoria do "fluxo", mais conhecida por "flow", que está a ser desenvolvida por Mihaly Csikszentmihalyi [6], fala-nos de um estado (de "fluxo") pelo qual passamos sempre que nos deixamos absorver pela tarefa que estamos a empreender. Tão absorvidos estamos que deixamos de pensar em tudo o que não esteja directamente relacionado com ela. Isso sucede a qualquer pessoa, em diversas ocasiões. Basta estarmos atentos para o poder verificar. O ideal seria estarmos assim em todas as tarefas que realizamos.
Na sala de aula, o papel do professor é precisamente tentar motivar os alunos para que estes atinjam um estado de "fluxo" nas tarefas propostas. Dessa forma a aprendizagem passará a ser mais significativa.

Para atingir tal objectivo, o professor tanto pode fazer apelo às novas tecnologias como a métodos ditos "tradicionais". Só que neste último caso, terá que existir um trabalho prévio que transforme positivamente a imagem que o aluno tem da matéria curricular que tem de aprender. É aqui que os jogos têm um papel fundamental. Eles são um meio para ajudar os alunos a alcançarem o estado de "fluxo" nas actividades propostas, sejam elas tradicionais ou não.



Esq. 2: O estado de "fluxo".

A primeira via do esquema 2 refere jogos que têm uma acção motivadora, dessa forma o suporte para a aprendizagem formal ficaria a cargo de outro tipo de actividades (mais tradicionais).
A segunda via refere jogos que têm a capacidade para motivar e também apoiar directamente a aprendizagem. A A.M.N. tem módulos de ambos os tipos como se descreverá mais à frente.

2.3 – As inteligências múltiplas

As tabelas 1 e 2 que se seguem são da autoria de Antunes [7] e demonstram bem o quanto são diferentes as inteligências se tivermos em conta as habilidades envolvidas.

INTELIGÊNCIA	DESCRIÇÃO	RELAÇÃO C/ OUTRAS	EXEMPLOS PESSOAIS	HABILIDA-DES	AGENTES
LINGUÍSTICA (Hemisfério esquerdo. Vocabulário: lobo frontal, acima do lobo temporal. Linguagem: lobo temporal).	Capacidade de processar rapidamente mensagens linguísticas, de ordenar palavras e dar sentido lúcido às mensagens.	Relaciona-se com todas as demais e, particularmente, com a lógico-matemática e a cinestésica corporal.	Shakespeare, Dante Alighieri, Cervantes, Dostoiévski, Guimarães Rosa, Clarice Linspector, Cartola, Adoniran Barbosa, Vinicius de Moraes, escritores, radialistas, advogados e, principalmente, poetas.	Descrever Narrar Observar Comparar Relatar Avaliar Concluir Sintetizar	Pais Avós Professores Amigos
LÓGICO-MATEMÁTICA (Lobos frontais e parietais esquerdos)	Facilidade para o cálculo e para a percepção da geometria espacial. Prazer específico em resolver problemas embutidos em palavras cruzadas, charadas ou problemas lógicos como os do tangram, dos jogos de gamão e xadrez.	Inteligência linguística, espacial, cinestésica, corporal e, principalmente, a musical.	Euclides, Pitágoras, Newton, Bertrand Russel, Einstein, engenheiros, arquitetos e mestres de obras.	Enumerar Seriar Deduzir Medir Comparar Concluir Provar	Pais Professores especificamente treinados
ESPACIAL (Hemisfério direito)	Capacidade de perceber formas e objectos mesmo quando apresentados em ângulos não usuais, capacidade de perceber o mundo visual com precisão, de efectuar transformações sobre as percepções, de imaginar movimento ou deslocamento interno entre as partes de uma configuração, de recriar aspectos da experiência visual e de perceber as direcções no espaço concreto e abstracto	Com todas as demais especialmente a linguística, a musical e a cinestésica corporal.	Ray Bradbury, Isaac Assimov, Karl Marx, Picasso, Darwin, Dalton, Chico Buarque de Holanda, escritores de ficção, exploradores, geógrafos, marinheiros, artistas abstracionistas.	Localizar no espaço Localizar no tempo Comparar Observar Deduzir Relatar Combinar Transferir	Pais Professores Alfabetizadores linguísticos e cartográficos
MUSICAL (Hemisfério direito, lobo frontal)	Facilidade para identificar sons diferentes. Reconhecer sons naturais e, na música, perceber a distinção entre tom, melodia, ritmo, timbre e frequência. Isolar sons em agrupamentos musicais.	Mais intensamente com a lógico-matemática e com as pictórica e cinestésica-corporal.	Beethoven, Chopin, Brahms, Schubert, Tchaikóvsky, Carlos Gomes, Villa Lobos, Tom Jobim, Cartola, Caetano Veloso, Paulinho do Viola, compositores, poetas, naturalistas.	Observar Identificar Relatar Reproduzir Conceituar Combinar	Pais Avós Professores devidamente sensibilizados

Tab. 1: As Inteligências Múltiplas.

INTELIGÊNCIA	DESCRIÇÃO	RELAÇÃO C/ OUTRAS	EXEMPLOS PESSOAIS	HABILID-ADES	AGENTES
CINESTÉSICA-CORPORAL (Hemisfério esquerdo)	Capacidade de usar o próprio corpo de maneira diferenciada e hábil para propósitos expressivos. Capacidade de trabalhar com objectos, tanto os que envolvem motricidade específica quanto os que exploram uso integral do corpo.	Principalmente as inteligências linguística, espacial e pictórica.	Nijinsky, Nureyev, Pelé, Garrincha, Magic Johnson, mímicos, bailarinos, atletas e também concertistas, cirurgiões e muitos outros.	Comparar Medir Relatar Transferir Demonstrar Interagir Sintetizar Interpretar Classificar	Instrutores de dança e esportes Pais Professores
PICTÓRICA (Hemisfério direito)	Capacidade de expressão por traço, desenho ou caricatura. Sensibilidade para dar movimento e beleza a desenhos e pinturas, autonomia para captar e retransmitir as cores da natureza, movimentar-se com facilidade em diferentes níveis da computação gráfica.	Inteligência linguística, espacial, cinestésicacorporal, mas principalmente a musical.	Giotto, Botticelli, Rafael, Leonardo da Vinci, Michelângelo, Portinari, Tarsila do Amaral, Bill Anderson, cartunistas, pintores, ilustradores, especialistas em computação gráfica.	Observar Reflectir Reproduzir Transferir Criticar Concluir	Pais Professores especificamente preparados
NATURALISTA (Hemisfério direito, presumivelmente)	Atração pelo mundo natural e sensibilidade em relação a ele, capacidade de identificação da linguagem natural e capacidade de êxtase diante da paisagem humanizada ou não.	Com todas as demais, especificamente com as inteligências linguística, musical e espacial.	Darwin, Humboldt, La Condamine, Mendel, Ruschi, Noel Nutels, Villas-Boas, Burle Marx, naturalistas, botânicos, geógrafos, paisagistas.	Relatar Demonstrar Selecionar Levantar hipótese Classificar Revisar	Avós Pais Professores
PESSOAIS Inter e intrapessoal (Lobos frontais)	Interpessoal: capacidade de perceber e compreender outras pessoas, descobrir as forças que as motivam e sentir grande empatia pelo outro indistinto. Intrapessoal: capacidade de auto-estima, automotivação, de formação de um modelo coerente e verídico de si mesmo e do uso desse modelo par operacionalizar a construção da felicidade pessoal e social.	As inteligências pessoais interagem e relacionam-se com todas as demais, particularmente com a linguística, a naturalista e a cinestésica-corporal.	Proust, Gandhi, Freud, Anne Sullivan, Adler, Joana D'Arc, Martin Luther King, Antônio Conselheiro, Padre Cícero, pessoas reconhecidas como "carismáticas", políticos, líderes religiosos, psicoterapeutas, psicólogos, assistentes sociais.	Interagir Perceber Relacionar-se com empatia Apresentar auto-estima e auto-conhecimento Ser ético	Pais Psicólogos Professores devidamente treinados

Tab. 2: As Inteligências Múltiplas (cont).

Cada aluno utiliza as mais diversas inteligências de uma forma própria. Para que o aluno possa ter uma aprendizagem significativa, terá que utilizar as inteligências mais favoráveis para ele. Os professores têm que ter em consideração o tipo de aluno e os conceitos que pretendemos transmitir. Isto é, o professor terá de diversificar a abordagem, torná-la mais visual, mais auditiva, mais lógica e interessante. A utilização de aplicações multimédia e de jogos é uma boa opção. O multimédia está hoje preparado para dar resposta aos diferentes tipos de abordagens necessárias. Relativamente aos jogos educativos, estes estão cada vez mais próximos dos videojogos e dos produtos mutimédia mais recentes e portanto bem ao gosto dos alunos de hoje.

Segundo Antunes [7], os jogos sensoriais criados por Maria Montessori procuravam estimular os mais diversos sentidos. Foram realizados com base nas pesquisas de Frôbel que foi o 1º filósofo a defender o uso do jogo para educar crianças pré-escolares.

Antunes, tendo como alvo as crianças, enumerou, para várias inteligências, os jogos que as estimulariam. Na tabela 3 que se segue são apresentados alguns exemplos de jogos relacionados com o ensino da matemática que utilizam e desenvolvem algumas inteligências:

Inteligências	Exemplos
Lógico-Matemática	Dominó; O jogo das tampinhas; O jogo das formas; O baralho de cartas.
Visual-Espacial	O jogo da sucessão; O jogo da memória; As damas.

Tab. 3: As Inteligências Múltiplas e os jogos (exemplos).

2.4 – O processo de equilíbrio (assimilação e acomodação)

Para Piaget, a actividade intelectual funciona em conformidade com todo o organismo, existindo um processo contínuo de adaptação ao meio. O organismo discrimina entre a miríade de estímulos e sensações com os quais é bombardeado e organiza a informação tanto quanto possível, numa estrutura mais ou menos hierárquica. Esse processo é constituído por duas operações: a assimilação e a acomodação [8] [9].

Um conceito importante segundo Piaget é o chamado esquema (*schema*). Os esquemas são estruturas mentais ou cognitivas [10]. Uma criança recém-nascida apresenta poucos esquemas. Mas a estrutura cognitiva nunca mais vai parar de crescer tornando-se cada vez mais complexa. Verifica-se que os esquemas cognitivos dos adultos derivam dos esquemas sensório-motores da criança. Existe, portanto, um aperfeiçoamento constante dos esquemas anteriores [11].

Para Wadsworth [10], a assimilação não é mais do que a classificação e adaptação do novo estímulo às estruturas cognitivas preexistentes. Quando uma criança se depara com um animal até então desconhecido, ela irá imediatamente classificá-lo a partir das características dos animais que conhece. Por exemplo, o cavalo poderá parecer-lhe um cão enorme. Ora, até que os pais, professores ou colegas não lhe forneçam mais informação o cavalo é um cão. Posteriormente ela irá ter consciência de que o cavalo está num esquema desajustado. Restam duas hipóteses: ou o cavalo pertence a um outro esquema já existente ou terá que criar um novo esquema.

Wadsworth diz que a assimilação explica o crescimento (uma mudança quantitativa) enquanto a acomodação explica o desenvolvimento (uma mudança qualitativa) [10]. Piaget afirma que não existe assimilação sem acomodação nem acomodação sem assimilação. Tal significa que não estamos na presença de um processo sequencial mas sim de um processo contínuo de contornos pouco definidos [9]. Para Wadsworth a adaptação é um equilíbrio constante entre a assimilação e a acomodação [10]. Na assimilação, os estímulos são "forçados" a ajustar-se à estrutura da pessoa, ao passo que na acomodação é a pessoa que é "forçada" a mudar a sua estrutura para se acomodar ao estímulo. Existe, portanto, uma cedência mútua entre os dois processos e a harmonia entre estes corresponde a um processo de equilíbrio. A teoria do equilíbrio é sustentada por dois postulados organizados por Piaget [9] :

1º Todo o esquema de assimilação tende a alimentar-se e a incorporar elementos exteriores compatíveis com a sua natureza.

2º Todo o esquema de assimilação é obrigado a acomodar-se aos elementos que assimila modificando-se em função das suas particularidades mas sem, com isso, perder a sua continuidade nem a sua capacidade anterior de assimilação.

Tudo isto funciona como um sistema de comportas. Se o esquema está preparado para receber o estímulo o equilíbrio existe (o nível das águas é o mesmo), caso não se consiga assimilar imediatamente o estímulo (o nível das águas é diferente), seremos obrigados a mudar a estrutura ou a criar uma nova até ser possível assimilá-lo e, então sim, atingir o equilíbrio. Piaget identifica três formas de equilíbrio [12]:

1ª - Equilíbrio entre a assimilação dos esquemas e a acomodação destes aos objectos.

2ª - Equilíbrio que assegura as interacções entre os esquemas, pois, se as partes apresentam propriedades do todo também apresentam propriedades diferenciadas. Os esquemas pertencem a conjuntos de esquemas maiores. Temos pois um processo de assimilação/acomodação entre os esquemas de um mesmo grupo sempre que um deles é modificado.

3ª - Equilíbrio entre os esquemas e a totalidade. Enquanto na forma anterior o equilíbrio ocorre nas interacções entre as partes, nesta ocorre nas interacções entre as partes e o todo. Na segunda temos equilíbrio por diferenciação (as semelhanças não precisam de acomodação) e na terceira por integração. A diferenciação está mais ligada ao processo de assimilação e a integração ao processo de acomodação.

Na teoria da aprendizagem de Ausubel, existe uma preocupação com o processo de compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação envolvida na cognição [13]. Ausubel baseia-se no construtivismo, segundo o qual a cognição surge por construção, a aprendizagem é pessoal e idiossincrática (cada indivíduo filtra o que aprende, atribuindo um significado próprio a cada nova experiência). Um "subsunçor" é um conceito ou uma proposição já existente na estrutura cognitiva do aprendiz que serve de ancoradouro a uma nova informação, permitindo acomodá-la na estrutura cognitiva e atribuir-lhe significado. Segundo Silveira [14]:

> *" ...a aprendizagem significativa caracteriza-se por uma interacção (não uma simples associação), entre aspectos específicos e relevantes da estrutura cognitiva e as novas informações, através da qual estas adquirem significado e são integradas à estrutura cognitiva de maneira não arbitrária e não literal, contribuindo para a diferenciação, elaboração e estabilidade dos subsunçores preexistentes e, consequentemente, da própria estrutura cognitiva."*

Este processo de construção pressupõe uma preocupação pela organização da estrutura cognitiva do aprendiz. Tem de atender ao facto de o indivíduo, para aprender significativamente, dever possuir uma estrutura cognitiva preparada com os subsunçores adequados para o processo de assimilação/acomodação.
Nem toda a descoberta é necessariamente aprendizagem significativa. A aprendizagem significativa contrapõe-se à aprendizagem mecânica, que surge quando não há interacção com subsunçores. Para que a aprendizagem seja significativa a informação deve fazer sentido para o aluno e isto só acontece quando ela se "ancora" a conceitos relevantes.

Como referiu Bruner um aluno tem que mostrar interesse pelo que tem de aprender. Se não o fizer existe o risco de esquecimento causado por acomodação mal realizada [15].

No capítulo II veremos que cada módulo da A.M.N. tem o seu próprio lugar no processo assimilação/acomodação.

2.5 – Os modelos conceptuais ("mental models")

Para Peter Senge [16], os "mental models" são imagens mentais solidamente incrustadas na nossa mente e tentam representar a forma como o mundo funciona. Eles limitam a nossa forma de agir e influenciam o nosso comportamento.

No fundo, os "mental models" são modelos conceptuais, esquemas cognitivos assimilados ao longo da vida, provenientes da experiência pessoal ou transmitidos por terceiros, que influenciam a nossa forma de agir e pensar. Alguns estão mal formados e portanto têm uma influência negativa no nosso dia a dia e na nossa progressão enquanto ser aprendiz.

Quanto à integração do multimédia na sala de aula, existem também "mental models" prejudiciais (ver tabela 4).

MENTAL MODELS	A REALIDADE
"O ensino é um assunto sério"	Sabemos hoje que as crianças aprendem mais depressa se o assunto lhes agradar.
"Os computadores em sala de aula, são novas tecnologias que só uma nova geração de professores pode manipular"	Já existem muitos programas e jogos de muito fácil utilização. Esse argumento já está desactualizado.
"O multimédia requer um determinado tipo de turma"	É claro que turmas diferentes exigem aulas diferentes, mas não existem turmas adversas ao multimédia.
"A turma fica fora de controle se o assunto lhes agrada em demasia"	Só ficam mais irrequietas as turmas que (mal) habituadas a aulas a "preto e branco" são surpreendidas por uma aula completamente diferente.
"Os manuais não estão adequados a aulas multimédia"	Os jogos estão directamente ou indirectamente presentes em praticamente todos os manuais (entre as actividades sugeridas pelos mesmos). Existe na Internet *software* disponível para o efeito.

Tab. 4: Os "mental models" negativos e as aulas multimédia.

Um dos grandes desafios para os professores é a eliminação, alteração ou substituição dos "mental models" prejudiciais. No caso da Matemática este seria um grande passo no combate ao insucesso escolar.

Veremos no ponto 4 que os jogos educativos têm um papel significativo na eliminação dos "mental models" prejudiciais à aprendizagem da Matemática.

2.6 – A complexidade

A **complexidade** é uma linha teórica que se baseia na necessidade de analisar as partes tendo bem consciência do todo. Por exemplo, na educação, existem formas de aproveitar de forma positiva essa via através de:

- contextualização histórica;
- trandisciplinaridade;
- visitas de estudo;
- sensibilização dos alunos relativamente aos problemas do mundo;
- intercâmbios entre escolas;
- participação dos pais na vida escolar dos jovens;
- palestras de personalidades públicas, na escola.

A partir da visão do todo, as crianças conseguem ligar os conhecimentos entre si e formar dessa forma esquemas cognitivos mais ricos e mais consistentes.

Todos nós sabemos como o mundo é complexo. O mundo (e qualquer das suas partes) é de tão grande complexidade que nem os adultos muitas vezes compreendem o seu funcionamento. Existe um elevadíssimo número de variáveis em jogo sempre que pretendemos obter um modelo fiável relativamente a uma qualquer situação da vida real. A criança tem um filtro natural que funciona como sistema de protecção. Ela não se apercebe da complexidade que a rodeia e recebe informações muito simplificadas que não a perturbam. Um dos meios que a criança tem de se aproximar da realidade são as suas actividades lúdicas. Através das brincadeiras ela vai:

- experimentar;
- analisar;
- treinar;
- compreender.

Ou seja, os jogos são uma forma de a criança se aproximar da complexidade da vida real sem, no entanto, ser afectada negativamente por esta.

2.7 – Os micromundos

Um dos conceitos intimamente ligado à complexidade é o de micromundo. Papert [17] dá a seguinte definição:

> *"O micromundo é um ambiente de aprendizagem interactivo onde os pré-requisitos são construídos no sistema e onde os alunos se podem tornar construtores activos da sua própria aprendizagem."*

Os micromundos são ambientes interactivos onde os seguintes aspectos estão presentes:

- Controle por parte do utilizador;
- Contextualização;
- Bom interface visual;
- A sequência de acontecimentos varia de utilizador para utilizador e de jogo para jogo;
- Interessante e cativante;
- Ajuda disponível sempre que pretendida;
- Ferramentas adequadas;
- Liberdade criativa.

Um micromundo é um conjunto de cenários, sistema de comunicação e interacção que envolve a presença virtual de muitos utilizadores (multi-utilizador) e assemelha-se a um simulador simplificado do mundo real ou de um excerto deste. A simplificação é essencial tendo em conta a complexidade presente no mundo real que não podemos pôr em contacto directo com as crianças.

Um exemplo de micromundo é o "Tarta". Na comunicação ao II° Simpósio Investigação e Desenvolvimento de *Software* Educativo de Conceição Costa, Secundino Correia e Teresa Mendes [18] constatamos que o micromundo "Tarta", que deriva do "Logo", parece ter hipóteses de vir a funcionar bem. Mas temos que ter em conta que o "Tarta" é um "Logo" adaptado para a aprendizagem somente da geometria. Na comunicação aparecem as seguintes frases:

> *"O nosso conceito de micromundo é o definido por Edwards (1991) - ambiente baseado num computador ou outro meio, no qual os objectos centrais e relações de um domínio são exemplificados de uma forma concreta ou semi-concreta, tornando-os acessíveis a alunos jovens. Semi-concreto significa que o ambiente do computador simula em alguma extensão as acções ou objectos que existem no mundo físico e que podiam ser esboçados ou construídos usando papel ou lápis."*

Está aqui bem patente a tentativa de aproximação ao mundo físico.

No micromundo a criança pode modificar o que a rodeia bem como as regras gerais do mesmo. O perigo potencial subjacente a este processo é o de estar a ser construído um mundo muito diferente do real. Pois, sabemos que as crianças têm uma visão simplificada do funcionamento do mundo real. Tem pois de haver um mecanismo que circunscreva de forma inteligente a liberdade de acção da criança, de forma a que, gradualmente, o micromundo se aproxime do mundo real. No fundo, qualquer jogo tem sempre um pouco de "micromundo" incorporado.

No ponto seguinte voltaremos a falar nos micromundos, analisando o seu aspecto lúdico intrínseco.

3 – A actividade lúdica e o jogo

3.1 – O lúdico e o jogo

Coleccionar selos não é um jogo, é no entanto uma actividade lúdica. O mundo lúdico é mais abrangente que o dos jogos.
A palavra jogo deriva do vocábulo latino "ludus", que significa diversão e brincadeira.
Araújo [19] dá a seguinte definição para "jogo":

> *"O jogo, é um exercício ou passatempo recreativo sujeito a certas regras ou combinações em que se dispõe habilidade, destreza ou astúcia".*

Para Huizinga [20] o jogo é:

> *"uma acção ou uma actividade voluntária, realizada dentro de certos limites de tempo e de lugar, segundo uma regra livremente consentida, mas imperativa, provida de um fim em si, acompanhada de um sentimento de tensão, de alegria e de uma consciência de ser diferente do que é na vida normal."*

Segundo a teoria de Malone [21] a motivação depende da inter-relação bem sucedida entre as seguintes componentes:

- Desafio;
- Fantasia;
- Curiosidade;
- Controle.

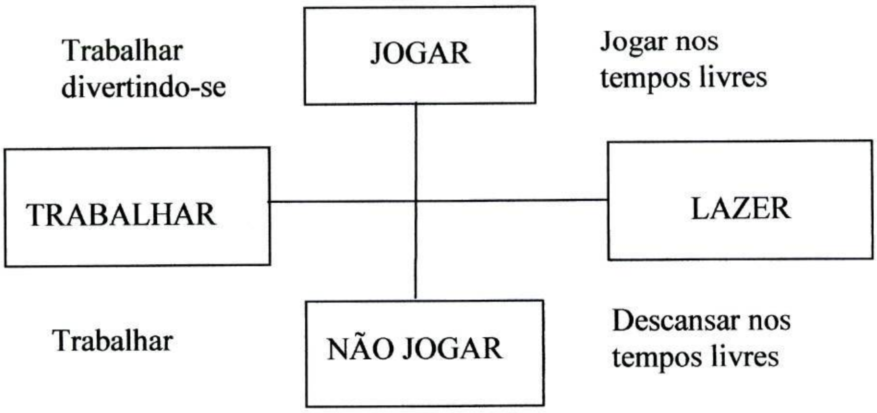
Segundo Schiller [22] a essência do espírito lúdico é:

- ousar;
- correr riscos;
- suportar a incerteza;
- suportar a tensão.

Cabral [23] afirma:

> *"O homem vem ao mundo com um impulso lúdico que lhe permite repetir uma acção a que acha graça, tentando vencer as resistências que esse objectivo apresenta."*

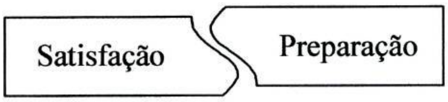
Isto demonstra bem que o lúdico não tem como única finalidade o divertimento.



Esq. 3: O jogo e o trabalho.

O lúdico não é o oposto do trabalho visto ser possível trabalhar divertindo-se. O esquema 3 ilustra bem a ideia de que o oposto do trabalho é o lazer. O jogo não está directamente relacionado com o descanso.

Cada vez mais teremos um trabalho diferente que motive os trabalhadores a obter melhores resultados. Já existem empresas que, no intuito de reciclar de forma mais segura e eficiente os seus empregados, pedem auxilio a empresas especializadas na realização de jogos. É conhecida a utilização de simuladores pelos mais diversos ramos de actividade.



Esq. 4: A satisfação e a preparação para o futuro.

O esquema 4 transmite a ideia de que a satisfação presente no jogo pode não ser um fim em si próprio e ser um meio para a preparação da vida futura.

Segundo Jurki Kasvi [24], nos jogos estão presentes 4 componentes (ver tabela 5).

Componentes	
Representação do real	Aproximação ao mundo real
Interacção	Interacção com o computador e com o oponente
Conflito	problema que temos de resolver
Segurança	Mais seguro que o mundo real

Tab. 5: Mais componentes do jogo.

Na tabela 5 temos uma nova forma de analisar o jogo, estão presentes algumas componentes ligadas ao "real".

Juntando todas estas propostas obtemos a tabela 6 que se segue:

Componentes
Representação do real / Fantasia
Conflito / Resolução do problema
Determinista / Aleatório
Segurança / Risco
Análise estratégica / Intuição

Tab. 6: Resumo das componentes principais de um jogo.

Cada linha da tabela 6 contém termos aparentemente opostos. Existe a possibilidade de um jogo ter uma certa percentagem de ambas. Pode por exemplo ter 30% de fantasia e 70% de realidade como acontece com certos "Role Playing Games" que são jogos em que escolhemos o protagonista que queremos controlar.

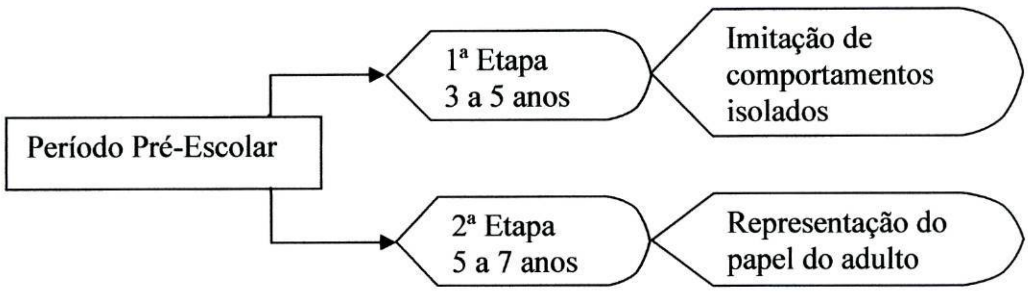
Para o adulto o jogo infantil de "faz de conta" é uma abstracção da realidade, não podendo ser confundido com esta. Para as crianças esse mesmo jogo infantil é um assunto sério. Aqui está exposto o carácter biplanar do jogo na criança. A criança, apesar de saber que não é real, envolve-se nele como se de facto o fosse. Só assim o jogo pode atingir todo o seu potencial educativo.

3.2 – As crianças e o lúdico

A acção lúdica, no início, é determinada pelo brinquedo, isto é, tudo se passa ao nível externo.

Há um certo número de capacidades intelectuais que a criança pode desenvolver utilizando jogos. Cada característica requer o seu tipo de jogo. A utilização dos jogos neste âmbito, permite salvaguardar a criança do perigo que seria o contacto directo com a realidade. Para além disso ser-lhe-à transmitido de uma forma mais natural e consistente toda a informação necessária à sua progressão.

Dos 3 aos 7 anos as brincadeiras passam a ter implicações internas. Surge o "role playing" para responder à necessidade de representação da forma como ela vê o papel social do adulto. Estamos na presença de uma forma própria de conhecer e dominar o que a rodeia. Este é o chamado período pré-escolar (esquema 5) segundo Leontiev [25] e Elkonin [26].



Esq. 5: O período pré-escolar.

Piaget ao teorizar o construtivismo classifica os jogos de acordo com a evolução das estruturas mentais (ver tabela 7).

Jogos	Idades	Designação	Características
Jogos de exercícios	0-2 anos	Sensório-Motor	Satisfação das necessidades.
Jogos simbólicos	2-7 anos	Pré-operatório	Acção para atingir a satisfação (adquirida através do jogo). Obtendo uma certa sensação de poder e realização. Este tipo de jogos são bons para desenvolver os esquemas cognitivos relacionados com a acção. A criança já utiliza símbolos para representar imagens reais.
Jogos de regras	> 7 anos	Operatório	Subordinação às regras.

Tab. 7: Os jogos segundo Piaget.

O professor, na aula, cria uma ZDP e tenta eliminá-la. A ZDP criada tem que ter em atenção o facto de os jogos poderem ter uma componente competitiva que não poderá superar a componente educativa. Dwyer [27] afirma mesmo que temos que iluminar tudo com luz indirecta de forma a termos sempre em conta a ZDP.

No jogo simbólico vivemos num cenário imaginado. Apesar das regras estarem presentes é diferente do jogo de regras que é lógico e previsível. Este tipo de jogo diminui bastante a ZDP. Permite à criança, na sua actividade imaginada, desenvolver a sua estrutura cognitiva com esquemas mentais que são aplicáveis na vida real.

Para Araújo [19] neste tipo de jogos temos:

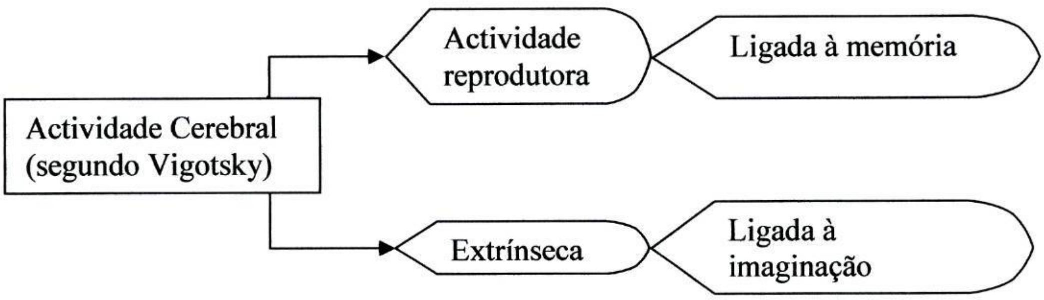
- Liberdade de regras;
- Imaginação e fantasia;
- Falta de objectivos claros;
- Falta de lógica aparente;
- Assimilação da realidade do "eu".

É este o momento em que ela está muito próxima da realidade sem ter que a viver propriamente. Com o avançar dos anos a criança vai sendo mais exigente relativamente à imitação da realidade.

No jogo de regras, as crianças têm de subordinar-se às regras. É na actividade lúdica que as crianças desenvolvem a habilidade de subordinar-se a uma regra, mesmo quando o estímulo directo a impele a fazer algo de diferente. Nessas idades as crianças exigem regras tanto em casa como na escola o que se reflecte nas brincadeiras. A utilização de regras é mais uma aproximação ao mundo real dos adultos.

Os jogos permitem à criança auto-avaliar a sua destreza, compará-la com a dos outros. As regras são o que permite tal avaliação.

Relativamente ao processo assimilação/acomodação, segundo Palangana [28], Piaget e Vigotsky não vêem a influência directa do jogo na alteração da estrutura cognitiva da mesma forma. Para Piaget, o jogo tem um papel mais preponderante na assimilação de conhecimentos do que na acomodação destes, enquanto Vigotsky defende o contrário. A diferença entre os dois está na definição de "imaginação". Para Piaget esta é uma deformação do real enquanto que para Vigotsky esta é a forma possível de lidar com o real (esquema 6).



Esq. 6: A actividade cerebral (segundo Vigotsky)

Jogar é ligar o interior ao exterior, tal como afirma a teoria de Vigotsky.
Para Vigotsky existe uma fase inicial de assimilação à qual se segue a acomodação, que segundo ele tem duas componentes importantes: a dissociação e a associação. No jogo podem existir estas duas fases.

É importante referir que nem todo o lúdico é saudável, por isso, temos um positivo e outro negativo. Todo o lúdico que tem por finalidade o desenvolvimento pessoal e social da pessoa é positivo. Aquele que leva à desintegração social com riscos para a saúde ou cria dependência é negativo.

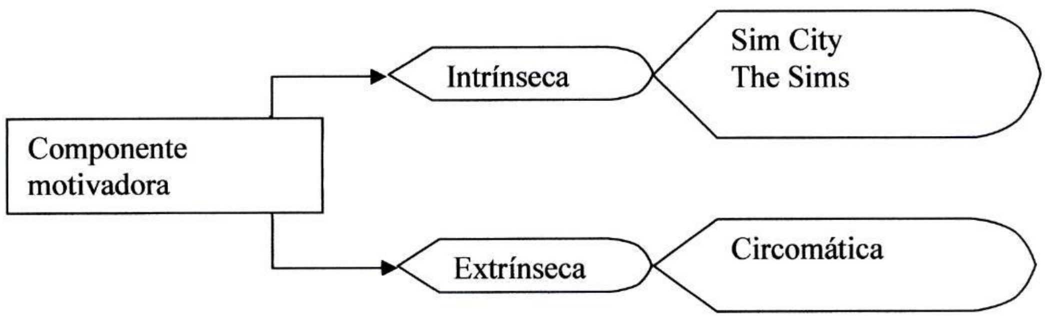
3.3 – Os jogos, os micromundos e a complexidade

Com o evoluir da tecnologia de jogos educativos, estes vão se aproximando do conceito de micromundo.
O jogo "SimCity" é um jogo de estratégia de inegável sucesso. É um jogo de estratégia em que o nosso papel é o de Presidente de Câmara que tem de gerir o crescimento de uma cidade desde a sua fundação. Temos de construir casas, fábricas, estradas, pontes, caminhos de ferro, centrais eléctricas, etc... Para

além disso temos que definir o montante dos impostos a colectar - uma tarefa bem complexa que pode gerar insatisfação popular. Uma evolução do "SimCity" poderia um dia vir a dar num exemplo bem sucedido de micromundo. O Ministério da Educação britânico está a considerar a hipótese de passar a incluir jogos do tipo do "SimCity" no currículo nacional.

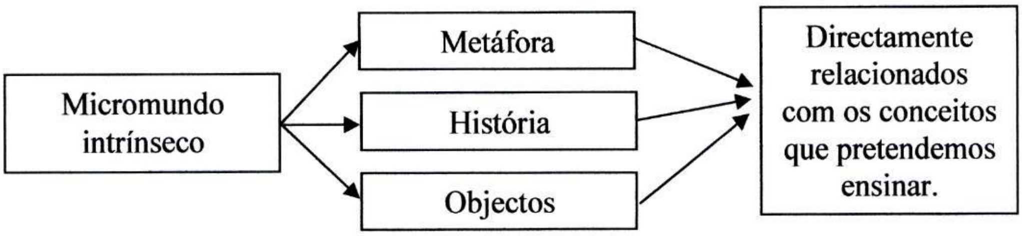
Existem micromundos ditos intrínsecos e outros ditos extrínsecos. Os micromundos íntrínsecos são os que utilizam um ambiente directamente relacionado com os contéudos didácticos que contêm. Enquanto que os micromundos extrínsecos envolvem ambientes que nada têm a ver com esses contéudos.

Por exemplo o Circomática é um micromundo extrínseco e o "The Sims" intrínseco (esquema 7). O jogo "The Sims" é o "jogo do momento". Tomamos o papel de uma pessoa que vive num mundo semelhante ao nosso. Levantamo-nos, fazemos "a barba", tomamos o pequeno almoço, etc... É um simulador da vida quotidiana com as suas alegrias e contrariedades inerentes.



Esq. 7: A componente motivadora nos jogos.

Uma importante componente é a metáfora visual. As metáforas visuais são representações visuais de modelos conceptuais presentes na nossa sociedade. Por exemplo, o computador pode ser representado por uma secretária com as gavetas e seus ficheiros. A presença das metáforas nos micromundos permite a reprodução de aspectos que nos vão fazer sentir como se estivéssemos no mundo real. O rigor histórico também é importante, tudo tem que ter um aspecto credível. A colocação de objectos ou seres vivos familiares com uma reacção igual à que costumam ter no mundo físico, também ajuda à imersão da criança num mundo pseudo-real (esquema 8).



Esq. 8: O micromundo intrínseco.

Podemos viver em micromundos interessantes e amigáveis com aspectos fantasiosos e mágicos mas com as regras e objectivos decalcados do real. Correspondem a mundos menos complexos que o real mas que se aproximam do interesse das crianças.

Piaget [29] escreveu a seguinte frase:

> *"O jogo é portanto, sob as suas duas formas essenciais de exercício sensório-motor e de simbolismo, uma ligação do real à actividade própria, fornecendo a esta o alimento necessário e transformando o real em função das necessidades múltiplas do eu."*

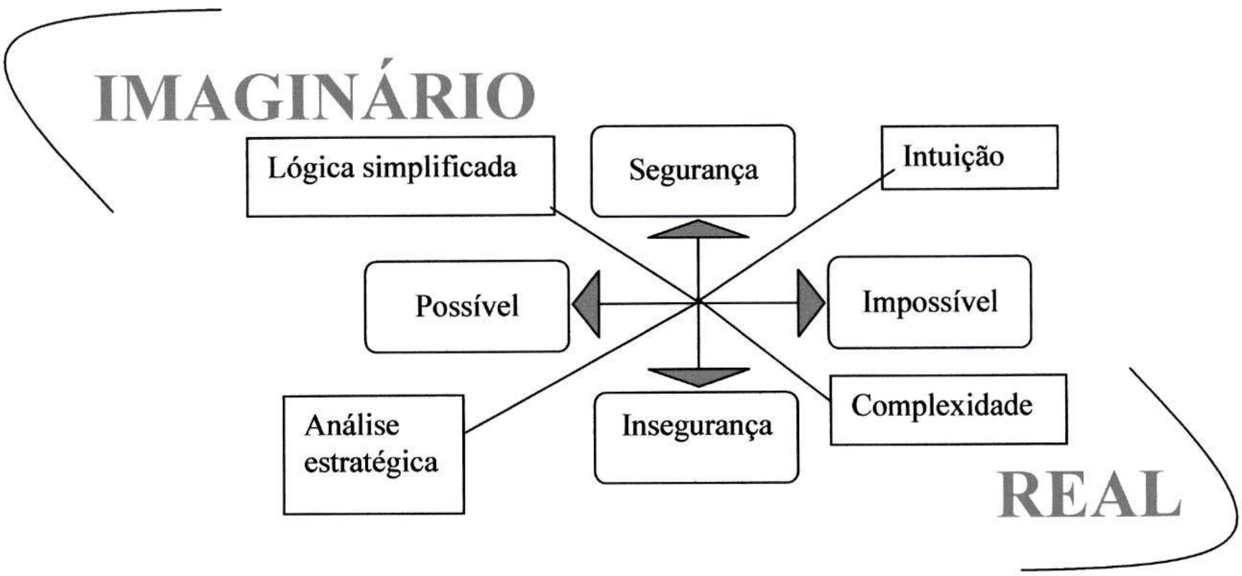
Segundo Huizinga [20] o jogo é uma função vital que não tem "vida real", é um mundo virtual onde agimos sob a nossa própria orientação. O jogo introduz a nossa própria percepção temporal e limitada da complexidade da vida real.

A criança não saberia preparar-se para viver neste mundo complexo sem a ajuda do lúdico.

A aprendizagem é um processo complexo. Todo o conhecimento ou impressão assimilados é divisível num conjunto de partes diferentes. A dissociação é a divisão dessas partes que com o processo de associação serão reunidas (agora de outra forma) às restantes pre-existentes.

No mundo de hoje é impossível ter todas as variáveis sob controle em consequência da complexidade natural existente. Por isso, uma das características sempre presentes é a imprevisibilidade.
O aleatório permite acrescentar ao jogo uma componente que o aproxima da realidade. Foi com essa ideia em mente que optamos por uma roleta de casino para o 15º módulo, o módulo "Roleta Matemática" que analisaremos no próximo capítulo.

O esquema que se segue apresenta dois pólos, o imaginário e o real (esquema 9). Todos os jogos vão estar numa posição própria neste plano (2 dimensões). Mas nunca poderão aproximar-se em demasia dos pólos já que deixariam de ter as vantagens habituais deste tipo de actividades lúdicas. Tudo vai depender sobretudo do fim educativo do jogo.



Esq. 9: Plano de 2 dimensões com dois pólos (imaginário/real).

Para Eigen [30] os jogos não são só constituídos de regras. O acaso é um dos elementos destes. Diz Eigen:

> *"A atracção do jogo resulta da combinação do acaso e das regras. O mistério, o imprevisível são categorias motivadoras para o jogo."*

Segundo Eigen, num jogo deve haver um equilíbrio entre as componentes aleatórias e deterministas. Um excesso de acaso tornaria o jogo aborrecido e o afastaria da realidade.

Um jogo deve envolver a utilização, por parte do jogador, da análise estratégica que está ligada à lógica perceptível do mundo real, partindo de um modelo simplificado da verdadeira complexidade do mundo real. Mas também da intuição que está mais ligada ao fenómeno do imprevisível, da probabilidade e da experiência. O imprevisível é uma camuflagem que é colocada sobre a acção do modelo simplificado fazendo com que os resultados deste se assemelhem ao que sucederia na realidade.

4 – O lúdico e a aprendizagem

4.1 – A dificuldade em estudar

De uma maneira geral, as actividades lúdicas possuem as seguintes características:

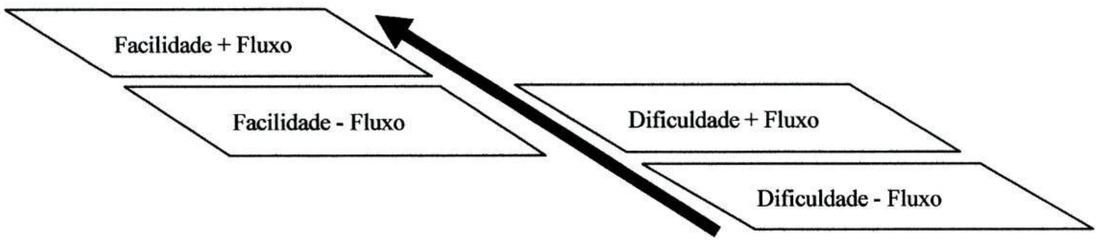
- São exercidas de maneira voluntária;
- São motivadoras, ou seja, o aluno joga por prazer, sem depender de prémios externos;
- Necessitam de um envolvimento constante por parte do jogador;
- Disponibilizam um ambiente, onde o jogador participa activamente.

No decurso de jogos educativos podem focar-se importantes aspectos pedagógicos. Por exemplo:

- Inteligências múltiplas: Aprendizagem visual, auditiva, interpessoal, etc.
- Aprendizagem experimental: A teoria deve ser induzida pela prática.
- Aprendizagem contextualizada: Quantos mais laços existirem entre o ambiente e a criança, mais efectiva é a aprendizagem.

Todos estes aspectos contribuem para uma aprendizagem mais fácil.

A noção de dificuldade é relativa. O esquema 10 mostra o sentido que devemos seguir. Com "fluxo" vamos tornando a aprendizagem mais simples.



Esq. 10: A dificuldade e o estado de "fluxo".

As funções "brincar" e "aprender espontaneamente" são, no ser humano, funções que têm uma motivação intrínseca auto-suficiente. Desde as origens do homem que estão presentes.

A aprendizagem planeada só posteriormente surgiu e necessita, na maior parte dos casos, de uma motivação exterior suplementar.

	Motivação Intrínseca	Surgimento	Estado de "fluxo"
BRINCAR	✓	Desde Sempre	Fácil de Obter
APRENDIZAGEM ESPONTÂNEA	✓	Desde Sempre	Fácil de Obter
APRENDIZAGEM PLANEADA	✗	Mais Tarde	Difícil de Obter

Tab. 8: A aprendizagem e a motivação.

Se considerarmos a função "estudar" como estando ligada à aprendizagem planeada, existe a necessidade de acrescentar uma motivação exterior ao próprio aprendiz. Mas, logo que o estado de "fluxo" seja atingido, tudo se torna mais fácil e agradável (tabela 8).

Certos jogos exigem muito dos protagonistas, tais como o futebol ou o xadrez, mas são vistos como uma alternativa mais fácil e agradável do que o estudo.

Dizer ao aluno que está a estudar para poder ter um futuro melhor pode já não ser suficiente para o motivar. A matéria e a forma como ela é ensinada tem que ser relevante para o interesse dos alunos de hoje. A forma de aprender está a mudar e a de ensinar também terá que mudar.

Porque será? As novas gerações, as gerações da televisão interactiva e da Internet, não se vão adaptar a um ensino exclusivamente a "preto e branco". Para eles ganharem motivação temos de utilizar as "armas" dos actuais média. Quando já existem gravadores de "DVD" de trazer por casa, já não é aceitável que continuemos a ensinar só com quadro preto e giz branco.

Segundo diz Vandeventer [31]:

- muito *software* educativo tem aspectos retirados dos jogos arcade e de estratégia;
- muitos produtores de jogos de video estão a produzir jogos mais educativos;
- televisão educativa e videojogos estão a cruzar caminhos;
- as diferenças entre *software* educativo e videojogos é cada vez menor;
- a venda de *software* educativo segue já o mesmo caminho editorial que a de videojogos.

O multimédia pode ser de grande ajuda mas devemos ter algum cuidado. Devemos ter em atenção, na concepção dos jogos educativos, que o objectivo principal destes é auxiliar a aprendizagem de determinados conteúdos curriculares ou a cumprir algum objectivo pedagógico transversal. Mas, muitas vezes, o conteúdo fica em segundo plano, acabando o aluno por se concentrar apenas na parte lúdica. Outro perigo é a possibilidade de, na ânsia de obter uma melhor pontuação, o aluno entrar num ciclo mecânico de repetições que, no mínimo, o fazem perder tempo a partir de certa altura. Mais uma vez, a presença do professor é importante para conduzir o aluno à reflexão sobre a causa do erro, levando-o a interiorizar o conceito envolvido. Para que o objectivo educacional seja alcançado há que ter em conta a forma como o jogo educativo foi concebido e o modo como ele é jogado na prática. Um bom jogo pode ser, na perspectiva pedagógica, mal jogado...

4.2 – A reflexão e o jogo

O estudo do desenvolvimento do conhecimento humano teria invariavelmente que se debruçar sobre o estado inicial, isto é, sobre a estrutura cognitiva inicial da criança.

Segundo Palange [32], a capacidade de aprender é inata e traduz-se pela alteração da estrutura cognitiva. Também segundo este autor, o factor predominante para que a aprendizagem se inicie é a tentativa de resolução de questões previamente levantadas. Na criança existe uma curiosidade natural e o levantar de questões é uma constante no seu dia a dia.

A reflexão, a abstracção ou o cálculo mental têm um papel fundamental no processo de aprendizagem através de jogos. Se todos eles estiverem envolvidos, a probabilidade de a aprendizagem ser significativa aumenta consideravelmente. Estamos a falar de aprendizagem no âmbito das matérias curriculares ou das capacidades cognitivas que pretendemos desenvolver. Pois poderia verificar-se uma forte aprendizagem mas num campo diferente do pretendido.

Por exemplo no "Jogo do 24", que descrevemos no ponto 4.4 deste capítulo, a partir de certa altura, os alunos interiorizam certos mecanismos mentais que visam evitar reflectir e obter dessa forma uma resposta mais rápida e assim acumular mais pontos. A riqueza pedagógica do jogo começa a diminuir a partir de então.

Ames e Archer [33] também referem um outro tipo de reflexão, a que está ligada ao balanço que é feito do desempenho no jogo que acabamos de jogar. Onde estivemos bem? Onde erramos? O que será necessário fazer para melhorar? Eles afirmam que este tipo de reflexão torna a aprendizagem mais motivadora e duradoura.

Existirá sempre um dilema difícil de resolver: a reflexão e a jogabilidade ("gameplay"). Aparentemente são incompatíveis mas na realidade é possível em certa medida conciliá-los. Para tal, os professores e os programadores dos jogos têm de pôr sobre a mesa toda a perícia e habilidade possíveis.

Norman [34] afirma que a cognição reflexiva é melhor que a experiencial. Os computadores têm uma tendência para a tornar mais experiencial. Exige-se, portanto, muito cuidado na criação e utilização de *software*.

4.3 – A escola

A escola é um dos "micromundos" onde as crianças vivem. Serve para preparar a criança para a vida adulta e portanto tem que conter todos os ingredientes existentes no mundo exterior mas com as devidas proporções e salvaguardas.
A escola-fábrica está desactualizada deixando lugar à escola-recreativa. Um mundo de "re-criação" que dá liberdade criativa aos alunos graças a um ambiente agradável que se identifica com eles. A escola tem de ser o mundo deles, não o dos professores (adultos). O aluno não é uma mercadoria, é um ser em evolução.

O objectivo de todo o professor é o de contribuir para uma aprendizagem significativa, provocando portanto uma alteração positiva da estrutura cognitiva do aluno.

> *"Um dia, após uma visita de estudo a uma estação de caminho de ferro, a professora, lembrando-se de que a actividade lúdica permite uma aprendizagem mais significativa, sugeriu aos seus muito jovens alunos um jogo de imitação. Eles iriam imitar todos os personagens envolvidos no dia a dia de uma estação. Infelizmente, os alunos não aderiram à proposta. Alguns dias mais tarde, sem que nada de especial o fizesse esperar, a professora encontrou os alunos a jogar à "estação" por iniciativa própria."*

Este episódio (verídico mas do qual não temos referência), mostra que nem todo o momento é o correcto e que o jogo também é um acto de liberdade. O envolvimento das crianças no jogo não é uma garantia, depende de certos factores:

- Espaço;
- Ambiente;
- Acompanhantes;
- Aspirações;
- Conhecimentos;
- Dificuldade;
- Etc...

Prentsky [35] faz um aviso muito pertinente aos programadores: a componente educativa é importante mas não pode “travar” o “gameplay” do jogo. O “gameplay” é um parâmetro que mede a “jogabilidade” deste. Quanto mais fluido e natural for o jogo maior será o seu “gameplay”.

Os jogos de cartas matemáticos da marca “Tio Papel”, que podem ser adquiridos na livraria-papelaria “Quinta da Palmeira” de Albufeira, são um exemplo da importância do “gameplay”. Após baralhar as cartas, elas são distribuídas pelos jogadores, excepto a última. Cada carta tem uma questão no centro e uma resposta junto à esquina (uma resposta de outra carta). A carta que sobrou é colocada de forma bem visível sobre a mesa. O mais rápido a colocar uma carta com a resposta correcta ficará sem essa carta e portanto com menos uma. Ganha aquele que primeiro ficar sem cartas.
Este jogo é muito motivador enquanto os cálculos mentais necessários à progressão no jogo não ultrapassarem um certo tempo. Ultrapassado esse limite o jogo deixa de ser visto como tal passando a ser um simples conjunto de exercícios matemáticos.

Não podemos, no entanto, precipitarmo-nos na avaliação da situação. Os benefícios dos jogos podem não ser imediatos. Por exemplo, a destruição dos “mental models”, demora bastante tempo (por vezes semanasou meses).

A utilização do jogo em sala de aula não foi constante nem crescente ao longo da história. Houve tempos inovadores e outros conservadores. Temos de remontar à Antiga Roma e Grécia para assistir ao nascimento das actividades lúdicas na educação. De facto, foi aí que se desenvolveram as primeiras tentativas de introdução do brinquedo na educação. Platão afirmou que se podia aprender brincando. Para Aristóteles, o uso de jogos que imitem actividades sérias é uma boa forma de preparação para a vida. Posteriormente, surgiram na Grécia escolas (que receberam o nome de *ludus*) que utilizavam jogos e exercícios para fortalecer o corpo e o espírito (semelhantes aos locais destinados a espectáculos).
Efectuando um grande salto no tempo, no século XVI foi criada a Companhia de Jesus por Inácio de Loyola. Inácio dava importância aos jogos para a formação do ser humano, preconizando a sua utilização no sistema educativo da sua organização. Também nesse período, Thomas Murner, frade franciscano, inventou um jogo de cartas educativo com o intuito de ensinar Filosofia. Esta nova forma de ensinar conheceu na altura um grande sucesso.

Recentemente, são várias as investigações sobre o papel dos jogos na pedagogia. Em 1994, José Azevedo [36] publicou entre nós um estudo sobre a importância do elemento lúdico no *software* educativo. A partir de programas educativos já existentes, criou novas versões introduzindo-lhes três novas tecnologias: “pontuação”, *top-ten* e "acaso”. Desta forma os programas passaram a conter uma componente lúdica. Segundo este autor, a componente lúdica diminuía os factores de bloqueio da aprendizagem. As análises dos resultados referentes a duas turmas do básico mostraram que ela influenciou positivamente a apreensão conceptual.

Significativo é também o facto de existirem hoje empresas especializadas na formação usando jogos. Por exemplo a bem sucedida "Game2train" de Marc Prensky [35], que oferece soluções que garantem uma melhor e mais sólida aprendizagem, para qualquer tipo de assunto, dentro ou fora da sala de aula (em empresas por exempo). Utiliza *training games* como forma de aumentar a motivação e, assim, facilitar a aprendizagem dos mais diversos tipos de matérias.

Ofélia Libório [37] refere que:

> *"A actividade do brinquedo na sala de aula difere, quanto à sua natureza e conteúdo, da acção lúdica espontânea da criança, pois, ao contrário desta, tem por objectivo a aprendizagem consciente de certos conteúdos."*

Comparando os jogos realizados pelos alunos dentro e fora da sala de aula, encontramos muitos pontos em comum, mas também existem diferenças. Na sala de aula a actividade lúdica é bastante controlada pelos adultos implicando uma perda de liberdade. Tal como o caso da visita de estudo à estação, existem muitos momentos lúdicos que não podem ser provocados. Mas, em termos didácticos, existe uma efectiva vantagem em controlar a actividade lúdica.

Judith Rowe [38] dá alguns conselhos para a manutenção de um bom ambiente de trabalho durante a utilização dos jogos em sala de aula:

1 - Evitar demasiada competição na sala de aula. O professor deve transformar competição em cooperação.
2 - Evitar que o som ambiente da aula seja demasiado elevado.
3 - Evitar que a aula fique desorganizada. Não deixar que a sala de aula se assemelhe a um salão de jogos.

AULA TRADICIONAL	AULA UTILIZANDO JOGOS
Os alunos esperam pelo intervalo.	Os alunos não querem ir para o intervalo.
Os conhecimentos serão esquecidos se não forem revistos.	Os conhecimentos dificilmente serão esquecidos
A repetição aborrece.	A repetição reforça a aprendizagem.
No fim da aula, termina a actividade.	A actividade pode continuar em casa.

Tab. 9: Os jogos e as aulas tradicionais.

Após sair da escola os alunos, na sua maioria, vão “descansar” para casa, vão ver televisão, jogar na consola de jogos, jogar futebol etc ... Ora estas actividades não implicam um verdadeiro descanso. Como é que poderíamos aproveitar essas tendências em proveito do aluno? Se conseguíssemos colocar o aluno a jogar jogos educativos (tabela 9), continuando e complementando de certa forma o estudo iniciado na sala de aula, teremos atingido este objectivo.

4.4 – Os jogos e a Matemática

No século XVII, os livros que incluíam jogos matemáticos tinham grande sucesso. Os jogos são de tal maneira importantes para a matemática desde que esta começou a lidar com as probabilidade que existem matemáticos que dedicam a vida ao estudo destes. Dizia Albert Einstein que o jogo é a forma mais elevada de pesquisa.

O percurso das novas tecnologias nas aulas de Matemática começou com folhas de cálculo, calculadoras e o programa *Logo*. As investigações relacionadas com o tema seguiram também esse percurso.

Em 1999, Judith Rowe [38] publicou um estudo sobre a utilização de dois jogos para melhorar as competências dos alunos relativamente à aritmética mental. Os resultados foram positivos, passando a média de aproveitamento da turma de 56% para 68%. E o aluno mais entusiasta na utilização desses jogos chegou mesmo a duplicar a sua nota. Em conclusão, o estudo indicou que a utilização destes jogos aumentou as oportunidades de treino e serviu como reforço das capacidades de cálculo mental (por exemplo, envolvendo fracções ou percentagens). Os jogos permitiram desenvolver o trabalho em grupo. No entanto, a autora deixa bem claro que, antes de os jogos serem utilizados em sala de aula, eles têm que ser testados e a aula bem planeada.

Em 2000, Iracema Araújo [39] estudou a utilização de jogos para auxiliar a aprendizagem da matemática. Este estudo envolveu quatro professores (um para cada ano) e pessoal auxiliar (duas pessoas). Foram criados vários jogos para o efeito, entre os quais um jogo de dominó adaptado à matemática. Escreveu a autora:

> *"Ao trabalhar com estas actividades lúdicas o aluno passa de um espectador a um actor activo no processo de aprendizagem. Desta forma passa a ter a oportunidade de viver a construção do seu saber. Assim, durante um jogo, o aluno torna-se mais seguro e crítico, expressa o seu pensamento e as suas emoções, troca ideias com os outros e tira conclusões sem a interferência directa do professor. A competição deve*

ser saudável, levar à cooperação, valorizando as relações e desenvolvendo assim, a vertente social."

O estudo concluiu que a utilização de actividades lúdicas no ensino da matemática surtiu resultados favoráveis no 1º ciclo do ensino básico e que deveria continuar para além deste.

Na Escola Secundária D. Pedro V, de Lisboa, foram estudadas as repercussões da utilização do jogo *Trinca-espinhas* nas aulas de Matemática. Os professores acharam vantajosa a utilização do jogo que foi muito apreciado pelos alunos. O jogo parece fácil de início, não sendo no entanto fácil de ganhar. Além disso foi importante o facto de os alunos poderem levar para casa o jogo. Concluiu-se que os alunos desenvolveram melhor a noção de número. As regras deste jogo são (segundo Mário lima [40]):

*"**Regras do jogo:***

Podem escolher:
- *uma lista de números até 50;*
- *números que tenham divisores na lista.*

O Trinca-espinhas fica com os divisores dos números que escolheram.

A vossa pontuação corresponde ao total dos números que escolheram.
A pontuação do Trinca-espinhas corresponde à soma dos divisores dos números que escolheram e dos números que sobrarem na lista.

1. *Joguem uma vez e anotem os números que forem escolhendo. Com quantos números jogaram? Que números escolheram e por que ordem? Seguiram alguma estratégia? Descrevam-na. Quem ganhou o jogo? Porque acham que isso aconteceu?*

2. *Se perderam, joguem as vezes necessárias até ganharem ao Trinca-espinhas. Desenvolvam novas estratégias. Em todos os jogos, descrevam detalhadamente: números na lista; números escolhidos e por que ordem; pontuações finais; e qual a explicação para o vencedor.*

3. *Expliquem qual é a melhor estratégia para ganhar ao Trinca-espinhas. Que propriedades têm os números que devem escolher?*

4. *Comparem a vossa conclusão com a dos outros grupos. Contribuam para a definição da melhor estratégia para a vossa turma ganhar ao Trinca-espinhas.*

5. *E porque não organizarem um torneio do Trinca-espinhas com todas as turmas do 7.º ano? Bom trabalho e divirtam-se!"*

Este jogo está disponível na Internet: http://www.univ-ab.pt/~vcardoso/606mnt/ajuda/Software.html.

Ainley [41] apresenta uma definição de "jogo matemático":

> *"Os jogos matemáticos mais eficientes são aqueles cuja estrutura e regras de jogo são baseados em conceitos matemáticos, e onde a vitória no jogo está directamente relacionada com a compreensão desses mesmos conceitos."*

Em 1986, Ernest [42] declarou que o sucesso do ensino da Matemática era dependente do grau de envolvimento do aluno nas tarefas propostas pelo professor. Segundo ele, os jogos exigem envolvimento, não há jogo sem envolvimento.

Por sua vez, Dienes [43], em 1963, chegou a afirmar que todo o ensino da matemática deveria começar com jogos.

Segundo Hatch [44], o jogo pressiona o jogador a trabalhar mentalmente já que o uso da calculadora quebra o ritmo de jogo de forma inaceitável. Jogos com números são uma boa forma de melhorar a capacidade de cálculo mental.

Os alunos sentem por vezes bloqueios sempre que o assunto estiver ligado à matemática.
Existem diversos caminhos para a solução do problema. O primeiro é "atacar" directamente os "mental models" prejudiciais. Um segundo método, mais aconselhável, é começar por um ambiente agradável e aparentemente não matemático para uma gradual (re)descoberta da Matemática.
O segundo método é o mais eficiente e o jogo pode ter aqui um papel fundamental.

O *software* educativo de matemática não tem necessariamente o objectivo de criar ou desenvolver modelos conceptuais relacionados com os conteúdos programáticos que pretendemos ensinar. Podemos trabalhar o aperfeiçoamento dos modelos conceptuais ligados à imagem (muitas vezes negativa) que a criança tem da Matemática.

A Matemática é uma disciplina que sofre (bastante) com os "mental models" distorcidos actualmente existentes. Seguem-se alguns "mental models" a eliminar na tabela 10.

MENTAL MODELS	A REALIDADE
"A matemática é a preto e branco"	A matemática não é só "números".
"A matemática é só teoria"	A matemática é teórica e/ou prática.
"A matemática é abstracta"	A matemática é abstracta e/ou concreta.
"A matemática é difícil"	A matemática pode ser difícil como pode ser fácil.
"A matemática é só para génios"	A matemática é para todos (para resolver certos problemas basta saber somar).

Tab. 10: Os "mental models" negativos e a Matemática.

O "Jogo do 24" foi criado por Robert Sun (http://www.24game.com) nos Estados Unidos em 1988. O jogo é constituído por um baralho de cartas. Sentam-se a uma mesa 4 jogadores. Cada jogador terá que combinar esses 4 números utilizando as operações matemáticas adequadas e tentar obter o resultado 24 antes dos outros 3 jogadores. Não é permitida a utilização de calculadora. Tudo tem de ser calculado mentalmente.
Em Portugal, desde 2001 que existe um certame associado a este jogo, que se está a tornar nacional e que tem sido amplamente noticiado pela comunicação social. Existem mesmo programas de rádios baseados no "Jogo do 24" onde os ouvintes competem para poderem ganhar prémios. Estão envolvidas cerca de 2000 escolas. A prova nacional tem o nome sugestivo de "Campeonato português de cálculo mental". É impressionante a imagem com que ficamos ao observar estas crianças a raciocinar, em estado de "fluxo". A participação é satisfatória e os benefícios inegáveis. Neste momento existem dois jogos, um para o 2º ciclo e outro para o 3º ciclo. Este último com um nível de dificuldade superior, proporcional aos conhecimentos curriculares correspondentes.

Existe um jogo com um grande impacto, nomeadamente na região de Aveiro: o "Equamat" [45] (http://www.mat.ua.pt/Pmate). Trata-se de um jogo, criado pela Universidade de Aveiro, que envolve a resolução de equações. Há uma competição local (em cada escola) e uma final em Aveiro. A participação dos alunos nessa iniciativa tem sido muito grande.

Rocky's Boots (http://www.warrenribinett.com/rockysboots) é uma colecção de 39 jogos que ajudam as crianças (a partir de 9 anos) a aprenderem certos conceitos mais abstractos como os ligados à trigonometria e à probabilidade.
Segundo os autores o único defeito detectado é a possibilidade de, em certos jogos, a competição poder desviar a concentração para aspectos que não sejam puramente educativos.

Uma equipa de investigadores (Bright, Harvey e Wheeler [46]) realizou uma série de estudos sobre a aplicação de jogos no ensino da Matemática.

Os dois jogos envolvidos na investigação tinham como objectivo o reforço (acomodação) da multiplicação e divisão de um só dígito. Foram aplicados, em 1976, a 14 turmas constituídas por alunos dos 9 aos 11 anos e, em 1977, a 10 turmas com alunos dos 10 aos 11 anos. Os jogos foram utilizados durante 15 minutos em 7 aulas.
A avaliação, que foi realizada com recurso a testes escritos, indicou que a melhoria foi significativa. Houve melhorias tanto a nível de reforço de conhecimentos como de memorização.

Num posterior estudo realizado por Bright and Harvey [47] o tema era a função decimal e também envolvia a utilização de jogos. Os alunos envolvidos no estudo jogaram um jogo regularmente, durante 20 minutos ao longo de todo um período lectivo. Um dos jogos contribuiu para uma aprendizagem significativa. O outro jogo não levou o grupo correspondente a obter diferenças significativas de aprendizagem relativamente ao grupo de controlo.

Em termos gerais, as investigações são favoráveis à utilização de jogos educativos no âmbito do ensino da Matemática.

Capítulo II – A aplicação "A Magia dos Números" (A.M.N.)

1 – Os jogos educativos

1.1 – Avaliação do *software* educativo

A avaliação do *software* educativo permite uma melhor selecção dos produtos existentes. Para além disso, também nos dá informações preciosas para uma melhor utilização do sofware e para um desenvolvimento mais consistente deste.

Para a realização de uma avaliação credível existem muitos parâmetros a ter em conta.

Liliana Passerino [48] apresenta várias listas para a avaliação de *software* educativo. A primeira é relativa às componentes que devem ser avaliadas no *software*:

- Viabilidade;
- Praticabilidade;
- Pertinência;
- Consistência;
- Congruência.

A segunda lista refere-se às características a ter em conta:

- Individual ou colectivo;
- *Feedback* imediato e preciso;
- Poupança de tempo;
- Agradável à vista;
- Identifica-se com o jogador;
- Educativo;
- "Gameplay";
- Significância;
- Adequação;
- Consistência;
- Valor acrescentado.

Finalmente a lista com dados a avaliar:

- Requisitos;
- Instalação;
- Faixa etária;
- Objectivo geral;
- Objectivos particulares;
- Descrição do produto;
- Pré-jogo;
- Pós-jogo;
- Funções neurológicas e operações mentais envolvidos;
- Descrição do *software*;
- Fases;
- Portabilidade;

- Flexibilidade;
- Conteúdos;
- Coerência;
- Robustez;
- Estabilidade;
- Interactividade;
- Operacionalidade;
- Tempo de resposta;
- Correcção;
- Estabilidade;
- Interactividade;
- *Feedback*;
- Interface.

A Internet permite uma nova forma de contactarmos com os alunos. Todas as escolas têm acesso à Internet. A maioria dos alunos têm possibilidade de ter uma ligação em casa.

O *software* educativo criado a pensar na Internet implica um novo tipo de características suplementares:

- mais pequeno;
- mais interactivo;
- em tempo real;
- multi-utilizador;
- cómodo;
- multimédia (imagem, som, ...)

Segue-se a tabela 11 criada por Judy Strauss [49] que demonstra bem que neste novo tipo de *software* existem novos parâmetros com grande relevância.

Internet	Tempo		Habilidades						
	Asincrónica	Sincrónica	Comunicação escrita	Comunicação oral	Trabalho em grupo	Computador	Resolução de problemas	Liderança	Criatividade
E-mail									
Forum									
Chat									
Base de dados									
Tutorial									
Games									
Quadro distribuído									
Telefone									
Video conferência									
Apresentação em video									
CD-Rom e DVD									
Conferência através de computador									
Páginas *web* multimédia									

Tab. 11: Tabela de Judy Strauss.

O "flash" é um editor de páginas de Internet e é uma excelente alternativa ao "java", "html", "javascript" e a outras linguagem de programação. O "flash" apresenta as seguintes características positivas:

- é uma linguagem para disco compacto e para Internet;
- permite fazer animações e gráficos com grande facilidade;
- aceita som e video, é portanto completamente multimédia.

O resultado obtido a partir do "flash" são jogos e aplicações cheios de cor e movimento, bem ao gosto dos jovens de hoje. Por isso é aconselhável a sua utilização no desenvolvimento de *software* educativo.

Isto significa que o editor de *software* utilizado também pode condicionar à partida o valor educativo do *software*.

1.2 – Classificação dos jogos educativos

Nem sempre a quantidade é melhor que a qualidade, no caso dos jogos educativos isso verifica-se (tabela 12). Também não é com um só jogo que iremos conseguir melhorias significativas. Excepto no caso de se tratar de um micromundo que no fundo corresponde a um conjunto de vários jogos interligados de uma forma lógica e pertinente.

Opção	Utilidade
Jogo ocasional	Pouca
Grandes quantidades de jogos	Pouca
Selecção de jogos	Muita

Tab. 12: Utilidade dos jogos.

O jogo terá atingido a meta para o qual foi criado no momento em que a dinâmica deste esteja a colaborar efectivamente para a formação de uma personalidade saudável e ajustada ao mundo actual ou a um futuro próximo.

Para Silveira [50], os jogos educativos trazem:

- motivação;
- estímulo;
- curiosidades;
- interesse em aprender.

Para Rossy [51], o jogo afecta positivamente os seguintes aspectos:

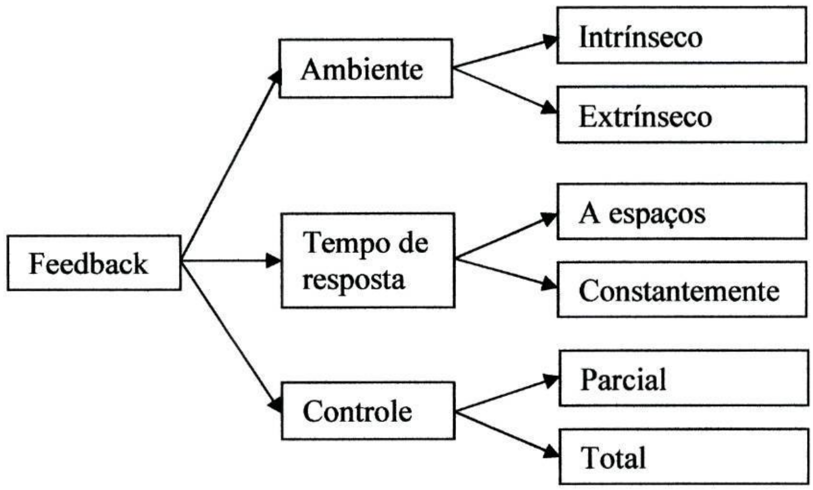
- Intelectual e/ou cognitivo;
- Afectivo;
- Físico;
- Social;
- Estético;
- Moral;
- Espiritual.

O *Feedback* (esquema 11) intrínseco informa-nos quanto ao evoluir do jogo. Está relacionado com o estado interno actual do jogo. O *Feedback* extrínseco indica-nos a solução e/ou algumas informações suplementares. Está geralmente relacionado com o objectivo final.

Alguns Estudos de Lepper [52] indicam que o *feedback* intrínseco é mais vantajoso do que o *feedback* extrínseco. O primeiro está relacionado com recompensas internas ao jogo, por exemplo o facto de o nosso nome constar no *top-ten* (tabela dos 10 melhores). O segundo com recompensas externas como por exemplo os prémios de participação. Neste último caso, os alunos só voltam a colaborar se os prémios melhorarem. Um caso paradigmático de *feedback* intrínseco é o jogo "Elite" em que os jogadores, sem prémio exterior, mantêm o interesse no jogo durante meses. Este jogo está ligado a uma frase muito conhecida: "A Game for a Lifetime". Trata-se de um jogo relativo à exploração e comércio espacial numa época futura. Vamos evoluindo e passando por diversos escalões bem definidos até sermos "Elite". Mais recentemente apareceu o jogo "The Sims" também ele de grande duração.

Ainda relativamente ao *feedback*, temos de evitar um *feedback* controlador, que não deixa lugar à escolha de caminhos diferentes. Nem *feedbacks* instantâneos que não dão tempo nem espaço para a rectificação. Os *arcades* não permitem tomadas de grandes decisões já que não dão tempo para uma reflexão ou para um raciocínio. Mas os jogos de estratégias permitem-no (Sim City). O jogador deverá, reflectindo, descobrir os erros por si (50%), desenvolvendo a metacognição.

Em certos casos, o facto de haver motivação não é suficiente para que a aprendizagem seja significativa, é necessário garantir um *feedback* de qualidade.



Esq. 11: O *feedback* nos jogos.

O programa "Circomática" [53] é fundamentalmente uma aplicação lúdica para o ensino das operações matemáticas básicas. O cenário é o de um circo e os personagens deste. Temos assim uma motivação extrínseca: o circo e seus encantos (Tab. 13).

Personagens	Operações
Mágico	Adição
Trapezista	Multiplicação
Malabarista	Divisão
Adestrador	Subtracção

Tab. 13: O *feedback* nos jogos.

Caillois [54] classifica os jogo de duas formas (ver tabelas 14 e 15).

Categorias	Significado	Exemplo
Agôn	Competição	Póquer
Alea	Sorte, Aleatório	Lotaria
Mimicry	Imitação	The Sims
Ilynx	Vertigens	Rodar até cair

Tab. 14: Classificação de Caillois.

Categorias	Significado	Características
Paidia	Manifestação espontânea Indisciplina alegre	Diversão Turbulência Improviso Fantasia
Ludus	Disciplina alegre	Submissão a regras Exige tentativas Exige persistência Exige habilidade Exige artifício

tab. 15: Outra classificação de Caillois.

Estas duas classificações parecem dar, erradamente, a sensação de que cada jogo estaria inserido numa e só numa categoria. A verdade é que um jogo bastante completo pode conter uma percentagem de todas as categorias. É por exemplo o caso do jogo "SimCity".

2 – Os módulos da A.M.N..

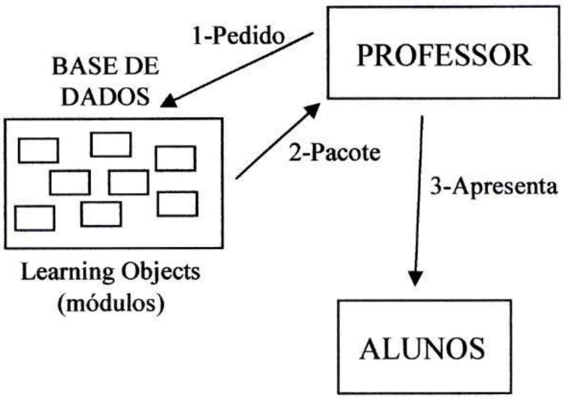
2.1 – Considerações

O objectivo deste capítulo é dar uma imagem do que é realmente a A.M.N. para desta forma compreender melhor todo o processo de concepção da "Roleta Matemática". Tendo consciência do "todo" compreendemos melhor as "partes".

A A.M.N. é uma aplicação em plena evolução, tendo neste momento uma maior influência na acomodação dos conhecimentos. Isto é, ficará a cargo do professor o processo de assimilação dos conhecimentos e, só posteriormente, a A.M.N. passa a ter um papel importante na acomodação destes. Ajuda a que as ligações efectuadas nos esquemas sejam fortalecidas e outras ligações sejam criadas. Tal permitirá uma memorização mais sólida e uma maior capacidade para a recepção correcta de novos conhecimentos. As dificuldades que habitualmente surgem na progressão da aprendizagem da Matemática serão atenuadas desta forma.

A A.M.N. terá uma estrutura de módulos independentes inspirada nos *learning objects*. Uma base de dados conterá os módulos independentes. Um sistema informático (administrador) gere a base de dados de acordo com as necessidades dos professores (esquema 12). Cada professor indicará ao administrador o tipo de aula desejada e este último fornecerá um pacote de módulos prontos a serem utilizados na sala de aula ou fora dela. As vantagens dos *learning objects* são:

- a velocidade com que os módulos (pequenos) se deslocam pelas redes internas ou pela Internet;
- o facto do pacote ser individualizado, adaptado ao professor e aos alunos;
- ter uma capacidade de evolução superior a qualquer outro sistema. É fácil aumentar a base de dados, sendo incentivada a participação dos professores na elaboração dos módulos. Os professores que não tenham capacidade para desenvolver podem dar ideias para que os programadores possam criá-los.



Esq. 12: A A.M.N. e os *Learning Objects.*

A A.M.N. é constituída por curiosidades educativas, jogos educativos de *arcade* e de *puzzles* matemáticos e está integrada no portal de ciência e cultura científica "Mocho" (http://www.mocho.pt). É actualmente constituída por 15 módulos independentes, relacionados com números, curiosidades numéricas e conceitos matemáticos (ver http://nautilus.fis.uc.pt/mn e http://nautilus.fis.uc.pt/cec/roleta). Os módulos são: **Números Perfeitos; Números Amigos; Números Primos; Conjectura de Goldbach; Quadrado Mágico; Quadrado Mágico 10000; Numeração Romana; Numeração Egípcia; Numeração Chinesa; Fórmula Mágica; Recordes da Ciência; Jogo dos Recordes; Borboletas, Teorema de Pitágoras e Roleta Matemática.**

Fig. 1: A página principal da A.M.N.

Todos os módulos foram escritos em "Flash" e têm em conta o objectivo principal da A.M.N. que é o apoio à aprendizagem da matemática. Trata-se de apoiar directamente a acomodação de conhecimentos previamente estudados ou incentivar o gosto pela matemática. Assim, existem vários tipos de módulos com funções diferentes.

O campo de utilização da A.M.N. é vasto:

- Utilização em sala de aula sem ou com recurso a roteiros (o mais aconselhado);
- Utilização em clubes científicos, bibliotecas ou salas de estudo existentes na escola;
- Utilização em casa, através da Internet ou *offline*;

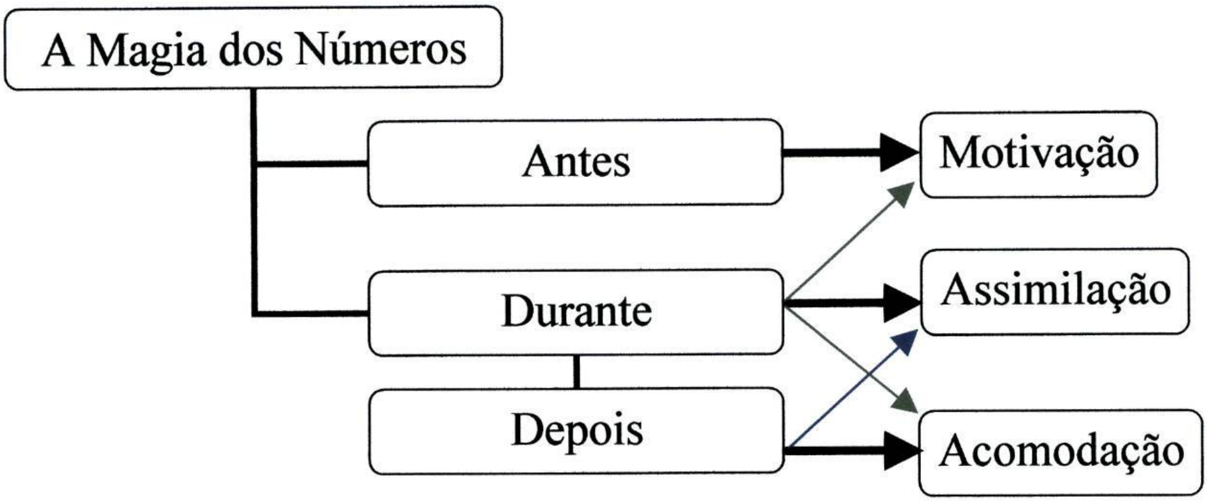
Actualmente a A.M.N. existe em versão *online* e versão *offline*, tanto em português como em inglês.

A versão *online*, para além de permitir o acesso à base de dados (para os módulos com *top-ten*), tem contadores de visitas em todos os módulos. Além disso disponibiliza um forum de discussão, também realizado em "Flash", que é muito fácil de utilizar.

2.2 – Descrição dos módulos

Durante o desenvolvimento da A.M.N. tivemos sempre presente o processo assimilação/acomodação. É com base no processo de equilíbrio que tentamos chegar a uma utilização mais eficiente da A.M.N. para a aprendizagem da Matemática. No nosso entendimento qualquer aplicação que consiga melhorar o desenvolvimento da estrutura cognitiva tendo em conta o processo assimilação/acomodação dos conhecimentos matemáticos terá uma boa probabilidade de ser bem sucedida.

Como o esquema 13 indica, existem alguns módulos que têm uma característica essencialmente motivadora que terão que ser utilizados antes da aprendizagem formal ou durante essa aprendizagem formal. Outros módulos têm uma característica mais didáctica e portanto terão que ser utilizados durante ou depois. Cada módulo pode ter um papel diferente no processo de equilíbrio. seguindo o carácter multifacetado da A.M.N. .



Esq. 13: A página principal da A.M.N.

Tendo presentes todas as considerações feitas no primeiro ponto deste capítulo, embora só apresentando as características mais relevantes, seguem-se breves descrições dos módulos da A.M.N. (tendo em conta o feedback dos alunos).

Teorema de Pitágoras

É um módulo que pode ser utilizado em sala de aula já que a componente didáctica está presente. Este módulo utiliza tecnologia 3D para recriar a Acrópole de Atenas (Fig. 2). Mostra três edifícios típicos com uma personagem cada representando três níveis de dificuldade. Cada jogador terá que responder a um total de dez perguntas, sendo de quatro o número máximo de perguntas por personagem. Esta última limitação destina-se a obrigar o aluno a percorrer os três níveis. No nível mais baixo surgem perguntas simples sobre conhecimentos essenciais relativamente ao teorema. No segundo nível aparecem perguntas de aplicação directa do teorema. Finalmente, o nível mais alto já obriga a um certo raciocínio. De jogo para jogo a maior parte das perguntas são diferentes, o que é um ingrediente fundamental para que o módulo se revele proveitoso para mais do que uma utilização. Para além disso, disponibiliza algumas informações sobre este importante teorema. Tem um *top-ten* que é uma tabela sempre actualizada com os dez melhores jogadores e respectivos resultados.

Existem três versões que se distinguem apenas pela qualidade das imagens e das animações. Quem tiver uma maior largura de banda poderá escolher a de melhor qualidade. A tecnologia 3D incorporada aumentou o tamanho do módulo. Isso faz com que os utilizadores tenham que esperar algum tempo para começar a jogar. No entanto, uma vez carregado, o módulo goza de um bom "gameplay".

Em termos estéticos este é um módulo muito atraente.

A motivação subjacente à utilização da tecnologia 3D deve-se ao facto de esta nos aproximar da realidade. O mesmo sucede com os personagens e o ambiente da época. Temos aqui uma motivação intrínseca.

Antes ou durante a utilização do módulo, o professor terá que apresentar Pitágoras e seu teorema. O módulo não demonstra o teorema, apresenta questões ou problemas sobre ele.

Relativamente ao processo de equilíbrio, o nível mais simples ajuda à assimilação, e os níveis mais difíceis à acomodação. Tem um papel preponderante na motivação dos alunos para o capítulo do 8º ano sobre o Teorema de Pitágoras, bem como em anos mais avançados de escolaridade onde o conceito é também necessário.

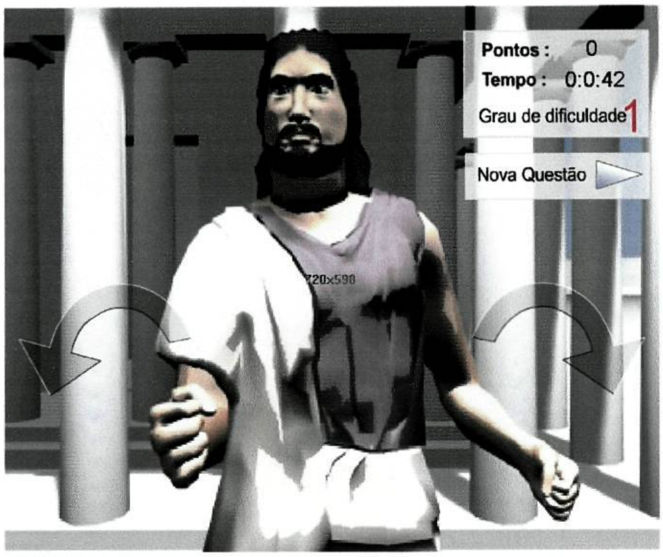


Fig. 2: O módulo "Teorema de Pitágoras".

Numeração Chinesa

O objectivo é converter, o mais rápido possível, os números do sistema de numeração chinesa para o "indo-árabe" e vice-versa. Os números são transportados por figuras de dragões que aparecem sob a forma de papagaios voadores. Tem *top-ten* sempre actualizado (Fig. 3).

Os módulos sobre numeração ("Numeração Romana", "Numeração Egípcia" e "Numeração Chinesa") permitem uma melhor percepção da universalidade da Matemática. Pretendem melhorar a imagem que alguns alunos têm sobre os números.

É um módulo extremamente bonito. Todos os gráficos têm uma relação directa ou indirecta com a China e os chineses. Aqui também temos uma motivação intrínseca.

Fig. 3: O módulo "Numeração Chinesa".

<u>Numeração Egípcia</u>

Este módulo destina-se, como o anterior, a motivar para a Matemática utilizando sistemas de numeração diferentes. O seu objectivo concreto é representar em numeração egípcia (hieróglifos) os números que o computador fornece em numeração indo-árabe (a que nós habitualmente utilizamos). Quem jogar este módulo nunca duvidará que estamos num ambiente egípcio, dado o cuidado tido com o aspecto gráfico (Fig. 4).

Estamos na presença de mais um módulo com uma motivação intrínseca se levarmos em conta o ambiente egípcio e os gráficos dos próprios números.

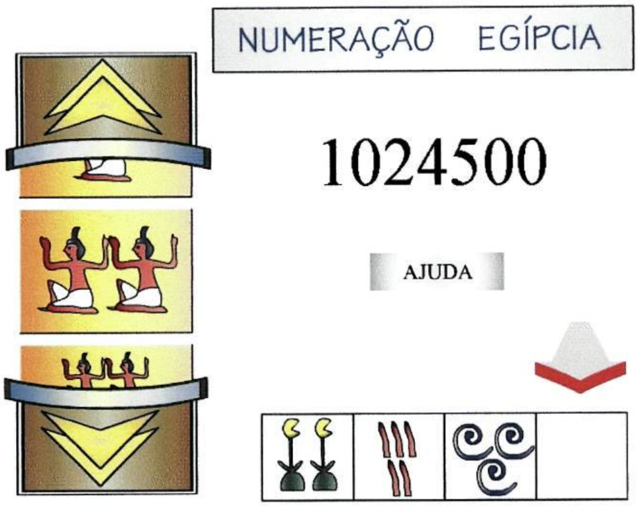


Fig. 4: O módulo "Numeração Egípcia".

Quadrado Mágico 10000

O objectivo é criar quadrados mágicos de 4 linhas por 4 colunas. Nos quadrados mágicos a soma por linha, por coluna e por diagonal principal é igual. O objectivo é completá-los numa corrida contra o tempo. Este módulo tem uma base de dados de 10000 quadrados mágicos diferentes. Tem um *top-ten* sempre actualizado (Fig. 5).

O "Quadrado Mágico" catalisa o gosto pela Matemática e ajuda no treino de operações numéricas.

Tem também como objectivo desenvolver o cálculo mental.

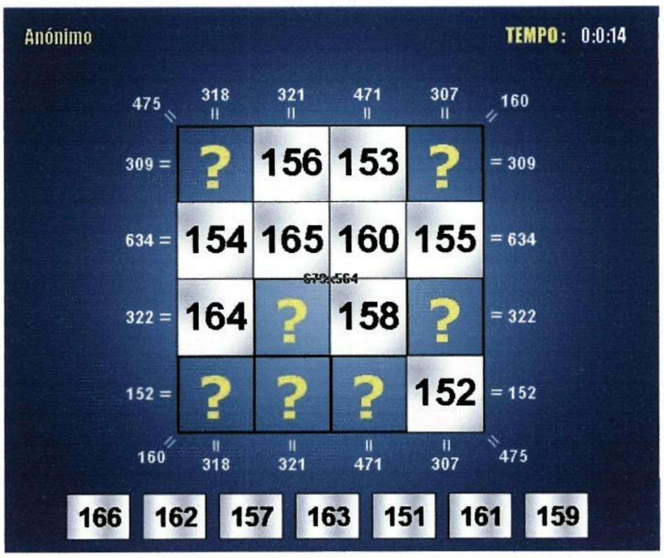


Fig. 5: O módulo "Quadrado Mágico 10000".

Borboletas

Apanhar as borboletas que carregam os números primos, depois os números múltiplos de 3 e finalmente os números que multiplicados por 3 dão um número par, são, para já, os desafios deste jogo (Fig. 6). É de todos os jogos de "A Magia dos Números" aquele que está mais próximo dos jogos *arcade*, em que o tempo é fundamental e a animação vertiginosa. Sempre que apanha uma borboleta errada o jogador é sujeito a uma penalização de 30 segundos.

Este módulo pode ser utilizado em sala de aula. Tem um resultado espantoso ao nível da apropriação e memorização de números primos. Existe, no entanto, o perigo de, pelas suas características, criar em certas turmas um ambiente de brincadeira. Nestes casos o módulo dos "Números Primos" é uma boa alternativa.

Antes de introduzir o jogo, o professor terá que rever as noções de divisor e de múltiplo bem como ensinar a de número primo.

Existe, em termos de processo de equilíbrio, uma propensão para a acomodação. Após as crianças terem aprendido na aula o que de facto são os números primos, elas fixarão esses números de forma mais definitiva através do jogo.

Estamos na presença de um jogo com uma motivação extrínseca já que nem as borboletas nem o movimento delas têm alguma relação com os conceitos matemáticos presentes.

Fig. 6: O módulo "Borboletas".

Conjectura de Goldbach

O objectivo neste módulo consiste em testar a Conjectura de Goldbach (Fig. 7). Para tal o utilizador terá, em primeiro lugar, que escolher um número par qualquer entre os que são apresentados pelo computador. De seguida, terá que descobrir os dois primos que somados dão o número par inicialmente seleccionado. Trata-se de um módulo para incentivar o gosto pela Matemática, uma vez que apresenta um problema científico ainda em aberto. Este módulo poderá levar um aluno a querer saber mais coisas sobre a história da conjectura ou sobre outros aspectos da história da matemática.

É necessário ensinar o conceito de número primo antes de as crianças utilizarem este módulo.

Este módulo permite desvendar mais uma das características impensáveis sobre esses tão números especiais que são os números primos.

Fig. 7: O módulo "Conjectura de Goldbach".

Fórmula Mágica

Neste módulo (Fig. 8) o utilizador deverá seguir as instruções do computador. Existe uma sequência de cálculos que terão que ser feitas a partir de um número escolhido ao acaso. O módulo surpreende pela capacidade "mágica" que o programa tem em adivinhar o resultado das contas. Este módulo de curiosidade matemática é inesquecível, principalmente para as crianças.

Após a utilização deste módulo as crianças passam a ter uma imagem diferente das fórmulas matemáticas.

Fig.8: O módulo "Formula Mágica".

Recordes da Ciência

Agora o objectivo consiste em responder correctamente às perguntas dos dois temas apresentados ("Pontes" e "Viagens Espaciais"). O programa indicará se a reposta é superior, inferior ou igual à resposta correcta. Este módulo evoluiu para o "Jogo dos Recordes" embora continue a ser útil (Fig. 9).

O interface é muito atraente e tem uma dinâmica interessante. O combustível do foguetão aumenta à medida que o utilizador se aproxima da conclusão do jogo.

Fig. 9: O módulo "Recordes da Ciência".

Jogo dos Recordes

Este módulo deve ser jogado por dois jogadores. Cada jogador dispõe de três tentativas para acertar na resposta correcta à pergunta apresentada pelo computador. Quanto mais próximo da solução estiver, mais pontos ganha. Existem cinco zonas de aproximação à resposta correcta (Fig. 10).

A ideia central do jogo é a mesma que a do módulo anterior, responder correctamente às perguntas. A dinâmica geral é que é bastante diferente. É um jogo para dois jogadores apelando portanto à competição ou colaboração, consoante a vontade dos jogadores. Para além disso passamos a ter pontos para quem não acertou mas se aproximou da resposta correcta. O que permite um "gameplay" superior.

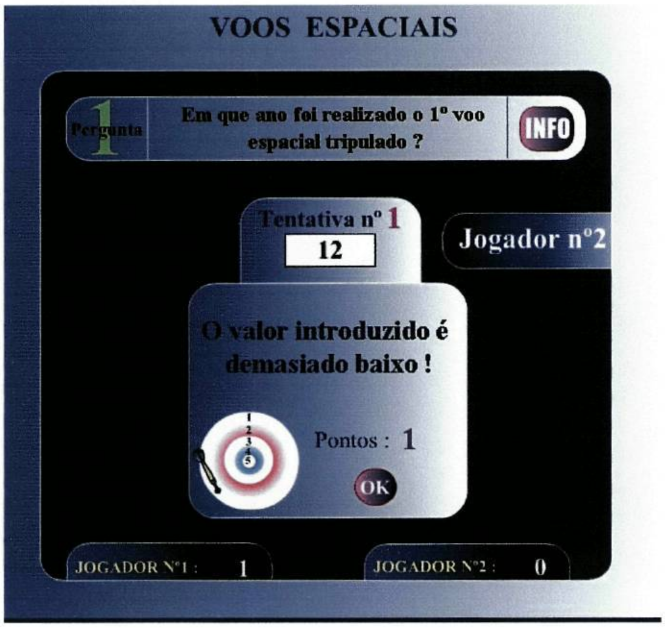


Fig. 10: O módulo "Jogo dos Recordes".

Números Amigos

O objectivo deste módulo é descobrir os pares de números amigos (Fig. 11). Para facilitar a tarefa pode utilizar-se a calculadora integrada no módulo que, entre outras funções, determina a lista de divisores de um número. Tem uma função didáctica semelhante à da "Conjectura de Goldbach".

Este conceito leva os alunos a questionarem-se:

"Então os números também têm amigos?"

Ficam depois a saber que apesar de um número não ter propriamente amigos, existem outros números com características comuns muito importantes.

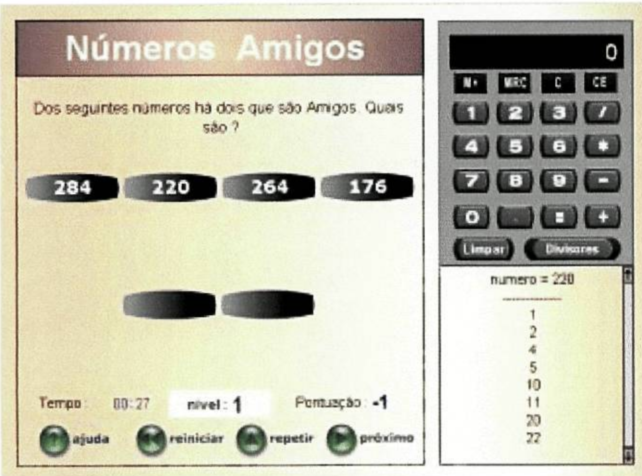


Fig. 11: O módulo “Números Amigos”.

<u>Numeração Romana</u>

Este módulo deve ser jogado por dois jogadores (Fig. 12). Um deles escreve um número em numeração indo-árabe enquanto o outro terá que representar esse mesmo número em numeração romana. Este jogo vai ser melhorado nalguns aspectos, para atingir melhor os objectivos para que foi criado.

A grande diferença entre este jogo e os outros dois que envolvem numerações está no facto de requerer dois jogadores. Este jogo passa assim a ter uma mais acentuada componente competitiva.

Fig. 12: O módulo “Jogo dos Recordes”.

Números Perfeitos

Pretende-se aqui que o utilizador descubra os números perfeitos (Fig. 13). Para tal terá duas alternativas: ou tenta acertar directamente entre quatro números apresentados ou através dos divisores, tendo em conta a fórmula de Mersenne. Este módulo requereu um grande trabalho de concepção que no final foi recompensado já que é um dos módulos com maior sucesso. A forma de chegar à solução através dos divisores é altamente construtiva é uma boa contribuição para desenvolver nos alunos uma visão mais positiva sobre a Matemática.

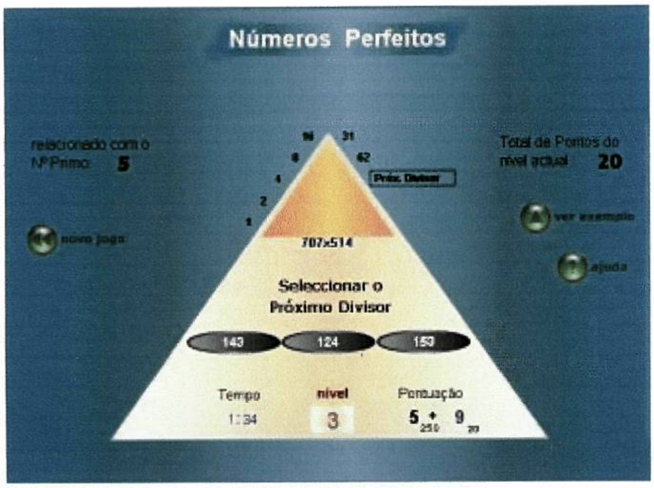


Fig. 13: O módulo "Números Perfeitos".

Números Primos

Neste módulo (Fig. 14) o utilizador tem que tentar acertar em todos os números primos de 1 a 25 ou de 1 a 100. Juntamente com o "Borboletas", tem dado bons resultados em sala de aula. Mas, ao contrário do "Borboletas", não tem animações. Dependendo do tipo de turma, poderemos optar por um ou por outro módulo.

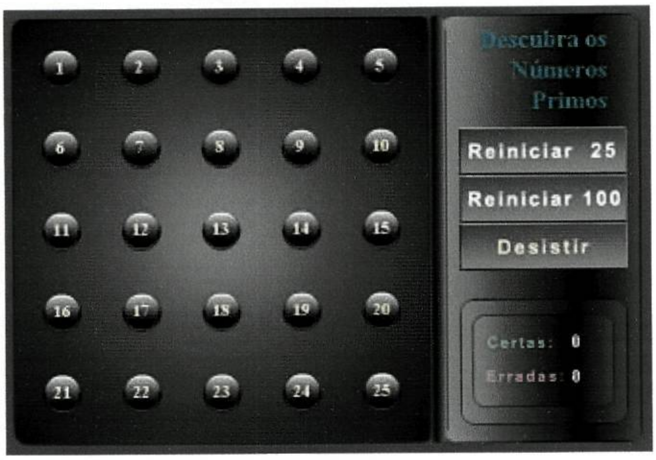


Fig. 14: O módulo "Jogo dos Recordes".

Quadrado Mágico

Neste módulo (Fig. 15) pretende-se que o utilizador descubra o número que falta, sabendo que a soma por linha, por coluna e por diagonal principal dá sempre o mesmo valor. Utiliza quadrados mágicos de 3 linhas por 3 colunas. É um módulo com quadrados mágicos mais simples que os que aparecem no "Quadrado Mágico 10000". É considerado pelos alunos um dos módulos mais interessantes.

A diferença, em termos de utilização, relativamente ao "Quadrado Mágico 10000" é a sua muito maior simplicidade. Assim sendo, aconselha-se a utilização deste módulo primeiro.

Fig. 15: O módulo "Jogo dos Recordes".

Roleta Matemática

Deixamos para o fim este módulo não só porque foi, cronologicamente, o último a ser desenvolvido mas também porque sobre ele versa, em particular, este trabalho.

Neste módulo, no mínimo tempo possível, devemos determinar o M.M.C. e M.D.C. de dois números que saem aleatoriamente a partir de uma roleta (Fig. 16). Antes de podermos dar a resposta cabe-nos decompor primeiro esses números em factores primos. Esse processo de construção é altamente educativo pois permite aos alunos compreenderem bem o "funcionamento" dos conceitos matemáticos envolvidos.

Ao professor cabe ensinar o significado do M.M.C. e M.D.C, antes ou durante a utilização do módulo. Traz pois benefícios tanto a nível da assimilação como da acomodação dos mesmos conceitos.

A motivação é extrínseca visto o jogo da roleta não ter uma relação directa com o M.M.C. ou M.D.C.

O facto de se tratar de uma roleta, acrescenta o factor aleatório que nalguns concursos de televisão tanto atrai os telespectadores.

Estes conceitos fazem parte da matéria curricular a ser ensinada no 8º ano e pertencem ao capítulo "Ainda os números".

No ponto 2 do capítulo III analisaremos com mais detalhe este módulo.

Fig. 16: O módulo "Roleta Matemática".

2.3 – Impacto na comunidade escolar.

A A.M.N. já foi utilizada em sala de aula.

Afim de se estudar o interesse que estes módulos poderiam suscitar junto da comunidade académica (estudantes e professores) colocaram-se contadores nas páginas que permitem determinar com precisão o número de visitas, o que pode ser um bom indicador do interesse que estes módulos despertam nos visitantes.

O contadores forneceram os valores que estão nos tabelas 16 e 17.

MÓDULO	Nº DE VISITAS
Borboletas	5966
Numeração Chinesa	4302
Quadrado Mágico 10000	3882
Teorema de Pitágoras (da versão menor à maior)	1º 3540 2º 156 3º 467
Números Primos	3130
Numeração Egípcia	2300
Numeração Romana	1993
Quadrado Mágico	2053
Números Perfeitos	1815
Recordes da Ciência	2420
Formula Mágica	1419
Conjectura de Goldbach	1662
Números Amigos	2116
Jogo dos Recordes	1157
FORUM	1241

Tab. 16: Número de visitas até finais de Maio de 2003.

Atenção: Os quatro primeiros módulos da tabela ("Borboletas", "Numeração Chinesa", "Quadrado Mágico 10000" e "Teorema de Pitágoras") foram os primeiros a beneficiar de contadores, ao passo que os restantes só há pouco tempo. Ou seja, as diferenças que existem dos quatro primeiros para os restantes não são significativas. Quanto ao contador principal, ultrapassou neste momento o número 20000.

MÓDULO (só módulos com *top-ten*)	JOGOS COMPLETOS
Borboletas	3537
Teorema de Pitágoras	1820
Numeração Chinesa	798
Quadrado Mágico 10000	1082

Tab. 17: Número de jogos completados até finais de Maio de 2003.

Verificamos que os quatro primeiros módulos da tabela, que são os que têm *top-ten,* têm um total de jogos completos inferior ao número de visitas. Existem, portanto, muitos utilizadores que experimentam mas não completam os jogos. Também verificamos que o jogo "Borboletas" tem os dois valores muito próximos pois é acessível a todos.
Verificamos também uma boa prestação das "Numerações".
Quanto ao "Teorema de Pitágoras" existe claramente, como era de esperar, uma maior utilização do módulo mais pequeno (que é carregado mais rapidamente através da rede). Existem, porém, bastantes utilizadores que gostam de qualidade de imagem e por isso carregaram a maior versão. Lembramos que os três módulos são iguais, excepto na qualidade das animações.
O *Forum* é um meio de recebermos algum *feedback.* Destacam-se dois pedidos de novos módulos: um com a história do número zero e um para um módulo sobre equações. A esmagadora maioria das críticas que aparecem no *Forum* são encorajadoras.

Em ambiente de sala de aula a A.M.N. já foi utilizada por quatro turmas (78 alunos no total) da Escola EB2,3 Fernando Pessoa em 2002 de Leiria. Antes, durante e após a utilização dos módulos foram observadas e analisadas as reacções e resultados obtidos.

Apresentamos notas sobre alguns dos módulos:

Números Primos
Este módulo proporcionou um ambiente interessante e agradável para professores e alunos. Além disso, a sessão foi produtiva e originou trabalho colaborativo espontâneo.

Quadrado Mágico
Este módulo foi muito bem recebido pelos alunos: permitiu levar até os mais calmos a participarem. Este módulo desenvolve o cálculo mental e o raciocínio. Além disso contribuiu para alterar a visão de que as contas são um "castigo".

Existe algo de mágico efectivamente neste quadrados, no final a soma das linhas, colunas e diagonais dão o mesmo valor.

Quadrado Mágico 10000

Este módulo, apesar de ter os mesmos ingredientes que o anterior, tem um nível de dificuldade superior. É preferível que o aluno comece pelo "Quadrado Mágico" e só depois passe para este.

Fórmula Mágica

Este módulo ultrapassou os objectivos para que foi criado. Desde o início envolveu de forma invulgar todas as turmas, principalmente aquelas cujos alunos menos gostavam de matemática. "Mas como é que o computador pode adivinhar o resultado da conta se eu não lhe digo o meu número inicial?" - perguntaram. Numa turma, os alunos começaram a desconfiar que o computador podia ter um microfone para os ouvir. Para surpresa de todos, o computador utilizava uma fórmula matemática para adivinhar o resultado. Ora uma fórmula matemática era para muitos uma forma de complicar a vida e não de a simplificar.

Teorema de Pitágoras

Este jogo impressiona muito os alunos lembrando-lhes alguns jogos comerciais. Tem animação 3D e uma animação rápida com personagens muito semelhantes aos da época. Além disso mostra edifícios da época de Pitágoras. Conseguimos desta forma aproveitar a propensão que muitos jovens têm para o audiovisual para lhes proporcionar aprendizagens. Este módulo foi muito bem acolhido pelos alunos.

Numerações

Os módulos de numeração atingiram por completo os objectivos propostos. Os alunos tomaram consciência da universalidade da Matemática. As numerações chinesa e a egípcia foram das três as mais bem acolhidas. O módulo "Numeração Romana" necessita de algumas melhorias.

Roleta Matemática

Este módulo, visto ser objecto de investigação nesta dissertação será tratado em todo o pormenor no capítulo seguinte. Podemos no entanto adiantar que o sucesso deste módulo não ficou atrás dos restantes – bem pelo contrário. É preciso ter em conta que este teve um maior *feedback* por parte dos alunos o que permitiu a sua melhoria em tempo útil.

2.4 – Planos para o futuro da A.M.N..

Tratando-se de um grupo de *learning objects*, a A.M.N. está em alteração e crescimento constantes.

Terá que haver melhorias nos seguintes módulos:

- "Numeração Romana", evoluir para um estilo mais próximo do que existe na "Numeração Chinesa" e uma melhor gestão da interacção dos jogadores.
- "Jogo dos Recordes", rever as perguntas existentes e ampliar o seu número;
- *Top-ten* mensal, evitar que este fique saturado de bons resultados não permitindo que os alunos mais lentos figurarem na lista;
- Nalguns módulos deve ser colocado o *top-ten* e apuradas questões de coerência estética.

Também irão surgir novos módulos:

- "O Último Teorema de Fermat";
- "Mais Numerações de Civilizações Antigas";
- "A História do Zero";
- "As Equações";
- "Tapetes Rolantes";
- "O Comboio";
- "Ordem na Sala".

Uma das pretensões para o futuro é a concepção de um micromundo onde seja possível entrar, tanto na aula, como no clube, na biblioteca ou mesmo em casa. Com jogos, *forum*, *chat*, *top-ten*, etc... é possível concretizá-lo.

Capítulo III – Introdução

1 – Hipóteses e metodologia

A hipótese da investigação é:

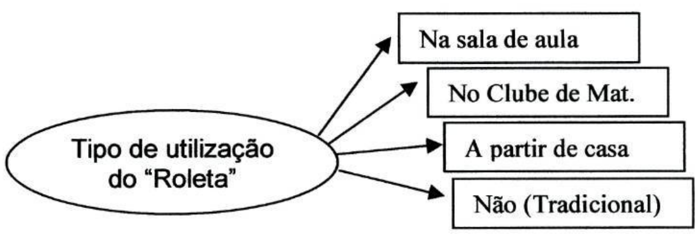
"O módulo "Roleta Matemática" é uma mais valia na aprendizagem do M.M.C. e M.D.C."

Trata-se de uma investigação quantitativa. Envolveu 4 turmas do 8º da Escola EB2,3 Manuel de Faria e Sousa de Felgueiras. A pesquisa incluiu a aplicação de pré-teste e pós-teste a essas 4 turmas. Para além disso, os grupos que tiveram acesso ao módulo, preencheram a "ficha de tempos" com os tempos realizados para completarem cada jogo.

Relativamente ao propósito podemos classificar esta investigação como sendo praticamente uma investigação-acção. O módulo "Roleta Matemática" teve 3 versões ao longo da investigação. Os melhoramentos das duas últimas versões foram consequência directa do *feedback* recebido pelos alunos envolvidos na investigação. O facto de as últimas versões serem consideradas mais perfeitas pelos alunos desta escola, não significa que o sejam para outros alunos. Assim, tivemos que ter cuidado em não generalizar abusivamente os resultados obtidos nesta pesquisa.

Relativamente ao método, a investigação pode ser considerada quase-experimental. A escolha das turmas não foi completamente aleatória já que foram realizados dois sorteios condicionados como veremos mais à frente.

A variável independente é "tipo de utilização do módulo Roleta Matemática". Como mostra o esquema 14 existem 4 tipos diferentes de utilização do módulo. Nesta pesquisa iremos também analisar se os diferentes tipos de utilização têm ou não influência no sucesso ou insucesso do módulo.



Esq. 14: Tipos de utilização do "Roleta".

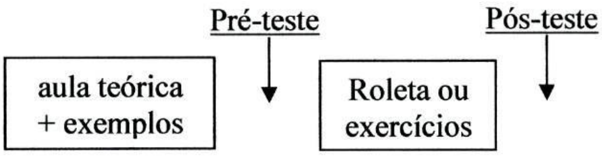
Ao escolhermos turmas do mesmo ano (8º ano) passamos a ter as variáveis que se seguem controladas:

- Idade (os alunos têm aproximadamente 14 anos);
- Habilitações literárias (todos os alunos estão no mesmo ano de escolaridade).

O módulo terá um papel mais marcante no processo de acomodação e não no de assimilação (ver ponto 2.4 do primeiro capítulo). O módulo não vai ensinar o M.M.C. e M.D.C. mas sim proporcionar uma forma agradável de os calcular. É necessária uma aula teórica prévia com alguns exemplos. Então sim, o módulo poderá tomar o seu papel na acomodação desses conhecimentos (esquema 15).

Tendo estas ideias bem presentes, a sequência que seguimos na pesquisa foi a seguinte:

1º - Aula teórica normal e alguns exercícios nas 4 turmas;
2º - Aplicámos o pré-teste nos 4 grupos;
3º - O Grupo Aula, utilizou o módulo "Roleta Matemática" na sala de aula;
- O Grupo Clube, utilizou o módulo no Clube de Matemática;
- O Grupo Casa, utilizou o módulo em casa;
- O Grupo Controle, teve uma aula prática tradicional.
4º - Aplicámos o pós-teste nas 4 turmas.

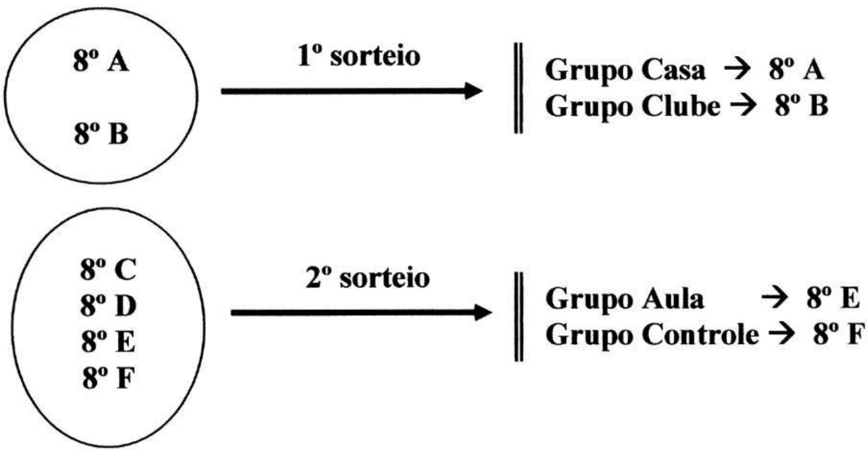


Esq. 15: Sequência da pesquisa.

A escola está situada numa região de forte indústria do calçado e vestuário. A maioria dos alunos são filhos de operários dessas fábricas. A escola tem 6 turmas do 8º ano. O investigador era professor de Matemática de duas delas, 8ºA e 8ºB. Um outro professor leccionava as restantes: 8ºC, 8ºD, 8ºE e 8ºF.

A escolha das turmas que entrariam na pesquisa foi semi-aleatória.
Realizámos dois sorteios devido ao facto de os horários dos dois professores referidos serem incompatíveis. As reuniões entre os professores envolvidos na investigação eram regulares mas não com a frequência que uma investigação-acção exigia. Para aumentar a velocidade de resposta ao *feedback* dos vários

grupos decidimos sortear o Grupo Casa e Grupo Clube entre as turmas do investigador (esquema 16). Assim sendo, o investigador teve *feedback* diário das duas turmas que utilizaram o módulo fora da sala de aula. Finalmente o Grupo Aula e o Grupo Controle foram sorteados entre as 4 turmas do outro professor.



Esq. 16: Sorteios efectuados.

O resultado foi:

- 8ºE para Grupo Aula;
- 8ºB para Grupo Clube;
- 8ºA para Grupo Casa;
- 8ºF para Grupo Controle.

Ao longo da investigação certos alunos foram retirados dos grupos de investigação. São disso exemplo os alunos que abandonaram a escola a meio, os que faltaram ao pré-teste ou pós-teste, e os que faltaram às actividades programadas entre os testes.

A constituição dos grupos foi a seguinte:

- Grupo Aula com 23 alunos;
- Grupo Casa com 20;
- Grupo Clube com 21;
- Grupo Controle com 23.

As condições de acesso ao módulo foram diferentes de grupo para grupo:

- os elementos do Grupo Casa tiveram a possibilidade de, sempre que estivessem junto a um computador, colocar a disquete, e jogar;

- os elementos do Grupo Clube poderam utilizar o módulo sempre que o clube de matemática estiveve aberto, o que aconteceu 3 a 4 vezes por semana por volta da hora do almoço;

- os elementos do Grupo Aula só puderam utilizar o módulo na aula;

- finalmente o Grupo Controle não teve acesso ao módulo. Este grupo teve, em alternativa, uma aula prática com exercícios retirados do livro.

Relativamente aos testes, estes eram constituídos por 2 questões:

- a primeira exigia o cálculo do M.M.C. e tinha um grau de dificuldade baixo em termos de decomposição em factores primos. Os primos envolvidos eram unicamente o 2, o 3 e o 5;

- a segunda é relativa ao M.D.C. e tinha um grau de dificuldade superior em termos de decomposição em factores primos. Envolvia mais primos para além dos 3 primeiros.

Durante a pesquisa foram recolhidos os seguintes tipos de dados:

- as notas dos testes;

- as "fichas de tempos" para os grupos Aula, Casa e Controle;

- o número de acessos ao módulo *online*, ao *chat* e ao *forum* do Grupo Casa.

A análise estatística feita inclui:

1º - a análise das médias e desvios padrões dos resultados dos testes para todos os grupos. Obtemos dessa forma uma "imagem" global dos resultados;

2º - a análise dos tempos registados na utilização do módulo em todos os grupos excepto o Grupo Controle. Os tempos propriamente ditos não são relevantes em termos matemáticos mas o número de registos sim;

3º - a análise de regressão dos resultados dos testes para todos os grupos. Temos assim a possibilidade de seguir a evolução entre os dois testes em cada grupo;

4º - as comparações, através de Teste T, dos pré-testes dos grupos experimentais com os do grupo de controle. Ficaremos a saber se as condições iniciais são ou não idênticas entre os grupos;

5º - a análise emparelhada para o par pré-teste – pós-teste para todos os Grupos. Ficaremos a saber para que grupos as melhorias foram estatisticamente significativas. É uma análise individual;

6º - a realização de mais Testes T mas para as médias das diferença entre as notas do pós-teste e do pré-teste. Estes testes indicar-nos-ão em quais dos grupos experimentais existiu uma melhoria significativa relativamente ao grupo de controle. Se verificarmos que algum dos grupos experimentais teve melhorias significativas relativamente ao Grupo Controle, fica demonstrada a hipótese desta dissertação para as condições específicas desse grupo experimental.

2 – A pesquisa

O primeiro passo foi a programação do módulo "Roleta Matemática", tanto na sua versão *online* como *offline*.

No módulo, após a animação introdutória, o programa pede um nome de utilizador (Fig. 17) que servirá para uma possível entrada na tabela dos 10 melhores (*top-ten*).

Fig. 17: Recepção do nome do utilizador.

Fig. 18: O *top-ten* sempre actualizado.

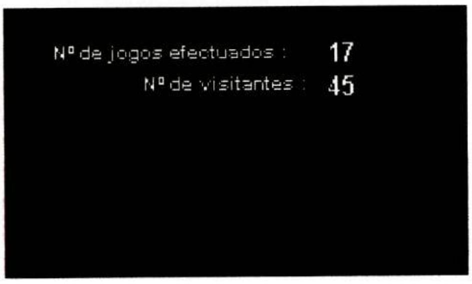


Fig. 19: Número de visitas e de jogos efectuados.

De seguida, na versão online, é apresentado o top-ten actualizado (Fig. 18) bem como o número de visitas e jogos efectuados até então (Fig.19).

Antes de começar o jogo propriamente dito, aparece um painel informativo que indica as regras do jogo (Fig. 20).

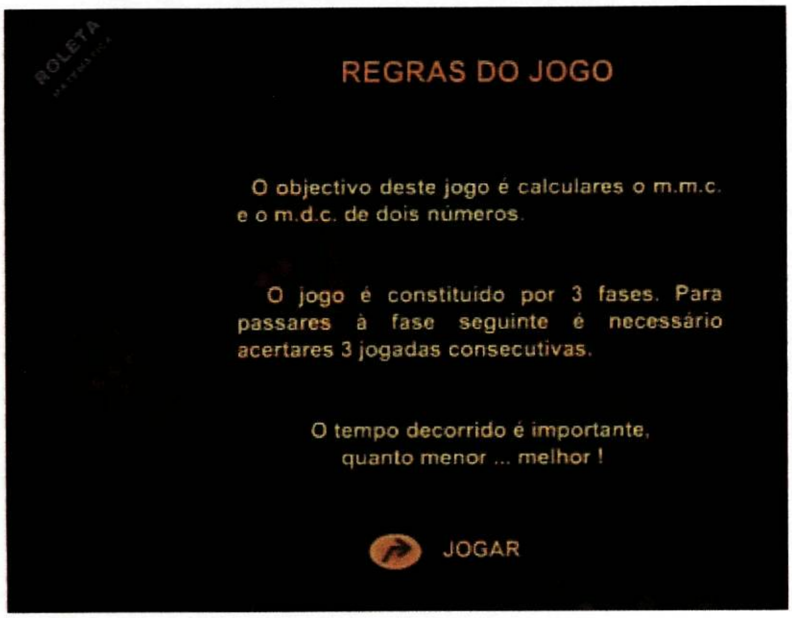


Fig. 20: Regras do jogo da primeira versão.

De seguida o módulo apresenta uma roleta de duas pistas, uma vermelha (a pista exterior) e outra azul (a pista interior). A pista vermelha contém 8 números e a azul 4 (Fig. 21).

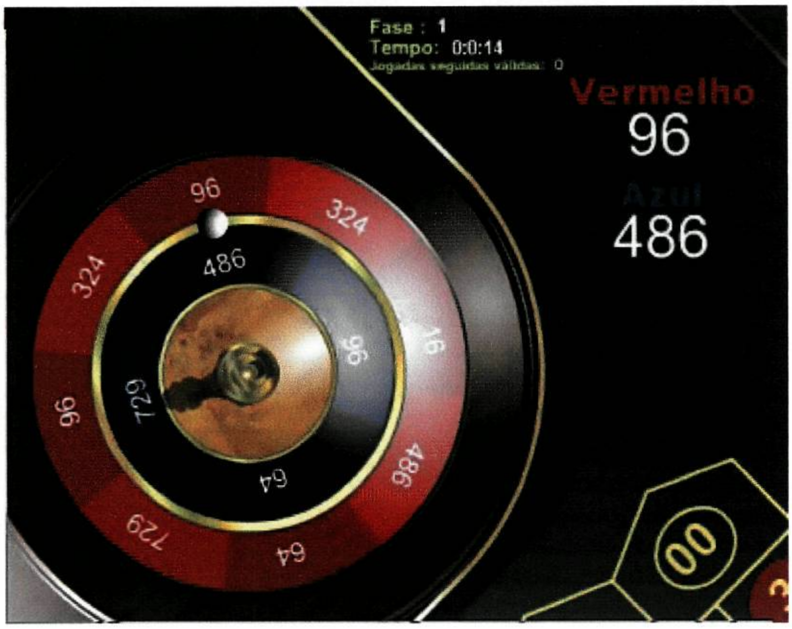


Fig. 21: A roleta do módulo.

Uma bola é lançada pelo computador. Ela vai rolando e aproximando-se da linha de intercepção das duas pistas, sempre em velocidade decrescente. Simultaneamente, o programa vai actualizando os números que vão ficando no caminho da bola. Os números sorteados são os últimos a serem apresentados, isto é, são aqueles que estão mais próximos do local onde a bola pára. Um número por pista (um total de dois) como se pode verificar na figura 21.

Numa animação contínua e bem ao gosto dos actuais alunos, a mesa gira deixando lugar a um espaço que será ocupado com a questão a ser resolvida. A roleta continua no entanto visível (Fig. 22).

Fig. 22: O módulo está pronto para receber o primeiro primo.

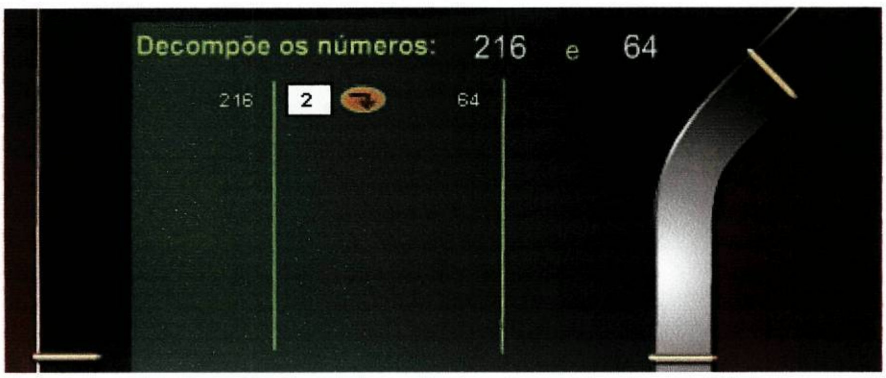


Fig. 23: Recepção do primeiro primo.

Após o surgimento da questão sobre M.M.C. e M.D.C., o programa coloca-se a postos para a realização da decomposição dos números sorteados em factores primos, que servirão para o cálculo final do M.M.C. e M.D.C. (Fig. 22 e 23). O programa está preparado para receber o número primo proposto pelo aluno e verificar se está correcto:

- se estiver correcto, realiza a divisão do número pelo primo dado e passa para a linha seguinte onde pede novo primo;

- se não estiver correcto, o computador risca a vermelho esse primo. Esta operação demora alguns segundos que vão penalizar o "infractor", já que o tempo é importante no jogo (Fig. 24).

Fig. 24: O primo introduzido não está correcto.

As três fases têm um nível diferente de dificuldade:

- a primeira fase só utiliza os primos 2 e 3 na decomposição;
- a segunda envolve o primo 2, o 3 e o 5 na decomposição;
- a terceira fase já tem um leque maior de primos possíveis: 2, 3 ,5 ,7 ,11 e 13.

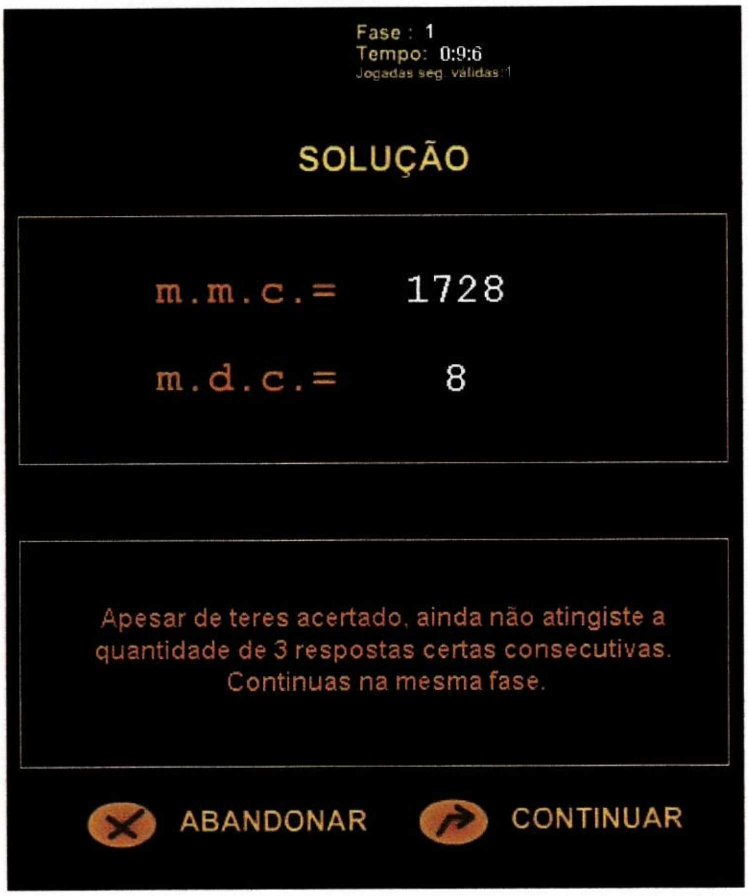


Fig. 25: No fim da jogada.

Fig. 26: Fase, tempo e jogadas seguidas válidas.

No fim da jogada o "Roleta" indica (Fig. 25 e 26):

- fase actual;
- tempo gasto até então;
- solução da questão;
- consequências resultantes do resultado obtido (manutenção na mesma fase ou passagem para a seguinte).

Após a decomposição feita, está na hora do utilizador finalmente indicar o valor do M.M.C. e do M.D.C. Desta vez, em caso de erro, a jogada termina imediatamente e será necessário recomeçar uma nova.

Caso estejamos a jogar na versão *online* e tenhamos obtido um tempo entre os 10 melhores, figuraremos no *top-ten*. Um reforço positivo para premiar os mais rápidos.

Instalamos no servidor "nautilus" a versão *online* do "Roleta", um *chat* e um *forum* (http://nautilus.fis.uc.pt/cec/roleta) com um *menu* de entrada (Fig.27).

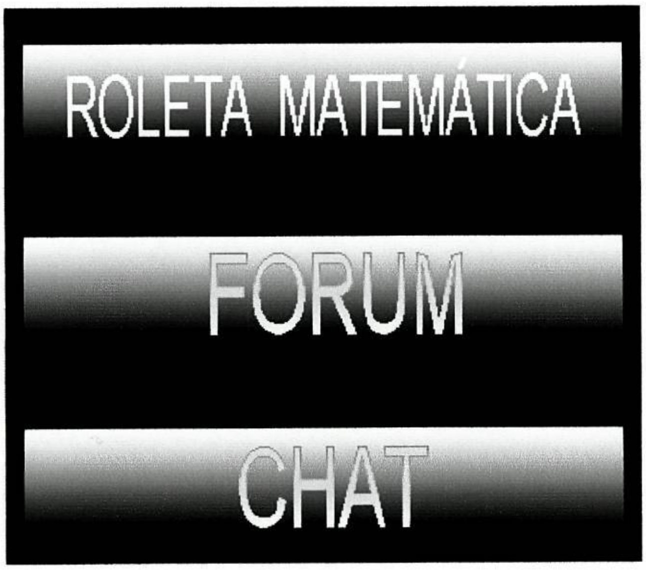


Fig. 27: *Menu* de entrada.

O *chat* tem a particularidade de permitir um "diálogo" em *tempo real* através da Internet com dezenas de utilizadores (Fig. 28).

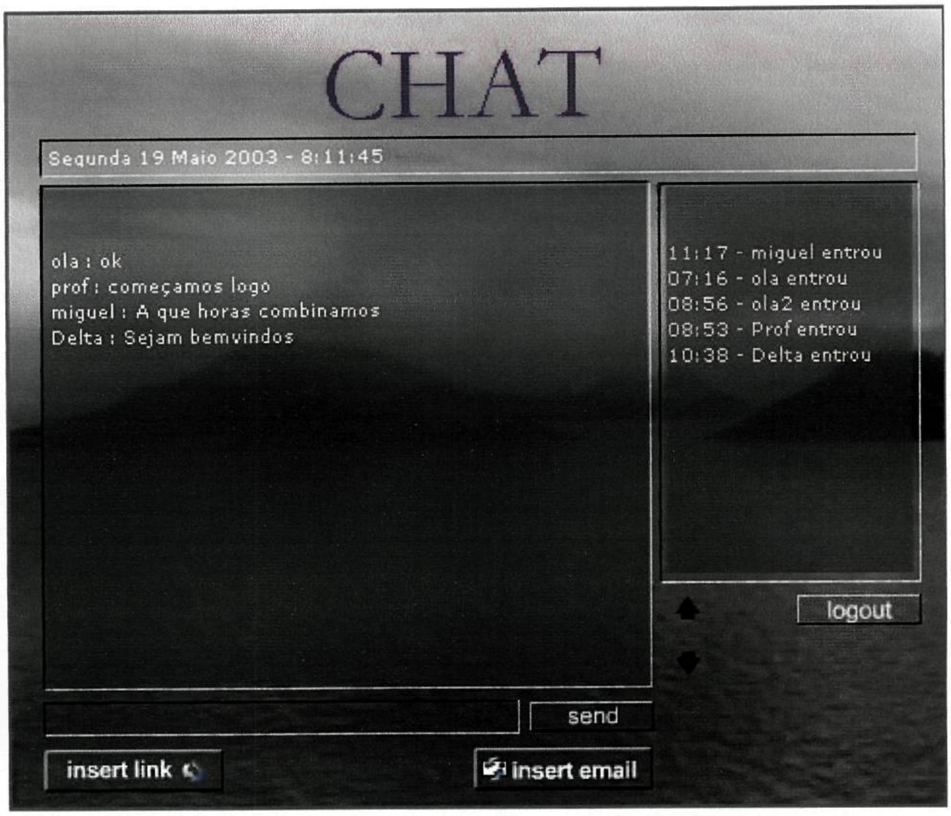


Fig. 28: O *chat*.

O *chat* tem um interface dividido em 4 partes:

- em cima o dia e a data;
- à esquerda a conversação;
- à direita os utilizadores presentes no *chat*.

O *forum* permite uma discussão ao longo de toda semana sem a necessidade de haver presenças simultâneas (Fig. 29).

Fig. 29: A página principal do *forum*.

A figura 29 mostra a página principal do *forum* em que constam as primeiras mensagem de cada tema de conversa. Contém as datas e horas de envio das mensagens bem como os nomes dos autores e os títulos destas.

Podemos abrir um novo tema escolhendo "Nova mensagem" e fazendo desta forma aparecer um formulário próprio para o efeito (Fig. 30). Existe também a possibilidade de escolher um "icon" (gráfico) de forma a dar a ideia do tipo de conversa que (se espera) venha a ocorrer no desenvolvimento do tema que acabamos de sugerir.

Fig. 30: O formulário para a criação de um novo tema.

Dentro de cada tema aparece uma nova página (Fig. 31) com:

- a mensagem de abertura de tema que aparece referida na página principal;
- todas as repostas a essa mensagem;
- um formulário para podermos acrescentar nova resposta.

Fig. 31: A página de um tema.

Relativamente ao módulo "Roleta Matemática", a desvantagem da versão *offline* relativamente à outra versão *online* é somente a falta de *top-ten*. No entanto a versão *offline*, tem várias vantagens:

- não é necessário ter acesso à Internet;
- podemos jogar quanto tempo quisermos sem nada pagar, ao contrário do que acontece através da Internet;
- começa mais rapidamente.

Após o módulo realizado, preparamos uma disquete para cada aluno do Grupo Casa que foi o primeiro grupo a fazer o pré-teste (depois de já ter aprendido as definições de M.M.C. e M.D.C. e resolvido alguns exemplos em sala de aula). Estávamos a uma semana das férias escolares do Natal. Entregámos uma disquete e uma "ficha de tempos" por aluno. Combinámos duas sessões de *chat* por semana e apelámos ao uso do *forum*. Tudo parecia correr perfeitamente. Este Grupo poderia, com o tempo que as férias disponibilizam, usar o módulo com muita frequência bem como o *chat* e o *forum*. Mas a realidade foi diferente da que esperávamos. Segue-se por ordem cronológica o que sucedeu:

1º - a primeira sessão de *chat* não se realizou por falha do servidor;

2º - a segunda sessão de chat não se realizou devido à nossa impossibilidade em estar naquela altura "ligados" à Internet;

3º - na terceira sessão não apareceu nenhum aluno;

4º - cancelámos todas as sessões de *chat*;

5º - o forum teve uma maior participação mas do qual resultou pouco benefício;

6º - a versão online teve poucos acessos;

7º - os alunos confessaram não terem tido disponibilidade durante as férias;

8º - os alunos afirmaram não poderem estar ligados à Internet mais de um ou dois minutos, dando por isso preferência à versão *offline*;

9º - praticamente todos os alunos deixaram o momento da estreia do módulo para o início do 2º período.

O início do 2º período chegou e a utilização da versão *offline* aumentou significativamente.

Os primeiros *feedbacks* começaram a chegar:

- a roleta gira demasiado tempo (este tempo de espera diminui o "gameplay");
- concluir um jogo leva tempo a mais.

Como reposta a estas reacções, foi então realizada a segunda versão da "Roleta Matemática":

- animação inicial mais curta;
- animação da roleta mais rápida;
- eliminação da 2ª fase e diminuição do número de jogadas por fase (passou para duas).

O painel informativo do jogo foi remodelado (Fig. 32).

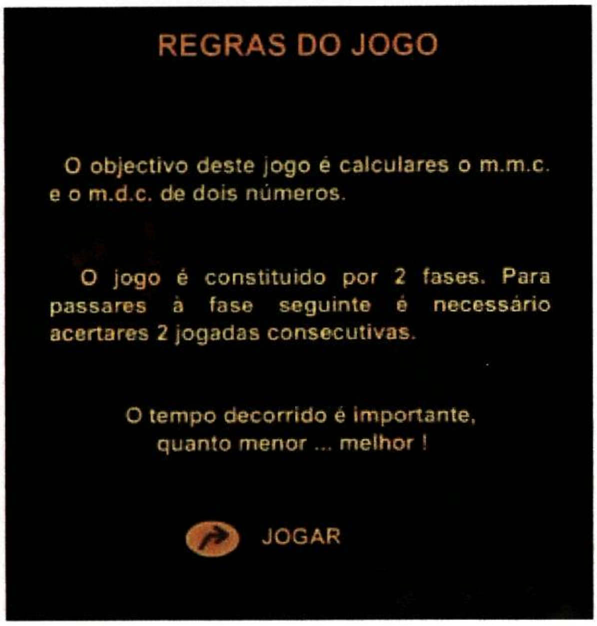


Fig. 32: As regras do jogo da segunda versão.

Entregámos a segunda disquete a cada aluno do Grupo Casa. As reacções ao novo módulo foram positivas.

Nessa altura, o Grupo Clube estava pronto para utilizar o módulo no Clube de Matemática. O clube funciona em duas salas adjacentes. Numa dessas salas existem 15 computadores. Foi nalguns desses computadores que instalámos a segunda versão *offline* do módulo. O Clube de Matemática é dinamizado por 3 professores de Matemática. Eles forneciam informações sobre acções e reacções dos alunos. Entre as informações fornecidas destacam-se as seguintes:

- o tempo de estadia dos alunos no clube é muito pequeno, não dando, muitas vezes, para terminar um jogo;
- existe a falta de uma calculadora incorporada, evitando dessa forma o incómodo de terem que utilizar a calculadora do sistema operativo;
- os alunos, muitas vezes, devido ao entusiasmo ou à pressa, não apontavam os tempos realizados.

Estas informações deram origem à terceira versão do módulo com:

- diminuição para uma só jogada por fase;
- calculadora incorporada.

O painel informativo do jogo foi novamente remodelado (Fig. 33).

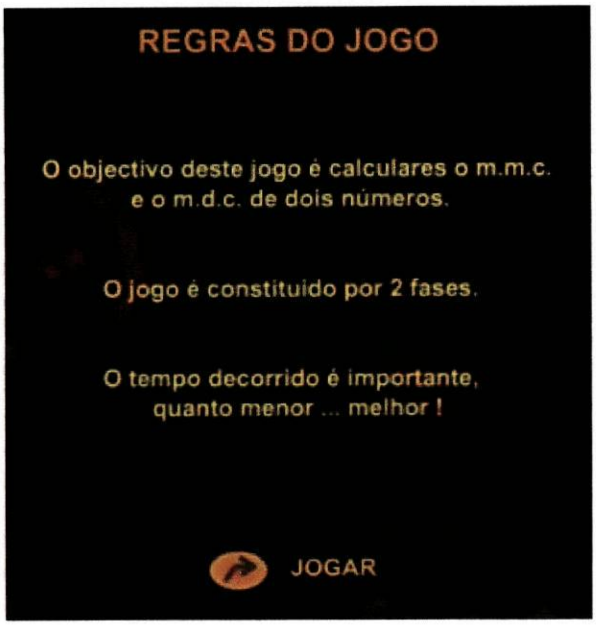


Fig. 33: As regras do jogo da última versão.

Substituímos os módulos que estavam nos computadores do clube pelos novos e entregámos uma terceira disquete aos alunos do Grupo Casa.

Mais uma vez as reacções foram positivas.

Finalmente chegou a aula do Grupo Aula, na sala de informática. Este grupo teve o privilégio de começar logo com a última versão do módulo instalada nos computadores da sala.

A aula decorreu da melhor forma e mesmo os alunos com maiores dificuldade procuraram aprender a forma de calcular o M.M.C. e M.D.C. para poder jogar convenientemente. Também verificamos que os alunos nem sempre apontavam os tempos realizados na “folha de tempos”.

Capítulo IV – Análise e discussão dos dados

1 – Média e desvio padrão

Todos os Grupos realizaram pré-teste e pós-teste. As médias e desvios padrões dos resultados obtidos pelos grupos estão na tabela 18 que foi gerada pelo *SPSS* (programa de análise estatística).

GRUPO		Pré-teste	Pós-teste
Aula	Alunos	23	23
	Média	70,5435	81,5522
	Desvio Padrão	18,01131	22,54002
Casa	Alunos	20	20
	Média	69,2500	91,2500
	Desvio Padrão	20,47302	14,22331
Clube	Alunos	23	23
	Média	82,1739	84,6739
	Desvio Padrão	22,86701	17,35826
Controle	Alunos	21	21
	Média	69,8214	74,5238
	Desvio Padrão	29,54944	22,61939
Total	Alunos	87	87
	Média	73,1466	82,9103
	Desvio Padrão	23,28637	20,13455

Tab. 18: Média e desvios padrões dos grupos.

Analisando a tabela, constatamos que, relativamente às médias:

- o Grupo Casa começou com a média mais baixa e acabou com a média mais alta;
- o Grupo Casa, obteve no pós-teste a melhor média, com o menor desvio padrão;
- o Grupo Clube obteve, praticamente, a mesma média
- todos os grupos melhoraram do pré-teste para o pós-teste;

GRUPO	Diferença entre as médias (aprox.)
AULA	11
CLUBE	2,5
CASA	22
Controle	5

Tab. 19: As diferenças entre as médias dos testes.

Relativamente às diferenças entre as médias (Tab. 19), o Grupo Casa apresentou a maior diferença, seguindo-se o Grupo Aula e o Grupo de Controle. O Grupo Clube obteve a mais baixa diferença.

GRUPO	Total de Observações	Tempo médio (aprox.)
AULA	19	8 min.
CLUBE	59	9 min.
CASA	155	5 min.

Tab. 20: Os tempos registados.

A tabela 20 mostra bem a diferença do número de tempos registados pelos diversos grupos experimentais. O Grupo Casa tem muitos mais tempos registados. Temos no entanto que ter em conta que os alunos nem sempre apontaram os tempos obtidos. Estes dados não permitem portanto tirar conclusões fidedignas, podem no entanto ajudar a explicar o sucesso do Grupo Casa perante os restantes grupos.

2 – Análise de regressão

A análise de regressão através de funções cúbicas foi realizada através do *SPSS* que gerou os dados que são apresentados na tabela 21.

GRUPO	a	b	c	d
AULA	-97,278	6,1461	-0,0653	0,0002
CLUBE	27,3788	0,8765	0	-0,00002
CASA	46,406	0,9361	0	-0,00005
CONTROLE	42,6167	2,3522	-,0525	,0003

Tab. 21: Análise de regressão.

O eixo dos XX representa as notas do pré-teste e o eixo dos YY as notas do pós-teste correspondentes. Em cada gráfico (Fig. 34 a Fig. 38) estão representados pontos e a função cúbica que mais aproxima esses pontos. Cada ponto corresponde a um aluno. A 1ª coordenada desse ponto é igual à nota do pré-teste e a 2ª coordenada à nota do pós-teste. A partir da substituição dos valores de *a*, *b*, *c*, e *d* da tabela 21 na expressão $f(x)=ax^3+bx^2+cx+d$ obtemos a equação da função cúbica desejada.

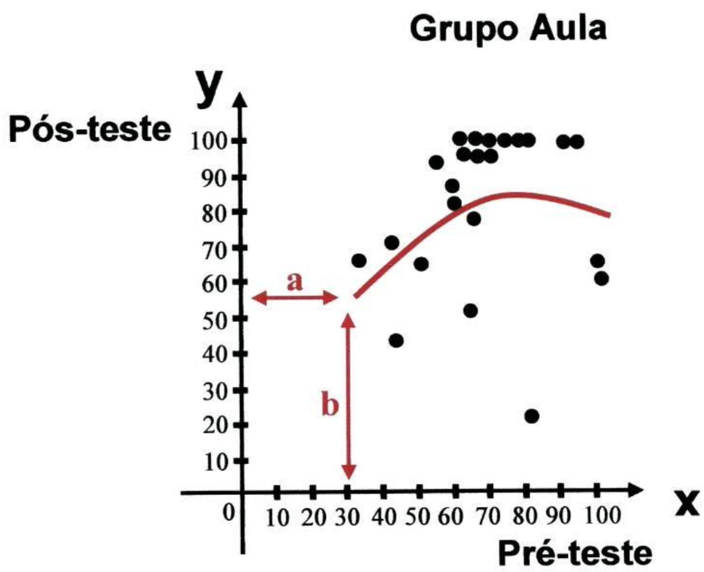


Fig. 34: Gráfico do Grupo Aula.

A figura 34 mostra que os alunos do Grupo Aula com notas mais baixas no primeiro teste, continuaram com as notas mais baixas apesar de ter existido alguma melhoria. Quanto aos alunos que obtiveram boas notas no pré-teste, baixaram os seus resultados ligeiramente. Existe uma visível melhoria dos alunos mais fracos visto que o segmento *a* é mais pequeno que o *b*.

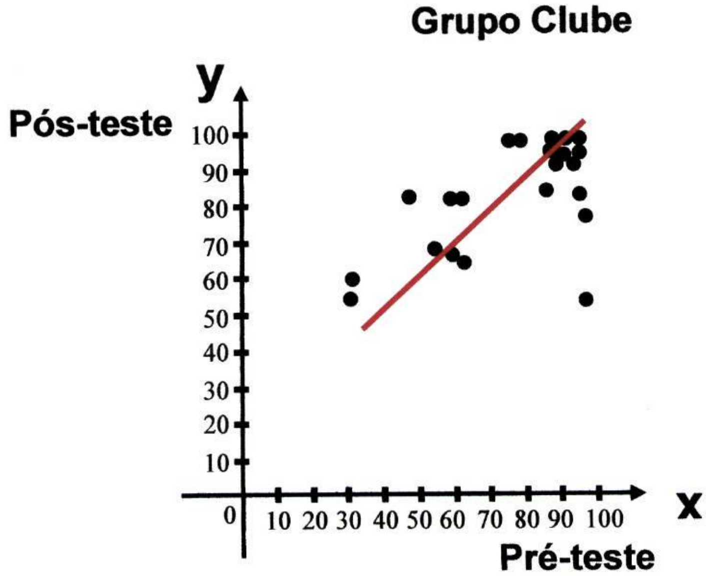


Fig. 35: Gráfico do Grupo Clube.

Relativamente ao Grupo Clube (Fig. 35) tudo se manteve praticamente na mesma, os piores continuaram mal e os melhores mantiveram as suas prestações. Os resultados do pré-teste e do pós-teste são praticamente idênticos. A função cúbica é praticamente coincidente com a função y=x.

Grupo Casa

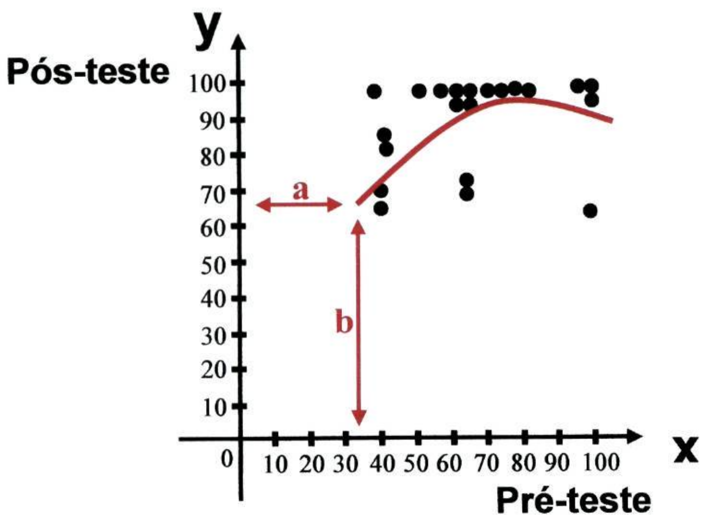


Fig. 36: Gráfico do Grupo Casa.

A figura 36 mostra que os alunos do Grupo Casa com notas mais baixas no pré-teste, melhoraram muito e aproximaram-se dos melhores. Estes últimos baixaram ligeiramente. É de referir que nos pré-testes as notas estavam compreendidas entre 30% e 100% e as do pós-teste entre 60 e 100%. Os alunos de notas baixas e intermédias no pré-teste tiveram uma melhoria significativa. Basta observarmos a diferença de comprimento entre os segmentos *a* e *b*.

Grupo Controle

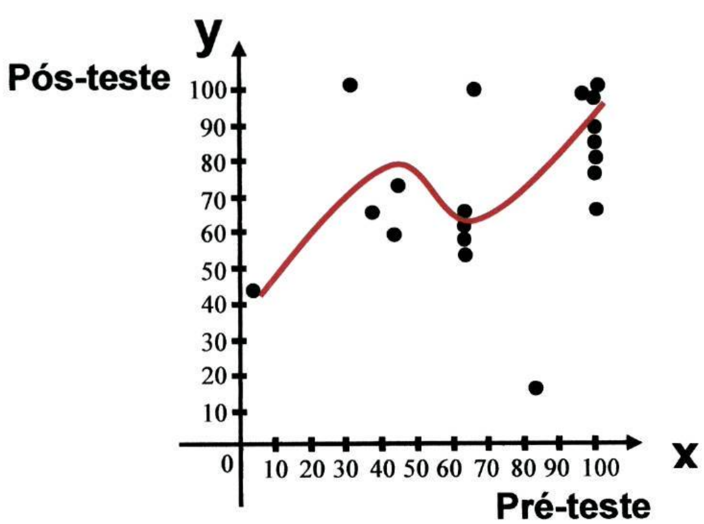


Fig. 37: Gráfico do Grupo Controle.

Relativamente ao Grupo Controle (Fig. 37) o Gráfico mostra que o intervalo dos resultados do pré-teste era [0,100] (aprox.) enquanto que no pós-teste [40,100] (aprox.).

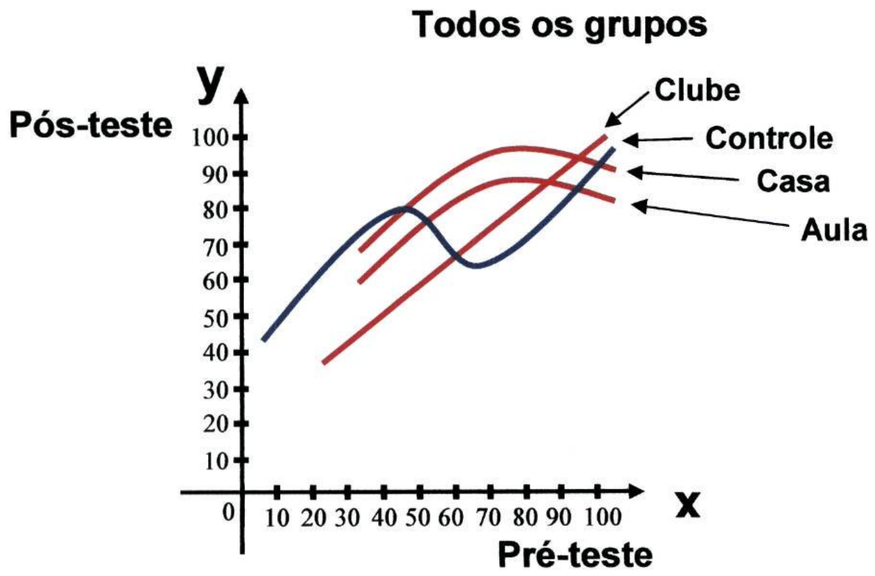


Fig. 38: Gráfico do Grupo Controle.

A figura 38 contem todas as funções cúbicas. Podemos verificar como a curva correspondente ao Grupo Casa está acima das restantes. Isto significa que as notas do pós-teste atingiram patamares mais altos para praticamente todos os alunos (tenham ou não tido boas notas no primeiro teste). O Grupo Clube é o que está em pior situação, os alunos obtiveram praticamente os mesmos resultados.

3 – Comparação das médias dos pré-testes (Testes T)

Vamos comparar os pré-testes dos grupos experimentais com os do Grupo Controle para verificarmos se as condições iniciais são ou não iguais. Caso as médias dos pré-testes dos vários grupos sejam considerados estatisticamente iguais, poderemos posteriormente analisar a média das diferenças entre pré-testes e pós-testes para daí retirarmos conclusões estatisticamente válidas.

Seguem-se algumas considerações sobre os testes estatísticos que efectuámos. Neste caso são Testes T de amostras independentes.

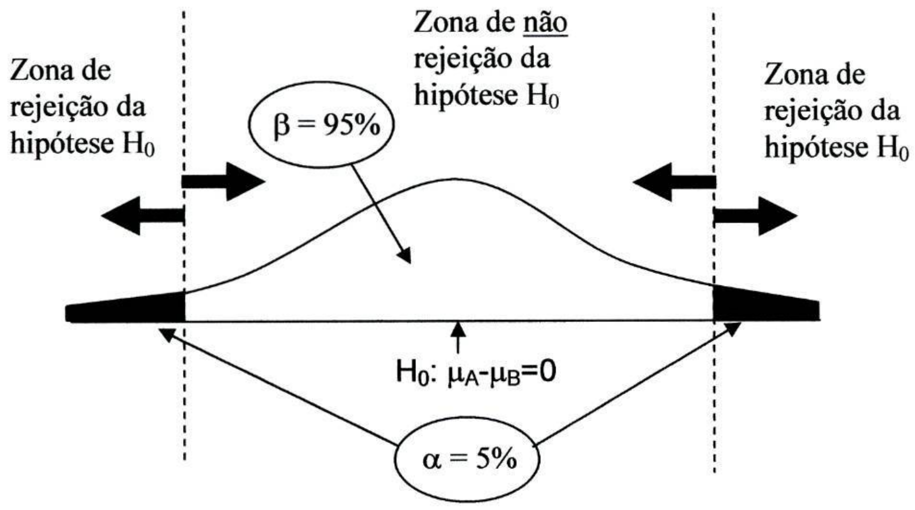
Sejam μ_A a primeira média e μ_B a segunda média.
As hipóteses para o teste são:

H_0: $\mu_A=\mu_B$;
H_1: $\mu_A \neq \mu_B$;
com nível de significância igual a 0,05 (5%).

Mas também podem ser escritas da seguinte forma:

H_0: $\mu_A-\mu_B=0$ (diferença das médias é nula);
H_1: $\mu_A-\mu_B \neq 0$ (existe diferença significativa entre as médias).

Serão testes bilaterais já que tanto pode suceder $\mu_A<\mu_B$ como $\mu_A>\mu_B$ no caso de existir desigualdade. Existem duas zonas de rejeição de H_0 (Esq. 17).



Esq. 17: A zona de rejeição da hipótese H_0.

Se o teste fornecer uma probabilidade superior a 0,05 teremos a aceitação da hipótese H_0 e poderemos afirmar que as médias são estatisticamente iguais.

Para tal optamos pelo Teste T (*T-Test*) de amostras independentes e obtivemos no *SPSS* as tabelas 22, 23 e 24.

Teste	Grupos	Probabilidade
Teste T (amostras independente)	Aula Controle	0,922

Tab. 22: Teste T entre Grupo Aula e Grupo Controle.

Na comparação das médias entre o Grupo Aula e o Grupo Controle, o Teste T forneceu um valor, para a probabilidade, superior a 0,9 (teste bilateral). Como este valor é superior a 0,05 aceitamos a hipótese H_0. Podemos então concluir que:

O Grupo Aula e o grupo Controle obtiveram uma média estatisticamente <u>igual</u> no pré-teste.

Teste	Grupos	Probabilidade
Teste T (amostras independente)	Clube Controle	0,127

Tab. 23: Teste T entre Grupo Clube e Grupo Controle.

Relativamente aos grupos Clube e Controle, o Teste T forneceu um valor, para a probabilidade, superior a 0,1 (teste bilateral). Como este valor é superior a 0,05 aceitamos a hipótese H_0. Podemos então concluir que:

O Grupo Clube e o grupo Controle obtiveram uma média estatisticamente <u>igual</u> no pré-teste.

Teste	Grupos	Probabilidade
Teste T (amostras independente)	Casa Controle	0,943

Tab. 24: Teste T entre Grupo Casa e Grupo Controle.

Na comparação das médias entre o Grupo Casa e o Grupo Controle, o Teste T forneceu um valor, para a probabilidade, superior a 0,9 (teste bilateral). Como este valor é superior a 0,05 aceitamos a hipótese H_0. Podemos então concluir que:

> *O Grupo Casa e o grupo Controle obtiveram uma média estatisticamente igual no pré-teste.*

Temos então todos os grupos experimentais nas mesmas condições iniciais (relativamente aos testes) que o Grupo Controle. Podemos então passar à análise emparelhada no próximo ponto.

4 – Análise emparelhada (Teste T)

A análise emparelhada tem como intenção comparar médias de testes (no nosso caso) diferentes realizados com o mesmo grupo. Vamos comparar os resultados do pré-teste com os do pós-teste em cada grupo (individualmente)

Desta vez as hipóteses são diferentes visto que as médias (de grupo) dos pós-testes são superiores ou iguais às dos pré-testes, em vez de termos H_1: $\mu_A \neq \mu_B$ iremos ter H_1: $\mu_A < \mu_B$.

Sejam μ_A a primeira média e μ_B a segunda média.
As hipóteses para o teste são:

H_0: $\mu_A = \mu_B$;
H_1: $\mu_A < \mu_B$;
com nível de significância igual a 0,05 (5%).

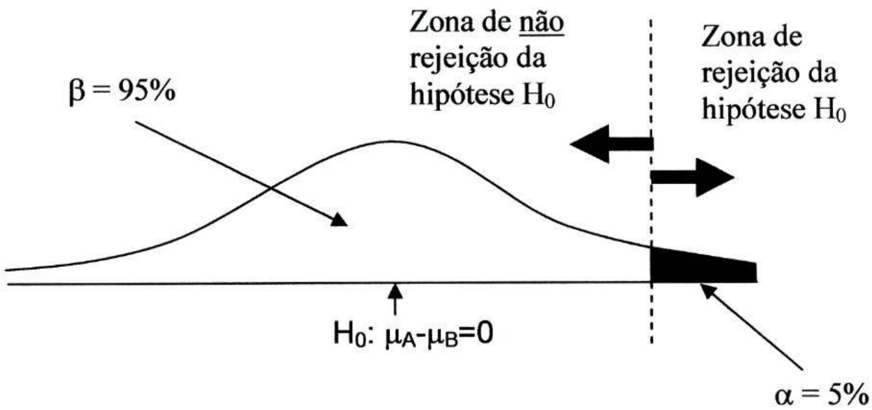
Mas também podem ser escritas da seguinte forma:

H_0: $\mu_A - \mu_B = 0$ (diferença das médias é nula);
H_1: $\mu_A - \mu_B < 0$ (existe diferença significativa entre as médias).

Se a primeira hipótese fosse

H_1:$\mu_A \neq \mu_B$ ou H_1:$\mu_A - \mu_B \neq 0$,

teríamos um teste bilateral em que existiam duas zonas de rejeição. Isto significa que poderia acontecer: $\mu_A > \mu_B$. Para o nosso caso, e visto que as médias do pós-teste (de grupo) são sempre melhores ou iguais que as do pré-teste iremos considerar somente o teste unilateral à direita com só uma zona de rejeição de H_0 (Esq. 18).



Esq. 18: A zona de rejeição da hipótese H_0.

Se o teste fornecer uma probabilidade inferior a 0,05 (unilateral) teremos a rejeição da hipótese H_0 e poderemos afirmar que a diferença das médias é significativa.

Aplicámos o Teste T (*T-Test*) para amostras emparelhadas em todos os grupos e obtivemos através do *SPSS* as tabelas 25, 26, 27 e 28.

Teste	Grupo	Par	Probabilidade
Teste T (amostras emparelhadas)	Aula	Pré-teste Pós-teste	0,029

Tab. 25: *T-Test* para o Grupo Aula.

Para o Grupo Aula o Teste T (Tab. 25) forneceu uma probabilidade igual a 0,058 (teste bilateral). Considerando o teste unilateral à direita obtemos uma probabilidade de 0,029 que é inferior aos 0,05. Podemos então concluir que:

O Grupo Aula <u>obteve</u> uma diferença de médias estatisticamente significativa entre as notas do pré-teste e do pós-teste.

Teste	Grupo	Par	Probabilidade
Teste T (amostras emparelhadas)	Clube	Pré-teste Pós-teste	0,485

Tab. 26: *T-Test* para o Grupo Clube.

O Teste T forneceu, para o Grupo Clube, uma probabilidade igual a 0,485 (Tab. 26). Considerando o teste unilateral à direita obtemos uma probabilidade de 0,2425 que é superior aos 0,05. A conclusão é:

O Grupo Clube <u>não obteve</u> uma diferença de médias estatisticamente significativa entre as notas do pré-teste e do pós-teste.

Teste	Grupo	Par	Probabilidade
Teste T (amostras emparelhadas)	Casa	Pré-teste Pós-teste	0,000

Tab. 27: *T-Test* para o Grupo Casa.

Para o Grupo Casa o Teste T forneceu uma probabilidade igual a 0, claramente inferior aos 0,05 (Tab. 27). Podemos então concluir que:

> *O Grupo Casa <u>obteve</u> uma diferença de médias estatisticamente significativa entre as notas do pré-teste e do pós-teste.*

Teste	Grupo	Par	Probabilidade
Teste T (amostras emparelhadas)	Controle	Pré-teste Pós-teste	0,468

Tab. 28: *T-Test* para o Grupo Controle.

Finalmente, para o Grupo Controle o Teste T forneceu um valor igual a 0,468 (Tab. 28). Considerando o teste unilateral à direita obtemos uma probabilidade de 0,234 que é superior aos 0,05 de tolerância. A conclusão é:

> *O Grupo Controle <u>não obteve</u> uma diferença de médias entre as notas do pré-teste e do pós-teste estatisticamente significativa.*

Resumindo, os grupos que <u>melhoraram</u> significativamente foram:

- o Grupo Aula;
- o Grupo Casa.

Os grupos que <u>não melhoraram</u> significativamente foram:

- o Grupo Clube;
- o Grupo Controle.

Agora que sabemos quais são os grupos que melhoraram significativamente (Grupo Aula e Grupo Casa), vamos comparar as médias das diferenças entre os pré-testes e pós-testes destes com a do Grupo Controle para definitivamente ficarmos a saber se realmente o módulo "Roleta Matemática" foi ou não uma mais valia para a aprendizagem do M.M.C. e M.D.C.

5 – Comparações das médias das diferenças entre os testes

No ponto anterior verificamos que só os grupo Aula e Casa tiveram uma melhoria significativa. Assim sendo, só iremos fazer dois Testes T para amostras independentes a partir das média das diferenças entre pré-teste e pós-teste:

- o primeiro teste compara as médias das diferenças entre pré-teste e pós-teste dos grupos Aula e Controle (Tab. 29).
- o segundo teste compara as médias das diferenças entre pré-teste e pós-teste dos grupos Casa e Controle (Tab. 30).

Sejam μ_A a primeira média e μ_B a segunda média.
As hipóteses para o teste são:

H_0: $\mu_A=\mu_B$;
H_1: $\mu_A\neq\mu_B$;
com nível de significância igual a 0,05 (5%).

Mas também podem ser escritas da seguinte forma:

H_0: $\mu_A-\mu_B=0$ (diferença das médias é nula);
H_1: $\mu_A-\mu_B\neq0$ (existe diferença significativa entre as médias).

Serão portanto testes bilaterais.

Obtivemos através do *SPSS* as tabelas 25 e 26 que se seguem.

Teste	Grupos	Probabilidade
Teste T (amostras independente)	Aula Controle	0,455

Tab. 29: *T-Test* para os grupos Aula e Controle.

Entre o Grupo Controle e o Grupo Aula o Teste T forneceu um valor (Tab. 29), para a probabilidade, superior a 0,4 (teste bilateral). Como este valor é superior a 0,05 aceitamos a hipótese H_0. Podemos então concluir que:

O Grupo Aula não obteve uma diferença estatisticamente significativa entre as médias das diferenças entre as notas do pré-teste e do pós-teste.

Teste	Grupos	Probabilidade
Teste T (amostras independente)	Casa Controle	0,038

Tab. 30: *T-Test* para os grupos Casa e Controle.

Finalmente, entre o Grupo Controle e o Grupo Casa o Teste T forneceu um valor, para a probabilidade, inferior a 0,04 (Tab. 30). Como este valor é inferior a 0,05 rejeitamos a hipótese H_0. Podemos então concluir que:

> *O Grupo Casa obteve uma diferença estatisticamente significativa entre as médias das diferenças entre as notas do pré-teste e do pós-teste.*

No ponto 3 deste capítulo vimos que os grupos experimentais obtiveram resultados de pré-testes iguais aos do Grupo Controle. Nestas circunstâncias o facto das médias das diferenças do pré-teste com o pós-teste serem significativamente diferentes vai nos garantir estatisticamente que houve uma melhoria significativa relativamente ao Grupo Controle.

Ora, foi o que sucedeu com o Grupo Casa. O Grupo Casa começou com pré-testes iguais mas obteve resultados de pós-testes muito melhores que o Grupo Controle. Podemos afirmar:

> *O Grupo Casa melhorou significativamente mais do que o Grupo Controle (com as mesmas condições iniciais).*

Relativamente ao Grupo Aula não podemos garantir que a melhoria em relação ao Grupo Controle foi significativa apesar deste grupo ter efectivamente melhorado bastante.

Os grupos Experimentais que não melhoraram significativamente relativamente ao Grupo Controle foram:

- o Grupo Clube;
- o Grupo Aula.

O grupo experimental que melhorou significativamente relativamente ao Grupo Controle foi o Grupo Casa.

Capítulo V – Conclusões

1 – Conclusão e reflexão

O entusiasmo que os alunos revelaram durante as actividades onde o módulo esteve envolvido foi inesquecível. Até os alunos que viviam de costas voltadas para a Matemática participaram activamente. Muitos alunos entraram em estado de "fluxo" esquecendo até de apontar os tempos obtidos. Esse entusiasmo transmite-se também ao professor tornando o seu trabalho extremamente mais agradável. Este facto é relevante, muitas vezes referimos o entusiasmo dos alunos mas não o dos professores.

O Grupo Casa empreendeu uma grande melhoria que se deve:

- à utilização do módulo "Roleta Matemática;
- a um maior número de horas de utilização do módulo;
- à liberdade e calma que o aluno dispõe em casa.

O Grupo Clube não obteve uma melhoria satisfatória, obtendo piores resultados estatísticos do que o próprio Grupo Controle. Antes de começarmos a investigação esperávamos grandes resultados do Grupo Clube só que esse optimismo não se veio a verificar. O facto de estarem demasiados alunos no clube e o facto de este só abrir à hora de almoço contribuíram para os resultados obtidos. A nossa amostra é pequena e não podemos generalizar as conclusões, admitimos, pois, que outros clubes, noutras circunstâncias, poderão obter melhores resultados.

O Grupo Aula obteve resultados satisfatórios mas insuficientes, já que as melhorias não foram consideradas estatisticamente significativas. O pouco tempo disponível em sala de aula para a utilização do módulo é a maior causa para este desempenho. Para esta investigação não autorizamos o Grupo Aula a utilizar o módulo no clube ou em casa. Esta limitação poderá ter sido determinante.

A mais importante conclusão a tirar deriva dos resultados que envolviam o Grupo Casa e o Grupo Controle. Segundo esses testes:

1º - os pré-testes desses dois grupos <u>não eram</u> significativamente diferentes;

2º - a melhoria no Grupo Casa <u>foi</u> significativamente maior que a do Grupo Controle.

Podemos pois afirmar que nas circunstâncias da investigação (sem generalizarmos):

"O módulo "Roleta Matemática" é uma mais valia na aprendizagem do M.M.C. e M.D.C. se for utilizado a partir de casa pelos alunos"

A hipótese da investigação era:

"O módulo "Roleta Matemática" é uma mais valia na aprendizagem do M.M.C. e M.D.C."

Temos pois duas conclusões relativamente à hipótese:

1ª - A hipótese nem sempre se verifica já que depende da forma como for utilizado o módulo;

2ª - A hipótese verifica-se se considerarmos a utilização do módulo a partir de casa.

Ao chegar a casa, um aluno depara-se com a televisão, o vídeo, o computador ou a consola de jogos. Se tiver a hipótese de escolher, será que optaria pelo trabalho de casa de Matemática?
Se ele tiver a possibilidade de utilizar um módulo como o "Roleta Matemática" que o entusiasme tanto como os aparelhos multimédia referidos e lhe permitir preparar-se para a aula do dia seguinte talvez tudo fosse diferente. Com este módulo o aluno irá acomodar os conhecimentos adquiridos permitindo:

- compreender melhor e resolver melhor os problemas que envolvem M.M.C. e M.D.C;
- ligar melhor esta matéria aos outros capítulos sobre Teoria de Números do 8º ano e do 9º ano;
- memorizar durante mais tempo o que aprendeu.

O facto de o módulo "Roleta Matemática" conter uma construção visual para a decomposição de números em factores primos permite aos alunos que têm uma inteligência visual desenvolvida aproveitarem bem todos as suas capacidades de aprendizagem.

Os alunos que utilizarem o módulo em casa podem ganhar uma maior autonomia na resolução dos exercícios. Vão aprendendo a resolver sozinhas aquilo que na sala de aula seria resolvido com a ajuda do professor. Temos pois, em casa, mais facilidade em diminuir a Z.D.P. criada com a introdução do M.M.C. e do M.D.C. e a resolução de problemas onde estes estão envolvidos (ver primeiro capítulo).

Também os alunos que por "mental models" incorrectos, não gostam da Matemática têm a possibilidade de começar finalmente a ver a Matemática de outra forma, reformulando esses "mental models". Eles vão começando a encarar o módulo "Roleta" como um jogo para lentamente se irem apercebendo que este está ligado à Matemática.

Estas conclusões não são generalizáveis mas dão indicações preciosas para:

- a utilização do módulo "Roleta Matemática";
- futuras utilizações dos outros módulos da A.M.N.;
- a programação de novos módulos;
- a remodelação de alguns módulos já existentes;
- futuras investigações sobre a A.M.N.;
- outras investigações envolvendo jogos didácticos.

2 – Limitações

O programa do 8º ano é muito extenso e não permite que dediquemos muito tempo em sala de aula ao módulo. Se não permitirmos o acesso ao módulo fora da sala de aula não iremos aproveitar todos os benefícios que o módulo "Roleta Matemática" pode oferecer.

Ao não permitirmos ao Grupo Aula e ao Grupo Clube o acesso ao módulo a partir de casa, diminuímos as possibilidades destes grupos obterem o sucesso pretendido.

O facto de o clube só funcionar à hora de almoço e o facto de o clube de matemática estar sempre repleto de alunos não permitiu uma grande concentração por parte dos alunos do Grupo Clube. Para além disso é sabido que não é fácil à escola destacar professores para a dinamização de clubes de matemática. Os recursos humanos são sobretudo direccionados para o ensino curricular.

Os alunos desta região não têm grande tradição na utilização diária da Internet. Este facto não permitiu tirar vantagens do *chat* e do *forum online*. Em centros urbanos de maiores dimensões tudo poderia ter sido diferente, sobretudo relativamente ao *chat* que absorve maior tempo de ligação à Internet.

Relativamente às ameaças à validade interna temos:

- o conhecimento por parte dos alunos de que estavam a participar numa investigação (ao preencherem as "folhas de tempos");
- o facto de os pré-testes e pós-testes serem semelhantes em termos de estrutura, o que pode criar uma certa habituação;
- o facto de as turmas, apesar de terem tido resultado de pré-teste semelhantes serem no entanto diferentes (não existem turmas iguais);
- o facto de ser uma novidade para muitos alunos a utilização de jogos didácticos na sala de aula constitui motivo para uma motivação extra para os mesmos;
- a perda de elementos por parte dos grupos ao longo da investigação devido aos seguintes motivos:
  - terem mudado de escola antes de terminar a investigação;
  - terem faltado ao pré-teste;
  - terem faltado ao pós-teste;
  - terem faltado à aula em que era utilizado o módulo (no caso do Grupo Aula);
  - não terem aparecido no clube (no caso do Grupo Clube).

Quanto à validade externa, não podemos generalizar os resultados obtidos devido ao facto de:

- ser uma investigação-acção, muito ligada aos alunos envolvidos;
- a escolha da amostra ser semi-aleatória;
- o universo onde foi recolhida a amostra ser pequeno: 6 turmas de uma mesma escola.

3 – Sugestões para o futuro

No caso de o professor decidir utilizar o módulo em sala de aula, este deveria também indicar o endereço de Internet do módulo para permitir ao aluno a sua utilização a partir de casa.
Tudo o que é realizado com gosto, tempo e calma, em casa, tem grandes possibilidades de ser muito bem realizado.

O clube deveria funcionar sem limites para permitir a todos os alunos poderem estar uma hora completa no clube pelo menos uma vez por semana.
O facto de esta experiência não ter colocado o Clube de Matemática numa posição de relevo não significa que este não tenha um papel importante para o sucesso na disciplina de Matemática.
As escolas deveriam destacar docentes para as dinamizações de clubes e dotar estes de material necessário ao seu bom funcionamento.

A utilização de jogos educativos deve estender-se a outros conceitos matemáticos dando sempre a possibilidade aos alunos de continuarem a jogar em casa.

O *chat* e o *forum* podem ser meios muito úteis logo que, num futuro próximo, todos os alunos tenham acesso à Internet a partir de casa, pelo menos uma hora por dia. O *forum* é apesar de tudo o menos dispendioso em termos de tempo de ligação à Internet e deveria ser sempre a primeira aposta, sobretudo fora dos grandes centros urbanos. O *chat* permite um diálogo em tempo real com muitos utilizadores em simultâneo o que o torna um instrumento de comunicação sem igual no âmbito da Internet. Como forma de poupar tempo de Internet e aumentar a eficiência do *chat* é aconselhável a marcação de sessões de *chat* semanais.
Reiteramos, pois, a ideia de que, não obstante o insucesso de participação nestas ferramentas de comunicação ao longo deste estudo, o *chat* e o *forum* podem ter enorme potencialidade pedagógica no que concerne, nomeadamente, à colaboratividade da aprendizagem.

O módulo "Roleta Matemática" é só um dos 15 módulos que constituem a A.M.N.. Não passa de uma parte de um todo, é um *learning object* que um dia pertencerá a uma base de dados de módulos. Este módulo vem enriquecer a A.M.N. tal como a A.M.N. enriquece o "Roleta". Tanto em futuras versões do "Roleta" como na realização de novos módulos, teremos de ter sempre presente o "todo".

A experiência ganha no desenvolvimento do módulo "Roleta Matemática" pode ser útil na realização de outros módulos. Por exemplo, relativamente ao "gameplay", os alunos não gostam de esperar muito pelo momento de acção ou interacção. As animações não podem ser um fim em si mesmas, têm de ter uma utilidade, seja na dinamização, na contextualização ou na clarificação. Caso contrário é preferível retirá-las evitando assim a diminuição do "gameplay" tornando possível a entrada num estado de "fluxo".

Esta investigação também pode ser útil para a realização de novos módulos. Também pode ser útil numa eventual remodelação de alguns módulos já existente tornando-os mais eficientes na melhoria da aprendizagem.

Qualquer futura investigação sobre jogos didácticos deveria ter em conta o local e a forma de utilização desses mesmos jogos:

- na sala de aula;
- no clube;
- na biblioteca;
- em casa;
- por telemóvel.

Seria desejável que uma futura investigação sobre jogos didácticos aplicados ao ensino envolvesse mais alunos de mais que uma escola.

Uma investigação possível seria a análise dos resultados obtidos pela utilização de toda a A.M.N. (incluindo o módulo "Roleta Matemática"). Tal investigação necessitaria um maior número de recursos humanos mas seria de grande utilidade para:

- o desenvolvimento de uma nova forma de ensinar;
- o desenvolvimento de futuras aplicações na linha da A.M.N;
- a aplicação da A.M.N. nas escolas;
- o "crescimento" da A.M.N.

Esta tese viu confirmada parcialmente a hipótese de utilização da tecnologia para promover mais e melhor aprendizagem da matemática.
O "segredo" de associar a tecnologia e o jogo a algo com "má reputação", como é a Matemática, ajudou os alunos a descobrir... a magia dos números!

BIBLIOGRAFIA

[1] C. Fiolhais, Computadores, Universo e Tudo o Resto. Lisboa: Gradiva, 1994.

[2] M. de Guzmán, Juegos Matemáticos en la Enseñanza, Boletim da SPM, nº 18, Nov. 1990 (1ª parte, ff. 3-8), nº 19, Fev. 1991 (2ª parte,ff. 5-25).

[3] P. M. Greenfied, Mind and media: The Effects of Television, Videogames, and Computers. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1984.

[4] L. P. Rieber, Seriously Considering Play: Designing Interactive Learning Environments Based on the Blending of Microworlds, Simulations, and Games. Educational Technology Research & Development. Georgia: The University of Georgia, 1996.

[5] L. S. Vigotsky, A formação social da mente. Tradução de José Neto. Martins Fontes, São Paulo, 1998.

[6] Mihaly Csikszentmihalyi, Flow. Harper Perennial, New York, 1990.

[7] Celso Antunes, As Inteligências Múltiplas e seus Estímulos. Papirus, Campinas, 1998.

[8] J. Piaget, Biologia e Conhecimento. 2ª Ed. Vozes: Petrópolis, 1996.

[9] J. Piaget, A Equilibração das Estruturas Cognitivas. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.

[10] B. Wadsworth, Inteligência e Afetividade da Criança. 4ª. Edição. São Paulo: Enio Matheus Guazzelli, 1996.

[11] J. A. Nitzke, M. L. F. Carneiro, M. F. Geller, e L. C. M. Santarosa, Avaliando Aplicações para Criação de Ambientes de Aprendizagem Colaborativa, Curitiba, 1999.

[12] Lauro de Oliveira Lima e L. Macedo, Ensaios Construtivistas. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1994.

[13] D. N. Ausubel & J. Hanesian. Educational Psychology: A Cognitive View. (2nd Edition). New York: Holt, Rinehart & Winston, 1978.

[14] F. L. Silveira, Uma Epistemologia Racional-realista e o Ensino da Física. Tese de doutoramento. Porto Alegre, 1992.

[15] J. Bruner, O Processo da Educação. Lisboa: Nova Biblioteca 70, 1977.

[16] Peter Senge, Mental Models. Internet: http://www.algodonesassociates.com/planning/mental%20models.html.

[17] S. Papert, Mindstorms: children's, computers and powerful ideas. Basic Books, New York, 1980.

[18] Conceição Costa, Secundino Correia e Teresa Mendes , Micromundo TARTA. Internet: lsm.dei.uc.pt/pdfs/c09.pdf

[19] I.R.O. Araújo, A utilização de lúdicos para auxiliar a aprendizagem e desmistificar o ensino da matemática. Internet: teses.eps.ufsc.br/Resumo.asp?1372, 2000.

[20] J. Huizinga, Homo Luddens: o jogo como elemento da cultura. São Paulo, Perspectiva, 1980.

[21] T. Malone, Toward a theory of intrinsecally motivating instruction. Cognitive Scence, 5(4), 333-396, 1981.

[22] F.V. Schiller, Briefen über äesthetishe Erziehung des Menschen. Paris, 1862.

[23] António Cabral, A teoria do jogo, "pedagogia – nº16" . Editorial Notícias, Lisboa, 1990.

[24] Jurki Kasvi, Internet Games as a training Medium. Internet: www.interactive.hut.fi/persons/jkasvi/gamelinks.html.

[25] A.N. Leontiev, Os princípios Psicológicos da Brincadeira Pré-escolar. Editora da Universidade de São Paulo, 1988.

[26] D.B. Elkonin, Psicologia do jogo. Tradução de Álvaro Cabral. Martins Fontes, São Paulo, 1998.

[27] D. Dwyer , C. Ringstaff & J. Sandholtz. Changes in teachers' beliefs and Practices in technology-rich classrooms. Educational Leadership, 48(8), 45-52., 1991.

[28] I.C. Palangana, Desenvolvimento & aprendizagem em Piaget e Vygotsky. Plexus, São Paulo, 1994.

[29] J. Piaget, Play, dreams, and imitation in childhood. W.W.Norton & Company, New York, 1951.

[30] Manfred Eigen, O jogo – As leis Naturais que Regulam o Acaso "Ciência Aberta - 28" . Gradiva, Lisboa, (1989).

[31] Stephanie Vandevender, Expert Behavior Among Outsiding Videogame-playing Children. Internet: http://www.coeder.usf/.edu/itphdsem/odissvan.pdf

[32] Ivete Palange, O enigma do conhecimento. 2ª edição. SENAI/DN, Brasília, 1999.

[33] C. Ames, and J. Archer, Achievement goals in the classroom: Students learning and motivation processes. Jornal of Educational Psycology; 80 (3). Sep 1988. American Psycology Assn, US, 1988

[34] D.A. Norman, Things that make us smart. Defending human attributes in the era of the machine. Addison-Wesley Publishing Co, reading, 1993.

[35] Marc Prensky, Digital Game-Based Learning. McGraw-Hill, New York, 2001.

[36] J. Azevedo, Importância da Componente Lúdica no Software Educativo. Tese de Mestrado, Universidade do Minho. Braga, 1994.

[37] Ofélia Libório, Partilhar para crescer. Boletim das ECAE do distrito de Coimbra, nº0 – Ano 1 – Dez, 2000.

[38] Judith C. Rowe, An experiment in the use of games in the teaching of mental arithmetic. Internet: www.ex.ac.uk/~PErnest/pome14/rowe.pdf.

[39] I. R. O. Araújo, A Utilização de Lúdicos para Auxiliar a Aprendizagem e Desmistificar o Ensino da Matemática. Tese de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2000.

[40] Mário Lima, Regra do jogo Trinca-Espinhas. Internet: http://www.portugaljovem.net/mariolima/matematica/enigmat/07/dossier/trinca_espinhas.doc.

[41] J. Ainley, Playing games and real mathematics. Hodder and Stoughton, London, 1988.

[42] P. Ernest, Games: a racional for their use in teaching of mathematics in school. Mathematics in school, 15(1) 2-5, 1986

[43] Z. P. Dienes, An Experimental Study of Mathematics Learning. Hutchinson, New York, 1963.

[44] G. A. Hatch, racional for use of games in the mathematics classroom, Topic Issue 19 NFER, Spring 1998.

[45] Gladys Castillo, Equamat: do Windows até à Internet. Internet: evant.ua.pt/1siie99/espanhol/pdfs/comunicacao08.pdf

[46] G. W. Bright, J. G. Harvey, and M. M. Wheeler, Using Games to Retain Skills with Basic Multiplication Facts. Jornal for Research in Mathematics in Education 10(2), 1979.

[47] G. W. Bright and J G. Harvey, Using Games to Teach Fraction Concepts and Skills. Mathematics of the Middle Grades (5-9). NCTM 205-206, Reston, 1986.

[48] Liliana Passerino, Avaliação de jogos educativos computadorizados. Internet: www.c5.cl/ieinvestiga/actas/tise98/html/trabajos/jogosed/

[49] Judy Strauss, Selecting Instructional Technology Media for the Marketing Classroom. Internet: unr.edu/homepage/jstrauss/merpaper.html.

[50] S.R. Silveira, Jogos educativos computadorizados utilizando a abordagem de algoritmos genéticos. Internet: www.nice.ufrgs/ribie98/TRABALHOS/151.pdf

[51] R.E.P. Rossy, Juegos estacionarios de Piso e Pared. Internet: http://www.rdcreacion.gq.nu/documentos/congreso5/RPerez.htm.

[52] M.R. Lepper, D. Greene & R.E. Nitsbett, Undermining children´s intrinsic intrest with extrinsic reward: A testo f the "overjustification" hypothesis. Journal of Personality and Social Psycology, 28, 129-137, 1973.

[53] Giovana Lumetz, Projecto de interface em ambiente de aprendizagem matemática. Internet: http://www.c5.cl/ieinvestiga/actas/ribie2000/papers/176.

[54] Roger Caillois, Les Jeux et Les Hommes.Edições Cotovia, Lisboa, 1990.

ANEXOS

ANEXO A

PRÉ-TESTE A

Pré-teste A	Turma: ___
Nome: _________________	Nº: _____

Apresentando todos os cálculos, determina m.m.c.(18,300).

Apresentando todos os cálculos, determina m.d.c.(168,1755).

ANEXO B

PRÉ-TESTE B

Pré-teste B	Turma: _ _ _
Nome: _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	Nº: _ _ _ _ _

Apresentando todos os cálculos, determina m.m.c.(27,180).

Apresentando todos os cálculos, determina m.d.c.(264,1485).

ANEXO C

PÓS-TESTE A

Pós-teste A	Turma: ___
Nome: _________________	Nº: _____

Apresentando todos os cálculos, determina m.m.c.(36,150).

Apresentando todos os cálculos, determina m.d.c.(336,1170).

ANEXO D

PÓS-TESTE B

Pós-teste B	Turma: _ _ _
Nome: _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	Nº: _ _ _ _ _

Apresentando todos os cálculos, determina m.m.c.(54,90).

Apresentando todos os cálculos, determina m.d.c.(528,990).

ANEXO E

FICHA DE TEMPOS

Tempos Turma: _ _ _
Nome: _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ Nº: _ _ _ _ _

Indica todos os tempos realizados:

Tempo	Fase

Tempo	Fase

Tempo	Fase

ANEXO F

GRUPO AULA

Resultados dos testes da turma E do 8º Ano

Número	Pré-Teste (0..100%)	Pós-Teste (0..100%)
1	65	100
2	57,5	85
3	82,5	23,5
4	82,5	100
5	65	100
6	65	50
7	82,5	100
8	57,5	93,75
9	100	100
10	50	70
11	82,5	100
12	75	100
13	65	82,5
14	47,5	43,75
15	37,5	65
16	52,5	63,5
17	100	62,5
18	67,5	100
19	57,5	100
20	65	71,2
21	100	100
22	65	100
23	100	65

ANEXO G

GRUPO CLUBE

Resultados dos testes da turma B do 8º Ano

Número	Pré-Teste (0..100%)	Pós-Teste (0..100%)
1	100	100
2	65	65
3	65	82,5
4	100	52,5
5	100	82,5
6	85	100
7	77,5	100
8	90	82,5
9	30	57,5
10	67,5	65
11	100	100
12	100	100
13	100	100
14	100	77,5
15	57,5	82,5
16	62,5	82,5
17	100	100
18	32,5	52,5
19	100	100
20	100	100
21	57,5	65
22	100	100
23	100	100

ANEXO H

GRUPO CASA

Resultados dos testes da turma A do 8º Ano

Número	Pré-Teste (0..100%)	Pós-Teste (0..100%)
1	70	100
2	65	70
3	100	65
4	100	100
5	72,5	100
6	65	100
7	67,5	100
8	40	70
9	100	100
10	80	100
11	82,5	100
12	40	100
13	47,5	100
14	72,5	100
15	72,5	100
16	65	70
17	40	65
18	62,5	100
19	42,5	85
20	100	100

ANEXO I

GRUPO CONTROLE

Resultados dos testes da turma F do 8º Ano

Número	Pré-Teste (0..100%)	Pós-Teste (0..100%)
1	100	82,5
2	65	65
3	100	87,5
4	65	60
5	65	65
6	37,5	65
7	0	45
8	45	60
9	100	100
10	82,5	17,5
11	65	100
12	100	90
13	100	100
14	100	100
15	100	82,5
16	32,5	100
17	65	100
18	32,5	50
19	65	57,5
20	100	65
21	46,25	72,5

ANEXO J

GRUPO AULA

Os tempos realizados na "Roleta Matemática" pela turma E do 8º Ano:
(somente os tempos registados convenientemente)

	Tempos
1	3 min. 32 seg.
2	17 min. 55 seg.
3	5 min. 17 seg.
4	7 min. 36 seg.
5	9 min. 4 seg.
6	3 min. 50 seg.
7	5 min. 56 seg.
8	13 min. 21 seg.
9	14 min. 10 seg.
10	2 min. 49 seg.
11	4 min. 10 seg.
12	1 min. 43 seg.
13	9 min. 48 seg.
14	11 min. 25 seg.
15	2 min. 5 seg.
16	12 min. 28 seg.
17	6 min.
18	6 min.
19	12 min. 28 seg.

TOTAL	19 tempos registados
MÉDIA	8 min. (aprox.)

ANEXO J

GRUPO CLUBE

Os tempos realizados na "Roleta Matemática" pela turma B do 8º Ano:
(somente os tempos registados convenientemente)

	Tempos
1	4 min. 8 seg.
2	4 min. 23 seg.
3	2 min. 46 seg.
4	20 min. 39 seg.
5	3 min. 30 seg.
6	8 min. 50 seg.
7	14 min. 5 seg.
8	20 min. 38 seg.
9	30 min. 31 seg.
10	3 min. 30 seg.
11	8 min. 50 seg.
12	19 min. 20 seg.
13	3 min. 13 seg.
14	9 min. 42 seg.
15	3 min.
16	1 min. 44 seg.
17	4 min. 5 seg.
18	2 min. 6 seg.
19	6 min.
20	3 min. 40 seg.
21	1 min. 10 seg.
22	4 min. 19 seg.
23	10 min. 1 seg.
24	2 min. 2 seg.
25	5 min. 30 seg.
26	19 min. 5 seg.
27	2 min.
28	12 min. 52 seg.
29	10 min. 10 seg.
30	36 min. 2 seg.

	Tempos
31	10 min. 44 seg.
32	19 min. 5 seg.
33	2 min.
34	12 min. 52 seg.
35	10 min. 10 seg.
36	36 min. _ seg.
37	10 min. 44 seg.
38	6 min. 30 seg.
39	1 min. 17 seg.
40	2 min.
41	3 min.
42	1 min.
43	16 min. 57 seg.
44	5 min. 5 seg.
45	3 min. 13 seg.
46	2 min. 7 seg.
47	7 min. 40 seg.
48	3 min.
49	4 min. 23 seg.
50	2 min. 46 seg.
51	4 min. 8 seg.
52	4 min. 23 seg.
53	2 min. 46 seg.
54	19 min. 5 seg.
55	2 min. 3 seg.
56	12 min. 52 seg.
57	10 min. 10 seg.
58	29 min. 2 seg.
59	10 min. 44 seg.

TOTAL	59 tempos
MÉDIA	9 min. (aprox.)

ANEXO L

GRUPO CASA

Os tempos realizados na "Roleta Matemática" pela turma A do 8º Ano:
(somente os tempos registados convenientemente)

	Tempos
1	7mn 20s
2	10mn 15s
3	11mn 35s
4	6mn 5s
5	7mn 52s
6	8 mn
7	7mn 56s
8	3mn 49s
9	7mn 30s
10	7mn 46s
11	7mn 51s
12	2mn 59s
13	2mn 15s
14	2mn 18s
15	2mn 37s
16	2mn 22s
17	3mn 1s
18	6mn 9s
19	5mn 43s
20	4mn 1s
21	6mn 36s
22	4mn 56s
23	7mn
24	4mn 5s
25	7mn
26	7mn 10s
27	3mn 53s
28	3mn 59s
29	10mn
30	10mn 5s
31	6mn 20s

	Tempos
32	5mn
33	10mn 12s
34	9mn 5s
35	9mn 36s
36	3mn 48s
37	6mn 52s
38	3mn 40s
39	7mn 3s
40	5mn 10s
41	4mn 50s
42	4mn 48s
43	4mn 30s
44	3mn 1s
45	4mn 40s
46	3mn 50s
47	3mn 15s
48	3mn 10s
49	2mn 15s
50	2mn 40s
51	3mn 5s
52	3mn 20s
53	3mn 15s
54	2mn 20s
55	9mn 27s
56	7mn 31s
57	4mn 50s
58	3mn 25s
59	2mn 38s
60	1mn 45s
61	1mn 50s
62	1mn 40s

	Tempos
63	3mn
64	3mn 50s
65	3mn 10s
66	2mn 50s
67	4mn 5s
68	1mn 55s
69	1mn 50s
70	1mn 15s
71	1mn
72	1mn 23s
73	1mn
74	1mn 21s
75	2mn 15s
76	3mn 10s
77	5mn 36s
78	3mn
79	2mn 8s
80	1mn 58s
81	4mn 9s
82	3mn 2s
83	5mn 29s
84	1mn 56s
85	4mn 10s
86	1mn 57s
87	4mn 9s
88	2mn 17s
89	4mn 40s
90	3mn
91	5mn 38s
92	2mn 3s
93	4mn 10s

	Tempos
94	6mn 25s
95	8mn 45s
96	1mn 44s
97	3mn 43s
98	6mn 14s
99	8mn 40s
100	5mn 5s
101	5mn 7s
102	7mn 13s
103	7mn 23s
104	4mn
105	5mn 56s
106	3mn
107	3mn 41s
108	2mn
109	3mn 7s
110	2mn
111	2mn 58s
112	10mn 41s
113	8mn 9s
114	11mn 16s
115	11mn 14s
116	10mn 39s
117	10mn 15s
118	10mn 13s
119	13mn 10s
120	7mn 48s
121	11mn 45s
122	12mn 2s
123	12mn 2s
124	10mn 5s

	Tempos
125	10mn 6s
126	10mn 13s
127	9mn 39s
128	8mn 40s
129	8mn 35s
130	10mn 3s
131	8mn 23s
132	8mn 45s
133	6mn 55s
134	2mn 38s
135	1mn 15s
136	1mn 5s
137	9mn 20s
138	3mn 50s
139	4mn 10s
140	2mn 40s
141	3mn 8s
142	5mn 30s
143	1mn 10s
144	1mn 20s
145	1mn 5s
146	1mn 17s
147	1mn 3s
148	1mn 10s
149	12mn 13s
150	6mn 36s
151	4mn 37s
152	11mn 9s
153	13mn 50s
154	4mn 10s
155	1mn 40s

TOTAL	155 tempos
MÉDIA	5 min. (aprox.)