
UNIVERSIDADE ABERTA

“O contributo da Avaliação Formativa/Formadora na Facilitação da Aprendizagem Significativa da Matemática”.

Adálio Filipe da Costa Almeida

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS
ÁREA DE ESPECIALIZAÇÃO: ENSINO DA MATEMÁTICA

**ORIENTADOR: PROFESSOR DOUTOR JORGE ANTÓNIO DE
CARVALHO SOUSA VALADARES**

UNIVERSIDADE ABERTA

LISBOA

2008

AGRADECIMENTOS

O Presente trabalho bem como a investigação que pressupõe foram conseguidos mercê dos incentivos e apoios que recebemos de várias pessoas e escolas a quem fazemos público testemunho do nosso reconhecimento.

Em primeiro lugar uma palavra de reconhecimento para o meu orientador professor Doutor Jorge Valadares, que com a sua orientação científica valiosa em todos os momentos, os seus conhecimentos e a sua disponibilidade, nos prestou um inestimável apoio, ficando-lhe a dever os aspectos positivos que este estudo possa ter.

A todos os professores do Curso de Mestrado cuja compreensão e ensinamentos jamais esquecerei;

A todos os alunos envolvidos, pois sem eles este trabalho não seria possível;

A esposa e filhos, que com paciência e compreensão desde sempre me ajudaram.

A todos aqueles que de uma forma ou de outra estiveram envolvidos na realização deste trabalho ou o tornaram possível, o meu sincero obrigado.

RESUMO

Conhecidas as dificuldades habituais dos alunos na matemática, apostamos na aplicação de uma avaliação formativa/formadora no processo de ensino-aprendizagem que, aplicado na própria sala de aula, permita leccionar de uma forma algo diferente os diversos assuntos temáticos, numa perspectiva de recuperação de alunos com baixos rendimentos na disciplina. A avaliação formativa/formadora incide na unidade “Equações do 2º Grau”, tema considerado importante ao nível do 9º ano de escolaridade por duas razões: o elevado peso que tem relativo ao cálculo e resolução de problemas no respectivo programa escolar e as habituais dificuldades dos alunos neste tema.

Nesta dissertação de mestrado apresentamos uma reflexão sobre a importância de uma estratégia de avaliação formativa e formadora centrada na utilização de mapas de conceitos na aprendizagem de conceitos matemáticos no 9º ano de escolaridade. Esta reflexão foi feita à luz de uma epistemologia construtivista e da teoria da aprendizagem significativa de *Ausubel* e *Novak*. A metodologia utilizada baseou-se essencialmente num estudo quase-experimental, consistindo na comparação dos resultados da aplicação de uma estratégia de ensino e avaliação formativa/formadora alicerçada na construção pelos alunos de mapas conceptuais num grupo experimental com os resultados conseguidos num grupo de controlo, submetido à metodologia habitual. A amostra foi constituída por duas turmas do 9º ano de escolaridade com um número total de 50 alunos.

Thanking

The current thesis and the investigation itself presupposes that the results were achieved thanks to the support we received from several people and schools to whom we deeply give credit.

First a word of recognition to my teacher *Jorge Valadares*, who with his precious scientific orientation, availability and knowledge gave us a priceless support, and we owe him every positive aspect this study might have.

To the students involved, because without them this study wouldn't have been possible.

To all the teachers of the Masters course whose understanding and teaching I will never forget.

To my wife and children, who with patience and understanding have always helped me.

To everyone who in a way or another were involved in the accomplishment of this work or made it possible, my sincere thank you.

Abstract

The difficulties of students at Maths are widely known, therefore we are in favour of a formative/"*formatrice*" (French) assessment in the teaching-learning process, which applied in the classroom, allows to teach the Maths subjects in a different approach in the perspective of "recuperating" the students with low results in the Maths subject. The teaching approach where the formative/"*formatrice*" assessment had an important role is based in the unit "2nd Grade Equation", considered a very important theme in the 9th grade for two reasons:

The high-level of marking relatively to calculus and problem resolution in the respective school programme and the usual difficulties of students in this area.

In this Master thesis we present a reflection about the importance of a strategy of evaluation both formative/"*formatrice*" assessment as a resource to the strategy based in the use of maps of concept in the learning of a unit about Maths concepts in the 9th grade. This reflection is based in the constructivist epistemology and the significant learning theory of Ausubel and Novak. The used methodology is based essentially in a quasi-experimental study, supported by the application of a formative/"*formatrice*" in a experimental class, as by the building of conceptual maps by the students, and a control group, subject to the usual methodology. The sample consisted of two classes from the 9th grade with a total number of fifty students.

Remerciements

Ce travail d'investigation a été réussi grâce aux aides reçues de plusieurs personnes et écoles auxquelles nous remercions de vive voix.

Tout d'abord je voudrais remercier mon professeur orienteur Mr. *Jorge Valadares* lequel, par sa précieuse orientation scientifique, ses connaissances et sa disponibilité m'ont été d'une énorme aide et d'un estimable appui. Je le lui devrai pour toujours.

Ensuite je remercie tous les élèves inclus car, sans eux, ce travail n'aurait pas été possible.

Je remercie également tous mes professeurs pour leur compréhension et enseignements.

Pour mon épouse et mes enfants qui m'ont soutenu. Je leurs dis du fond du cœur :
Merci !

Enfin à tous ceux qui, d'une forme ou d'autre, ont eu une précieuse contribution pour que je réussisse.

À tous Merci !

Résumé

Malgré les difficultés des élèves dans le domaine des mathématiques, notre pari a été dirigé vers l'évaluation formative et formatrice dans l'apprentissage en salle de classe permettant enseigner avec une approche différente les divers contenus thématiques.

Vers une perspective d'évaluation des élèves qui obtiennent des mauvaises notes, cette étude est dirigée vers la récupération des élèves en Mathématiques.

Cette évaluation formative et formatrice a comme grand thème « Les équations de 2^{ème} degré ». Ce thème est considéré fondamental pour le 9^{ème} année pour deux raisons : le poids relatif au calcul et la résolution de problèmes pour que l'apprentissage des Mathématiques devienne agréable.

Dans cette dissertation vous est présentée une réflexion sur l'importance du recours à une stratégie sur l'évaluation formative et formatrice centrée dans l'apprentissage d'une unité d'étude de la mathématique en 9^{ème} année.

Cette étude a été basée sur une épistémologie de la théorie de Ausubel et Novak.

La méthode utilisée a été basée essentiellement dans une étude quasi-expérimentale et qui a consisté dans les résultats de l'application d'une stratégie d'une évaluation formative et formatrice en classe d'expérience par la construction de cartes de concept effectuées par des élèves d'un groupe expérimental visant des résultats d'un groupe de contrôle soumis à une méthodologie habituelle. L'échantillon a été constitué par deux groupes de la 9^{ème} année de scolarité avec un numéro total de 50 élèves.

Índice Geral

<u>CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO.....</u>	<u>12</u>
<u>1. Generalidades e justificação do tema.....</u>	<u>12</u>
<u>2. Motivação para a escolha do Tema/Relevância da Investigação</u>	<u>15</u>
<u>3. O problema em estudo.....</u>	<u>16</u>
<u>4. Objectivos da Investigação.....</u>	<u>16</u>
<u>5. Limitações do Estudo.....</u>	<u>17</u>
<u>6. Palavras-Chave.....</u>	<u>18</u>
<u>CAPITULO II – APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....</u>	<u>19</u>
<u>1.A Teoria da Aprendizagem Significativa</u>	<u>19</u>
<u>2. Em que condições ocorre a aprendizagem significativa?.....</u>	<u>20</u>
<u>3. Tipos de Aprendizagem Significativa.....</u>	<u>21</u>
<u>4. Origem dos subsunçores.....</u>	<u>24</u>
<u>5. Aprendizagem Significativa versus Aprendizagem memorística.....</u>	<u>25</u>
<u>6. Mapas de Conceitos.....</u>	<u>26</u>
<u>1. Mapas conceptuais para a aprendizagem significativa.....</u>	<u>26</u>
<u>2. Como iniciar os estudantes na elaboração de mapas conceptuais.....</u>	<u>27</u>
<u>Em todos os casos, começamos por apresentar aos estudantes a ideia de</u>	
<u>conceito. Esta apresentação pode consistir num conjunto de actividades</u>	
<u>relacionadas com a aprendizagem e a memória, que temos desenvolvido e utilizado</u>	
<u>em estudantes de 2º e 3º ciclos do ensino básico. A ideia pode também ser</u>	
<u>introduzida mais simplesmente pela definição directa de conceitos, objectos,</u>	
<u>acontecimentos e regularidades. A tabela seguinte (3. A. Actividades prévias para</u>	
<u>preparar a elaboração dos mapas conceptuais) mostra alguns processos que</u>	
<u>consideramos eficazes às crianças dos graus um a três do ensino básico.....</u>	<u>28</u>
<u>3. A. Actividades prévias para preparar a elaboração dos mapas conceptuais.....</u>	<u>28</u>
<u>4. Aplicações em educação dos mapas conceptuais.....</u>	<u>30</u>
<u>CAPITULO III - O CONTRIBUTO DA AVALIAÇÃO FORMATIVA/FORMADORA</u>	
<u>NA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DA MATEMÁTICA.....</u>	<u>34</u>
<u>1. Os lugares comuns da educação</u>	<u>34</u>
<u>2. Alguns princípios e concepções acerca da avaliação.....</u>	<u>41</u>
<u>3. A importância da avaliação para o progresso na Educação Matemática</u>	<u>59</u>
<u>4. Análise das dificuldades na aprendizagem da matemática e estratégias motivadoras</u>	
<u>para que os alunos as ultrapassem.....</u>	<u>64</u>
<u>5. A avaliação formativa/formadora, como contributo para a facilitação da</u>	
<u>aprendizagem da matemática.....</u>	<u>69</u>
<u>CAPÍTULO IV – CONCEITOS ESSENCIAIS QUE SERVIRÃO DE SUPORTE À</u>	
<u>COMPONENTE METODOLÓGICA DA PESQUISA.....</u>	<u>73</u>
<u>1. Definição de conceitos na área de educação.....</u>	<u>73</u>
<u>2. Definição de conceitos matemáticos.....</u>	<u>75</u>
<u>CAPÍTULO V – METODOLOGIA.....</u>	<u>78</u>
<u>1. Introdução.....</u>	<u>78</u>
<u>2. Os dois grandes paradigmas da investigação.....</u>	<u>79</u>
<u>3. A experimentação nas ciências sociais.....</u>	<u>80</u>
<u>3.1. O Plano Experimental.....</u>	<u>81</u>
<u>3.2. Planos Experimentais e Planos Quase-Experimentais.....</u>	<u>82</u>

4. Ameaças à validade da investigação.....	83
4.1. Ameaças à validade interna.....	84
4.2. Ameaças à validade externa.....	86
4.3. Ameaças relativamente a esta investigação.....	87
Caracterização da Turma – 9º Ano – Turma – A.....	93
Nº de alunos: 24.....	93
Média de idades: 14.04.....	93
Síntese da avaliação diagnóstica.....	94
Caracterização da Turma – 9º Ano – Turma - B.....	95
Nº de alunos: 26.....	95
Média de idades: 14.23.....	95
Síntese da avaliação diagnóstica.....	96
Podem ser consultados na tabela seguinte:.....	98
5. Instrumentos de investigação.....	101
1. Pré-teste e Pós-teste.....	104
O Pré – Teste.....	106
O Pré – Teste na turma de controlo e na turma experimental teve as seguintes características:.....	106
O Pós – Teste.....	107
O Pós – Teste na turma de controlo e na turma experimental teve as seguintes características:.....	107
A Escala de Likert.....	107
CAPÍTULO VI – RESULTADOS OBTIDOS.....	111
1. Resultados do pré-teste.....	111
1.1. Resultados globais do pré-teste na turma experimental.....	111
1.2. Resultados globais do pré-teste na turma de controlo.....	112
2. Resultados do pós-teste.....	114
2.1 Resultados globais do pós-teste na turma experimental.....	114
2.2. Resultados globais do pós-teste na turma de controlo.....	116
2.2 Resultados globais do pós-teste na turma experimental.....	118
3. Resultados obtidos com a escala de Lickert.....	143
CONCLUSÕES, IMPLICAÇÕES E SUGESTÕES PARA FUTURAS INVESTIGAÇÕES.....	179
1. Introdução.....	179
2. Resumo das principais conclusões.....	180
3- Implicações.....	187
4- Sugestões para futuras investigações.....	187
BIBLIOGRAFIA.....	191
ANEXO I - PRÉ-TESTE.....	ii
Avaliação Em Matemática (Pré – Teste Teq).....	ii
Objectivos Gerais das Questões Do Pré-Teste.....	vi
Critérios De Correção/Classificação Específicos Do Pré-Teste.....	ix
ANEXO II – PÓS-TESTE.....	xii
Avaliação Em Matemática (Pós – Teste Teq).....	xii
Objectivos Gerais Das Questões Do Pós-Teste.....	xvi
Critérios de Correção/Classificação Específicos do Pós-Teste.....	xix
ANEXO III – ESCALA DE LICKERT.....	xxii
.....	xxii
ANEXO IV – MAPAS DE CONCEITOS CONSTRUÍDOS PELOS ALUNOS.....	xxv
Análise Dos Mapas De Conceitos Construídos Pelos Alunos.....	xxvi

ANEXO V – CARACTERIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO DO “TRATAMENTO” xxxv**Índice de Ilustrações****Lista de tabelas**

Tabela I – Comparação dos diversos modos de investigação relativamente a algumas características fundamentais.....	80
Tabela II -Média e desvio-padrão dos níveis obtidos pelos alunos da turma de controlo e da turma experimental em três disciplinas do 8º ano (d.p. = desvio padrão).....	98
Tabela III– Distribuição dos alunos por grupo e por sexo (valores absolutos e percentuais)	98
Tabela IV– Composição no que respeita a média de idades em 1 de Setembro de 200699	
Tabela V– Distribuição dos alunos por grupo e por idade (valores percentuais, média e desvio padrão).....	99
Tabela VI– Número de reprovações anteriores (valores percentuais).....	99
Tabela VII– Nota de matemática no final do 6º ano de escolaridade, na escala de 1 a 5 (valores percentuais, média e desvio padrão).....	100
Tabela VIII– Resultados globais do pré-teste na turma experimental.....	111
Tabela IX– Resultados globais do pré-teste na turma de controlo.....	113
Tabela X- Resultados globais do pós-teste na turma experimental.....	114
Tabela XI– Resultados globais do pós-teste na turma de controlo.....	116
Tabela XII.3 - Resultados em percentagem do Pré-teste obtidos pelos alunos da turma de controlo nos três domínios – (conhecimentos, compreensão e resolução de problemas).....	118
Tabela XIII.4 - Resultados em percentagem do Pré-teste obtidos pelos alunos da turma experimental nos três domínios – (conhecimentos, compreensão e resolução de problemas).....	119
Tabela XIV.5 - Resultados em percentagem do Pós-teste obtidos pelos alunos da turma de controlo nos três domínios – (conhecimentos, compreensão e resolução de problemas).....	121
Tabela XV.6 - Resultados em percentagem do Pós-teste obtidos pelos alunos da turma experimental nos três domínios – (conhecimentos, compreensão e resolução de problemas).....	122
Tabela XVII.9 – Resultados do pré-teste no domínio de conhecimentos na turma de controlo.....	123
Tabela XVII.10 – Resultados do pré-teste no domínio de compreensão na turma de controlo.....	125
Tabela XVIII.11 – Resultados do pré-teste no domínio resolução de problemas na turma de controlo	126
Tabela XIX.12 – Resultados do pré-teste no domínio de conhecimentos na turma experimental.....	127
Tabela XX.13 – Resultados do pré-teste no domínio de compreensão na turma experimental	129

Tabela XXII.14 – Resultados do pré-teste no domínio de resolução de problemas na turma experimental.....	130
Tabela XXII.15 – Resultados do pós-teste no domínio de conhecimentos na turma de controlo.....	132
Tabela XXIII.16 – Resultados do pós-teste no domínio de compreensão na turma de controlo	134
Tabela XXIV.17 – Resultados do pós-teste no domínio de resolução de problemas na turma de controlo	135
Tabela XXVI.18 – Resultados do pós-teste no domínio de conhecimentos na turma experimental	137
Tabela XXVII.19 – Resultados do pós-teste no domínio de compreensão na turma de experimental	138
Tabela XXVII.20 – Resultados do pós-teste no domínio de resolução de problemas na turma experimental	140
Tabela XXVIII.8 – Resultados no teste te nos dois grupos (média e desvio padrão)...	141
Tabela XXIX.1 - Estudo de Coerência na Escala de Likert.....	144
Tabela XXX.2 – Posição dos alunos face a cada uma das categorias na Escala de Likert	178
Tabela XXXI.22 - OBJECTIVOS ESPECIFICOS DASQUESTÕES DO PRÉ – TESTE:	vii
Tabela XXXII.23 - OBJECTIVOS ESPECIFICOS DASQUESTÕES DO PÓS – TESTE:.....	xvii
Tabela XXXIII.21 - Sessões do tratamento e respectivos conteúdos.....	xl

Lista de quadros

Quadro I – Descrição sintética do tratamento.....	xxxviii
---	---------

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico I - Gráfico de Dispersão – Turma experimental - Pré -Teste	112
Gráfico II - Gráfico de Dispersão – Turma de controlo - Pré -Teste	114
Gráfico IIIGráfico de Dispersão – Turma experimental – Pós – teste.....	116
Gráfico IV - Gráfico de Dispersão – Turma de Controlo - Pós-Teste	118

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

1. Generalidades e justificação do tema

A sociedade actual está em constante mutação e exige da parte da escola uma adaptação a essas mudanças impondo a cada dia que passa novos desafios à educação.

Um dos desafios mais prementes que o sistema educativo mundial continua a ter de enfrentar é o de conseguir que todos os alunos tenham acesso a uma educação que lhes permita a sua plena integração na sociedade. Acontece que o nosso sistema de educação e de formação continua a ter dificuldades em concretizar práticas de ensino e de avaliação que contribuam para que as crianças e os jovens desenvolvam as competências indispensáveis para prosseguirem livremente as suas vidas escolares ou profissionais. Na verdade, continuam a prevalecer modelos que dão ênfase ao ensino de procedimentos rotineiros que pouco mais exigem dos alunos do que a reprodução de informação previamente transmitida. Continuam a prevalecer modelos de avaliação pouco integrados no ensino e na aprendizagem, mais orientados para a atribuição de classificações do que para a análise do que os alunos sabem e fazem, para a compreensão das suas dificuldades e para a ajuda à sua superação. Todos os anos continuam a reprovar largas dezenas de milhar de alunos, logo a partir dos sete anos de idade, pondo em risco a sua integração na sociedade e a coesão social. Enfim continua a sentir-se um generalizado mal-estar com os processos e os conteúdos do sistema educativo português.

O insucesso escolar de um número significativo de alunos na matemática é bem conhecido. A escola, os professores, a opinião pública e as famílias queixam-se que os alunos não aprendem, que não andam motivados, que não sabem estudar, que não são capazes de cumprir os objectivos programáticos, que não possuem as bases correspondentes ao ano escolar que frequentam e que sabem cada vez menos (Almeida, 1993). Nestas condições, no que à matemática diz respeito, sentimos a necessidade de analisar pormenorizadamente a questão no sentido de conhecer melhor as variáveis envolvidas e de contribuir para que seja possível avançar para um processo mais adequado de ensino-aprendizagem destes alunos.

Na impossibilidade de encontrar uma resposta global, as habituais dificuldades que os alunos revelam nos assuntos relacionados com “Equações do 2º grau e a importância que os autores e os programas escolares lhes atribuem ao nível do 9º ano de escolaridade, justificam a escolha deste tema. O presente trabalho enquadra-se no seguinte postulado e hipótese experimental: Um número significativo de alunos do 9º ano de escolaridade revela grandes dificuldades a nível do cálculo com números racionais e resolução de equações. Será que a aplicação da avaliação formativa/formadora em que os alunos experienciem o ensino-aprendizagem da matemática de uma forma algo diferente das suas experiências anteriores ajudará a ultrapassar estas dificuldades?

A investigação aqui apresentada, que reflecte a nossa preocupação, teve por base a aplicação de uma estratégia de ensino muito alicerçada numa avaliação formativa/formadora na aprendizagem significativa de uma unidade didáctica da matemática “Equações do 2º grau ao nível do 9º ano de Escolaridade”.

Por sua vez, é importante referir desde já uma distinção que os autores Bonniol, (1986) e Abrecht (1994) fazem da avaliação formadora em relação à avaliação formativa tradicional:

- na avaliação formativa tradicional, a regulação diz respeito, sobretudo, às estratégias pedagógicas do professor;
- na avaliação formadora, a regulação é fundamentalmente assegurada pelo próprio aluno.

A perspectiva que estes autores apresentam sobre a avaliação vai ao encontro daquilo que pensamos, e que estamos a tentar realizar na escola.

E se é importante ajustar o ensino aos resultados de avaliação que vamos recolhendo, é ainda mais importante direccioná-lo para a meta-aprendizagem, ajudando o aluno a antecipar as suas dificuldades, formando-o e preparando-o para a vida.

A nossa grande preocupação consiste em desenvolver nos alunos capacidades que os levem a “aprender a aprender”, de forma a aprenderem cada vez mais e melhor e a responsabilizarem-se pela melhoria da sua aprendizagem.

Todos os professores sabem que apesar da necessidade que existe de mudar a maneira de encarar a avaliação, tal mudança não é fácil. E porquê? Porque, desde logo obriga a uma mudança de mentalidade e depois pelo facto de esta nova maneira de encarar a avaliação exigir muito mais trabalho. Apesar deste trabalho não ser fácil, quando se começarem a ver resultados será muito gratificante. Por isso, pensamos que está na hora de romper as amarras com a escola tradicional.

Assim, a elaboração desta dissertação poderá traduzir-se na importância que tem a avaliação formativa e formadora na aprendizagem significativa dos alunos.

Moreira (1990) considera que um inadequado planeamento da investigação pode invalidar os resultados. Para este autor uma investigação experimental deverá ser composta pelas etapas seguintes: definição de um problema, selecção dos sujeitos e de instrumentos de medida, escolha de um plano experimental, execução dos procedimentos e análise dos dados recolhidos e formulação das conclusões.

Tendo em conta esta perspectiva, o nosso trabalho desenvolveu-se da seguinte forma:

- 1ª Fase – definição do tema de investigação;
- 2ª Fase – elaboração do plano de trabalho;
- 3ª Fase – escolha da amostra;
- 4ª Fase – pesquisa bibliográfica;
- 5ª Fase – elaboração dos instrumentos para recolha de informação: pré-teste, pós-teste e escala de atitudes;
- 6ª Fase – validação de instrumentos e recolha de informação;
- 7ª Fase – familiarização dos alunos com a aplicação da avaliação formativa/formadora e os mapas de conceitos (em simultâneo com a 4ª, 5ª e 6ª fase);

8ª Fase – aplicação do pré-teste;

9ª Fase – leccionação da unidade temática com construção de mapas de conceitos;

10ª Fase – aplicação do pós-teste e escalas de atitudes;

11ª Fase – tratamento dos dados obtidos por aplicação dos instrumentos de recolha de informação;

12ª Fase – redacção das conclusões.

A pesquisa bibliográfica iniciada no mês de Setembro de 2006 prolongou-se por vários meses com recolha de informação em diversas fontes, incluindo a Internet. Em Novembro, iniciou-se a elaboração dos instrumentos de recolha de informação: pré-teste, pós-teste, questionário e escala de Lickert. Este trabalho prolongou-se por dois meses. Igualmente no mês de Novembro, começou o trabalho de familiarização dos alunos da turma experimental com os mapas de conceitos.

Em Janeiro de 2007 foi feita a validação dos instrumentos e procedemos aos necessários ajustamentos. Em Fevereiro foi aplicado o pré-teste e logo de seguida a primeira análise dos dados com determinação do coeficiente de fidelidade. Entre Março e Junho do mesmo ano foi leccionada a unidade temática visada na investigação.

Em Abril iniciou-se o tratamento de dados que se prolongou pelos meses seguintes. Foi também neste mês que a dissertação começou a ser redigida. No final do mês de Maio e princípio do mês de Junho foram aplicados o pós-teste, e a escala de Lickert. Nos meses seguintes prosseguiu a redacção da dissertação com a introdução das correcções que foram sendo propostas pelo orientador.

2. Motivação para a escolha do Tema/Relevância da Investigação

A sociedade actual está em constante mutação e exige da parte da escola uma adaptação a essas mudanças impondo a cada dia que passa novos desafios à educação. De acordo com a prática do dia-a-dia nas escolas, verificamos que, no cômputo geral, a função da avaliação é classificativa e selectiva.

Por isso, sendo a avaliação um dos lugares comuns da educação, pensámos privilegiar neste trabalho a sua função positiva, formativa/formadora, na medida em que a preocupação principal se dirigiu para os processos em detrimento dos produtos, através de instrumentos que ajudam a descrever os percursos e a valorizar os progressos.

A avaliação está inerente a todo o empreendimento humano. Portanto, na actividade educativa, não poderá deixar de estar presente. A dimensão educativa e didáctica da avaliação tem sido desprezada nas escolas, com todos os efeitos nefastos que se conhecem. Assim, dado o insucesso escolar que se verifica hoje em dia, considerámos que seria de extrema relevância integrar e tornar a avaliação educacional o mais coerente possível com o currículo e os meios educativos humanos e materiais, valorizando a formação integral dos alunos.

Por outro lado, tal como afirma Nunziati, (1986) e Abrecht, (1994) ”:

- é importante recorrer à avaliação formadora, pois ela pretende “fazer da avaliação não simplesmente um instrumento de controlo, mas um instrumento de formação, de que o aluno disponha para atingir os seus objectivos pessoais, e construir o próprio percurso de aprendizagem.

3. O problema em estudo

O problema fundamental desta investigação é o seguinte:

- “ Como poderá a avaliação formativa/formadora contribuir para a facilitação da aprendizagem significativa da Matemática?”

4. Objectivos da Investigação

Em consonância com o problema, a investigação será orientada para os seguintes objectivos fundamentais:

- Verificar **se** a utilização da avaliação formativa/formadora em contraste com a avaliação tradicional produz ou não uma aprendizagem mais significativa da matemática.
- Verificar **em que condições** a utilização da avaliação formativa/formadora poderá produzir uma melhoria da aprendizagem significativa da Matemática.

Um outro objectivo que se levantou na sequência da própria estratégia de ensino-aprendizagem-avaliação implementada foi o seguinte:

- Analisar que dificuldades sentem os alunos do 9º ano na construção de mapas conceptuais.

5. Limitações do Estudo

A investigação que nos propusemos realizar, atendendo à sua natureza, teve as seguintes limitações:

- O tempo disponível para o desenvolvimento da investigação que condicionou o aprofundamento do tema;
- O acesso à informação teórica para preparar e fundamentar a pesquisa que foi limitado por circunstâncias adversas, entre outras alguma dificuldade em aceder à Internet e pouca informação verdadeiramente relevante disponível nesta.
- Limitações inerentes à amostra em estudo, com reflexos na validade externa do mesmo.

6. Palavras-Chave

Para o nosso estudo foram consideradas as seguintes palavras-chave:

- Avaliação Formativa;
- Avaliação Formadora;
- Avaliação Sumativa;
- Aprendizagem significativa;
- Sucesso escolar em Matemática.
- Mapa de conceitos

CAPITULO II – APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

1. A Teoria da Aprendizagem Significativa

O conceito de aprendizagem significativa é um conceito-chave na teoria da aprendizagem de Ausubel e na teoria da educação de Novak, acerca do qual o primeiro destes autores realçou a sua importância nos seguintes termos (1976, p.78):

A aprendizagem significativa é muito importante no processo educativo porque é o mecanismo humano por excelência para adquirir e armazenar a vasta quantidade de ideias e informação representadas por qualquer campo do conhecimento.

As ideias mais importantes da teoria ausubeliana (Ausubel, 1968, 1978, 1980) e suas possíveis implicações para o ensino e para a aprendizagem podem ser resumidas da seguinte forma, segundo palavras do próprio autor:

Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, enunciaria este: de todos os factores que influenciam a aprendizagem, o mais importante é o que o aluno sabe. Averigue –se o que o aluno sabe e ensine-se em conformidade (Ausubel, 1978, p.iv).

Pela importância destas afirmações e por delas comungarmos entendemos como pertinente a respectiva análise. Ao falar do que “o aluno já sabe” Ausubel referiu-se à estrutura cognitiva ou seja ao conteúdo total das ideias do aluno e à sua organização numa área particular do conhecimento. Para que a estrutura cognitiva preexistente influencie e facilite a aprendizagem é necessário que o seu conteúdo tenha sido aprendido de forma significativa, isto é, de maneira não arbitrária e não literal. Convém referir que a expressão citada não se refere simplesmente à ideia de pré-requisito, e pelo contrário foi relacionada com aspectos específicos da estrutura cognitiva relevantes para a aprendizagem de uma nova informação.

Por outro lado, a expressão “Averigue-se” diz respeito à revelação da estrutura cognitiva preexistente, isto é, dos conceitos, ideias e proposições disponíveis na mente do aluno e sua organização, assim como das respectivas inter-

relações através de um “mapeamento”, muito difícil de realizar mediante “ testes convencionais” que, de uma forma geral, enfatizam o conhecimento factual e estimulam a memorização.

No que concerne à expressão, “ensine-se em conformidade”, Ausubel preconiza um ensino que tenha em conta a estrutura cognitiva do aluno. Para obter tal desiderato, deve ser feita a identificação dos conceitos organizadores básicos a ensinar e privilegiada a utilização de recursos que facilitem a aprendizagem de maneira significativa, perspectiva com a qual estamos plenamente de acordo.

Depois da análise dos aspectos principais da citação apresentada, debruçemo-nos um pouco mais sobre as ideias de Ausubel. Na sua opinião, o armazenamento de informações no cérebro humano é extremamente organizado, formando uma hierarquia conceptual na qual os elementos mais específicos do conhecimento são ligados (e assimilados) a conceitos mais gerais, mais inclusivos, pelo que a estrutura cognitiva corresponde a uma estrutura hierárquica de conceitos na mente do aluno.

Esta estrutura constitui o factor mais importante na atribuição de significado a um novo material e na respectiva aquisição e retenção. As novas ideias só serão aprendidas e retidas, se disserem respeito a conceitos ou proposições já existentes e que possam servir como “âncoras” conceptuais, os chamados subsunçores, um aspecto importante a que dedicaremos mais à frente um espaço significativo neste capítulo. A estrutura cognitiva, como exemplo organizado, resulta dos processos cognitivos responsáveis pela aquisição e utilização do conhecimento.

Neste âmbito, a potencialização da estrutura cognitiva facilita a aquisição e a retenção dos novos conhecimentos. Se o novo material não for compatível com a estrutura cognitiva preexistente ou com ela não se relacionar, a informação não poderá ser nem incorporada, nem retida.

2. Em que condições ocorre a aprendizagem significativa?

Como anteriormente referimos, o foco desta aprendizagem assenta na relação do novo material com as ideias já existentes na estrutura cognitiva do aluno pelo que a sua eficácia depende do seu significado e não de quaisquer técnicas de tipo memorístico.

Neste âmbito, como requisitos básicos podemos considerar os seguintes: o material tem de ser potencialmente significativo permitindo o estabelecimento de uma relação substantiva com conhecimentos e ideias já existentes; a estrutura cognitiva prévia do aluno deve conter subsunções adequados para que ocorra a relação com os novos conhecimentos e ideias já existentes; e o aluno tem de mostrar interesse na aprendizagem procurando ele próprio o sentido do que aprende.

3. Tipos de Aprendizagem Significativa

Existem três tipos de Aprendizagem Significativa: a aprendizagem de representações, a aprendizagem de conceitos e a aprendizagem de proposições.

A aprendizagem de representações, da qual dependem as outras duas consiste em “fazer-se do significado de símbolos isolados (geralmente palavras) o que eles representam” Ausubel, 1978, p.52 citado por Ontoria e tal, 1999, p.16). Neste âmbito, atribui significado a um símbolo isolado e este passa a representar para o aluno, o seu referente.

Para melhor compreendermos esta aprendizagem analisemos um exemplo: a aprendizagem representacional da palavra “bola” ocorre quando na criança o som desta palavra (que é potencialmente significativo, mas ainda não possui significado para ela) passa a representar ou é equivalente a uma determinada bola com que a criança brinca naquele momento e, portanto, significa a mesma coisa que o objecto (bola) em si significa para ela.

Não se trata, contudo, de mera associação entre o símbolo e o objecto, pois, na medida em que a aprendizagem seja significativa, a criança relaciona de maneira

substantiva e não arbitrária essa equivalência representacional a conteúdos referentes existentes na sua estrutura cognitiva. Assim, no caso da bola, associa o nome de uma determinada forma da bola com que brinca, por exemplo.

Antes de desenvolvermos o tema «aprendizagem de conceitos», vejamos a definição de conceito: “uma regularidade nos acontecimentos ou objectos que se designa por um certo termo” (Novak e Gowin, 1999, p.20).

Podemos considerar que a aprendizagem de conceitos é, de certa maneira, uma aprendizagem de representações, dado que os conceitos são também representados por símbolos específicos. No entanto, existe uma diferença importante: os conceitos são genéricos representando abstracções dos atributos essenciais dos referentes, isto é, representam regularidades em objectos ou acontecimentos.

Para melhor compreendermos a aprendizagem de conceitos analisemos também um exemplo: Consideremos novamente a situação em que a criança adquire o significado mais genérico da palavra “bola”. Esse símbolo é também um significante para o conceito cultural “bola”. Ao passo que na aprendizagem de representações, se estabelece uma equivalência, em significado, entre um símbolo (o som “bola”) e um referido (o objecto “bola”) na aprendizagem de conceitos a equivalência ocorre entre o símbolo e os atributos essenciais comuns a diversos exemplos do referente, isto é, a diferentes bolas (formas redondas, rolamento, etc).

Dada a importância de que se reveste a aprendizagem de conceitos, consideremos os processos que permitem a aquisição dos mesmos, isto é, a formação e a assimilação. Vejamos, em primeiro lugar, a formação de conceitos. Neste processo, os atributos essenciais dos conceitos adquirem-se através da experiência directa, mediante sucessivas formulações, avaliações e generalizações de hipóteses a partir de instâncias específicas, constituindo um processo de aprendizagem por descoberta.

À medida que a criança adquire um certo número de conceitos por formação, torna-se capaz de aprender outros por assimilação, pois os atributos essenciais desses conceitos podem apresentar-se em termos de novas combinações de conceitos já existentes na estrutura cognitiva da criança. É possível acelerar a assimilação através do uso de conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva (adquiridos pelo processo de formação), na definição dos atributos essenciais de novos conceitos.

A propósito da primeira afirmação do parágrafo anterior, Ausubel (1978, p.46) refere o seguinte:

Uma vez que os significados iniciais se estabelecem para signos ou símbolos de conceitos, novas aprendizagens significativas darão significados adicionais a esses signos ou símbolos, e novas relações entre os conceitos anteriormente adquiridos serão estabelecidas.

Por exemplo, na formação de conceitos, a criança adquire o conceito de “cão” por encontros sucessivos com cães, gatos, cavalos e outros animais até que pode generalizar os atributos essenciais que constituem o conceito cultural de “cão”, como o acto de ladrar, por exemplo.

Relativamente à idade de quem aprende, para Moreira (2000) a formação de conceitos produz-se primordialmente nas crianças em idade pré-escolar, enquanto que a aprendizagem de conceitos por assimilação predomina nas crianças em idade escolar e em adultos.

Na aprendizagem de proposições, intervêm vários conceitos que se relacionam entre si e com a estrutura cognitiva do aluno, com o objectivo de obter um novo significado composto. Ao implicar relação de conceitos, a aquisição de proposições só é possível através da assimilação.

Naturalmente, para que se possam aprender os significados de uma proposição é preciso antes aprender os significados dos seus termos componentes

pelo que a aprendizagem de representações e de conceitos constitui um pré-requisito para a aprendizagem significativa de proposições.

4. Origem dos subsunçores

Na opinião de Ausubel, grande parte da aprendizagem significativa pode ser explicada através de um processo por ele designado de subsunção, no qual o novo conhecimento, composto por conceitos mais específicos, menos inclusivos, é ligado a conceitos mais gerais e inclusivos e às proposições que já fazem parte da estrutura cognitiva do aluno. Este tipo de aprendizagem é, provavelmente, responsável por grande parte da aquisição não mecânica de conhecimento, conduzindo a um acréscimo gradual da informação específica acerca de um determinado domínio.

Pelo exposto, é fácil concluir que a aprendizagem significativa pressupõe a existência prévia de conceitos subsunçores. Mas uma questão importante se coloca: o que sucede quando esses conceitos não existem?

Uma hipótese possível é a de que a aprendizagem memorística é sempre necessária quando um aluno adquire informação numa área de conhecimentos completamente nova para ele. Assim, a aprendizagem memorística ocorre até ao momento em que alguns elementos do conhecimento, relevantes porque se referem a novas informações na mesma área, existam na estrutura cognitiva e possam funcionar como subsunçores, embora pouco elaborados. À medida que a aprendizagem começa a ser significativa, aumenta a complexidade dos subsunçores e a sua capacidade para servir de âncora as novas informações.

As bases filosóficas do nosso trabalho fazem com que os conceitos e as proposições formadas pelos conceitos sejam os elementos centrais na estrutura do conhecimento e na construção de significado. A melhor teoria da aprendizagem que

se foca nos conceitos e na aprendizagem proposicional com base em que assenta a construção pelos indivíduos dos seus próprios significados idiossincrásicos é a que foi proposta por David Ausubel (1963,1968; Ausubel, Novak e Hanesian, 1978).

5. Aprendizagem Significativa versus Aprendizagem memorística

O conceito principal da teoria de Ausubel é o de aprendizagem significativa, em oposição ao de aprendizagem memorística.

Para aprender significativamente, o indivíduo deve optar por relacionar os novos conhecimentos com as proposições e conceitos relevantes que já conhece.

Pelo contrário, na aprendizagem memorística, o novo conhecimento pode adquirir-se simplesmente mediante a memorização verbal e pode incorporar-se arbitrariamente na estrutura de conhecimentos de uma pessoa, sem interagir com o que já existe.

É importante distinguir entre o tipo de estratégia de instrução que se utiliza e o tipo de processo de aprendizagem em que o estudante se insere. Seja qual for a estratégia de instrução, a aprendizagem pode variar desde a que é quase memorística até à altamente significativa – desde a aprendizagem receptiva, onde a informação é oferecida directamente ao aluno, até à aprendizagem por descoberta autónoma, onde o aluno identifica e selecciona a informação a aprender. Grande parte do movimento de reforma educativa dos anos 50 e 60 foi uma tentativa de afastar das escolas a aprendizagem memorística por meio da introdução de programas de instrução que encorajavam a aprendizagem por descoberta, ou a aprendizagem por inquérito. Por muito que tenham sido estes esforços, eles contribuíram muito pouco para aumentar o carácter significativo da aprendizagem escolar.

6. Mapas de Conceitos

1. Mapas conceptuais para a aprendizagem significativa

Os mapas de conceitos afiguram-se-nos como uma ferramenta útil para ajudar os estudantes a reflectir sobre a estrutura do conhecimento e sobre o processo de produção do conhecimento, isto é, sobre o metac conhecimento. A construção dos mapas de conceitos tem sido usada com sucesso por estudantes do primeiro nível do ensino básico e por estudantes dos níveis mais avançados. Acreditamos que, com recurso a eles, os professores farão um esforço explícito para ajudar os alunos a compreender a estrutura e o processo de produção do conhecimento.

Os mapas conceptuais têm por objectivo representar relações significativas entre conceitos na forma de proposições. Uma proposição consiste em dois ou mais termos conceptuais ligados por palavras de modo a formar uma unidade semântica. Na sua forma mais simples, um mapa de conceitos consta apenas de dois conceitos unidos por uma palavra de ligação de modo a formar uma proposição. Por exemplo. “o céu é azul” representa um mapa conceptual simples formado por uma proposição válida referente aos conceitos “céu” e “azul”.

Excepto para um número relativamente pequeno de conceitos adquiridos muito cedo pelas crianças através de um processo de aprendizagem por descoberta, a maior parte dos significados dos conceitos são aprendidos através da composição de proposições em que se inclui o conceito a ser adquirido. Embora as proposições empíricas concretas possam facilitar a aprendizagem dos conceitos, a regularidade representada pela designação do conceito adquire um significado adicional através do estabelecimento de proposições em que se inclui o conceito em questão. Assim as frases “a erva é verde”, “a erva é uma planta”, “a erva cresce”, “a erva é uma planta monocotiledónea”, etc., aumentam o significado bem como a precisão do significado do conceito “erva”. Um mapa conceptual é um recurso esquemático para representar um conjunto de significados conceptuais incluídos numa estrutura de proposições.

Os mapas conceptuais servem para tornar claro, tanto aos professores como aos alunos, o pequeno número de ideias chave em que eles se devem focar para uma tarefa de aprendizagem específica. Um mapa conceptual também pode funcionar como um mapa rodoviário visual, mostrando alguns dos trajectos que se podem seguir para ligar os significados de conceitos de forma a que resultem proposições. Depois de terminada uma tarefa de aprendizagem, os mapas conceptuais mostram um resumo esquemático do que foi aprendido.

Uma vez que a aprendizagem significativa se produz mais facilmente quando os novos conceitos ou significados conceptuais são englobados sob outros conceitos mais amplos, mais inclusivos, os mapas conceptuais devem ser hierárquicos; isto é, os conceitos mais gerais e mais inclusivos devem situar-se no topo do mapa, com os conceitos cada vez mais específicos, menos inclusivos, colocados sucessivamente debaixo deles.

2. Como iniciar os estudantes na elaboração de mapas conceptuais

Como sucede com qualquer acto de ensino, não há nenhum modo óptimo de introduzir os mapas conceptuais. Apresentaremos várias abordagens, as quais já foram todas experimentadas, numa ou noutra situação, e que parecem ser igualmente prometedoras.

Em todos os casos, começamos por apresentar aos estudantes a ideia de conceito. Esta apresentação pode consistir num conjunto de actividades relacionadas com a aprendizagem e a memória, que temos desenvolvido e utilizado em estudantes de 2º e 3º ciclos do ensino básico. A ideia pode também ser introduzida mais simplesmente pela definição directa de conceitos, objectos, acontecimentos e regularidades. A tabela seguinte (*3. A. Actividades prévias para preparar a elaboração dos mapas conceptuais*) mostra alguns processos que consideramos eficazes às crianças dos graus um a três do ensino básico.

Em primeiro lugar, queremos adiantar a ideia de que a melhor forma de facilitar a aprendizagem significativa dos estudantes é ajudá-los explicitamente a verem a natureza e o papel dos conceitos, bem como as relações entre os conceitos, tal como existem nas suas mentes e como existem “lá fora”, no mundo ou em instruções escritas ou orais. Esta é uma ideia simples mas profunda; os estudantes podem demorar meses ou anos a reconhecerem que o que eles ouvem, vêem, sentem ou cheiram está em parte dependente dos conceitos que eles têm nas suas mentes. Este objectivo é fundamental num programa destinado a ajudar os estudantes a aprenderem a aprender.

Em segundo lugar, propomos procedimentos que ajudarão os estudantes a extrair conceitos específicos (palavras) de material escrito ou oral e a identificar relações entre esses conceitos. Para isso, é necessário isolar conceitos e palavras de ligação, reconhecer que embora ambos sejam importantes unidades de linguagem, eles desempenham papéis diferentes na transmissão do significado.

Estratégias para a introdução dos mapas conceptuais nos graus um a três do ensino básico

3. A. Actividades prévias para preparar a elaboração dos mapas conceptuais

1. Peça às crianças para fecharem os olhos e pergunte-lhes se elas vêem alguma imagem na sua mente quando pronuncia palavras que lhes são

familiares, como por exemplo cão, cadeira e erva. Ao princípio, utilize nomes de “objectos”.

2. Depois de as crianças responderem escreva cada uma das palavras no quadro. Peça às crianças mais exemplos.
3. Continue depois com nomes de “acontecimentos”, como chover, saltar, cozer...; peça às crianças mais exemplos, escrevendo as palavras no quadro.
4. Pronuncie palavras que não são palavras às crianças e pergunte-lhes se elas vêem alguma imagem na sua mente. (Procure num dicionário palavras curtas que as crianças desconhecem, tais como “conceito”.)
5. Ajude as crianças a reconhecerem que as palavras têm para elas significado quando conseguem representar mentalmente uma imagem ou um significado.
6. Se alguns dos alunos da turma forem bilingues, pode introduzir algumas palavras estrangeiras que eles conheçam para ilustrar que diferentes pessoas usam termos diversos com o mesmo significado.
7. Introduza a palavra conceito e explique que conceito é a palavra que usamos para designar a “imagem” de algum tipo de objectos ou acontecimento. Reveja algumas das palavras que escreveu no quadro e pergunte às crianças se todas essas palavras são conceitos; pergunte-lhes se elas provocam o aparecimento de uma imagem na sua mente.
8. Escreva no quadro palavras tais como o, é, são, quando, que, então. Pergunte às crianças se estas palavras lhes provocam o aparecimento de imagens na mente. Elas deverão reconhecer que, ao contrário dos casos anteriores, não se tratam de conceitos; são antes, palavras de ligação que se usam na linguagem para ligar as palavras em frases que têm um significado especial.
9. Intitule os exemplos dados de “palavras de ligação” e peça aos estudantes mais exemplos.
10. Construa pequenas frases com dois conceitos e uma palavra de ligação. Por exemplo, o céu é azul, as cadeiras são duras, os lápis têm mina.

11. Explique às crianças que a maior parte das palavras do dicionário são conceitos. (Pode pedir-lhes que rodeiem com um círculo os termos conceptuais, numa cópia de um dicionário infantil). Os termos conceptuais e as palavras de ligação utilizam-se tanto na linguagem oral como na escrita (excepto no caso das crianças muito pequenas).
12. Realce o facto de certas palavras serem nomes próprios. Os nomes de pessoas, de locais ou de coisas específicas não são conceitos.
13. Diga as crianças para construírem algumas frases curtas da sua autoria, utilizando os conceitos e as palavras de ligação escritos no quadro ou outras palavras se assim o desejarem.
14. Diga a uma criança para ler uma frase e pergunte a outra quais são os conceitos e quais as palavras de ligação.
15. Exponha às crianças a ideia de que ler é aprender a reconhecer termos impressos que representam conceitos e palavras de ligação. Pergunte-lhes se é ou não mais fácil para elas lerem palavras para as quais já possuem um conceito na mente. Dê-lhes exemplos de conceitos familiares e não familiares que lhes tenham sido apresentados antes e de palavras tais como quando, então, enquanto e ali e pergunte-lhes quais que são normalmente mais fáceis de ler.

4. Aplicações em educação dos mapas conceptuais

No capítulo II chamamos a atenção para o facto de a aprendizagem significativa requerer um esforço deliberado por parte dos alunos no sentido de relacionarem o novo conhecimento com os conceitos relevantes que já possuem. Para facilitar este processo, tanto o professor como o aluno devem conhecer o “ponto de partida conceptual” se querem avançar de um modo mais eficiente na aprendizagem significativa. Em epígrafe ao seu livro *Psicologia Educacional: Um ponto de Vista Cognitivo (Educational Psychology: A Cognitive View)* [David Ausubel 1968 (2ª edição 1978)] não se limitou a expor uma ideia antiga de outro modo, uma vez que dedicou cinco capítulos da sua obra a aclarar o importantíssimo papel que

desempenham na aprendizagem significativa (em oposição à aprendizagem memorística) os conceitos e as proposições que o aluno já conhece. Porém, apesar desta longa e precisa elucidação dos aspectos teóricos, Ausubel não proporcionou aos educadores instrumentos simples e funcionais para os ajudar a averiguar “o que o aluno já sabe”. Esses instrumentos educativos são os mapas conceptuais; eles foram desenvolvidos especificamente para estabelecer comunicação com a estrutura cognitiva do aluno e para exteriorizar o que este já sabe de forma a que tanto ele como o professor se apercebam disso. Não estamos desta forma a afirmar que os mapas conceptuais sejam uma representação completa dos conceitos e proposições relevantes que o aluno conhece. No entanto, afirmamos que constituem uma aproximação trabalhável, a qual tanto os estudantes como os professores podem conscientemente e deliberadamente ampliar e fazer progredir.

Logo que os estudantes tenham adquirido as capacidades básicas necessárias para construir mapas conceptuais, podem-se seleccionar seis ou oito conceitos chave que sejam fundamentais para compreender um tema que se quer cobrir, e pedir aos estudantes que elaborem um mapa que relacione tais conceitos e que acrescentem conceitos adicionais relevantes e os liguem de modo a formarem proposições que tenham sentido. No caso em que existam relações hierárquicas significativas entre os conceitos que se apresentam em primeiro lugar, pode ser útil ordená-los. Outra possível abordagem consistirá em ajudar os estudantes a identificar três ou quatro conceitos importantes de uma secção ou de um capítulo de um livro de texto e utilizá-los para iniciar a construção de um mapa conceptual. Os estudantes podem então identificar mais facilmente outros conceitos relevantes e adicioná-los para formarem os seus próprios mapas conceptuais.

Considerando que a aprendizagem significativa é um processo contínuo mediante o qual, através da aquisição de novas relações proposicionais, o significado dos conceitos é ampliado, tal como vimos anteriormente nesta dissertação, “os mapas conceptuais constituem um método para mostrar, tanto ao professor como ao aluno, que houve uma autêntica reorganização cognitiva” (Novak

e Gowin, 1988, p.125), na medida em que indicam, com relativa precisão, o grau de diferenciação dos conceitos que um aluno possui.

O mapa conceptual reflecte o lema de “aprender a aprender”, porque o aluno, através da sua construção, participa de forma activa na sua própria aprendizagem, tendo maior liberdade e criatividade no estudo de qualquer matéria.

De uma forma mais abrangente, podemos afirmar que a construção dos mapas conceptuais desenvolve as potencialidades de quem aprende porque:

- partindo das suas experiências relaciona os conteúdos cognitivos com os conteúdos conceptuais explicitados no instrumento conferindo grande importância às ideias prévias surgidas da própria realidade do aluno;
- aquando da construção do instrumento, o discente é obrigado a procurar informação para enriquecer os seus conteúdos, implicando-se de forma activa na tarefa;
- o aluno é conduzido à opção por determinados conceitos, seleccionando os que devem incluir-se no instrumento e optando por determinado esquema de hierarquização dos mesmos;
- constitui um bom meio para a reflexão do aluno acerca dos mecanismos próprios da aprendizagem, ajudando-o a aprender qualquer conteúdo por si mesmo;
- quando o instrumento é construído em grupo, os alunos podem partilhar e negociar os significados aprendidos com os seus colegas, o que exige o respeito pelas opiniões dos outros e a recusa de qualquer imposição não justificada;
- o aluno pode avaliar o seu próprio processo de aprendizagem, detectando as concepções erradas inseridas no instrumento ou os erros e acertos na hierarquização e diferenciação progressiva dos conceitos, assim como na reconciliação integradora dos mesmos.

Na perspectiva do que temos vindo a reflectir, parece-nos propositada a citação seguinte:

O mapa conceptual não é uma mera abstracção de conceitos. Aqueles que o têm utilizado já puderam comprovar a sua validade para desenvolver o conhecimento reflexivo, ou seja como consequência de um

processo de maturidade pessoal, nascido do esforço individual e do trabalho partilhado, que exige a interacção e o debate com os outros. (Ontoria A. e t al, 1999, p.58)

Procurando reforçar as nossas ideias podemos afirmar, de acordo com a opinião de Moreira e Buchweitz (1993,p.58), que a utilização dos mapas de conceitos pelos alunos pode ser feita com vários objectivos: a tomada de consciência de um novo assunto a aprender, a estruturação da nova informação, o resumo da matéria estudada e a facilitação da memorização.

Nas páginas seguintes procuraremos apresentar uma síntese dos trabalhos desenvolvidos, as pesquisas directamente relacionadas com o contributo destes instrumentos para a aprendizagem.

No que respeita, então, à relação mapa conceptual-aprendizagem, duas equipas de investigadores, Novak e Wandersee (1990) e Novak e Gowin (1999) concluíram que os mapas conceptuais podem ajudar os alunos a organizar a matéria, o que facilita a sua aprendizagem.

No que concerne ao desenvolvimento da compreensão dos alunos, Cook (1985) defende que estes instrumentos constituem um contributo fundamental, ajudando quem aprende a interiorizar conceitos e a relacioná-los.

Pankratius (1990), ao pesquisar também a eficácia na aprendizagem da utilização dos mapas conceptuais, conclui que as classificações dos grupos de alunos que recebem o ensino com mapas de conceitos são mais elevadas do que as dos grupos sujeitos a um ensino mais tradicional. Do seu trabalho resulta também que a utilização destes instrumentos, antes e durante o ensino, é mais eficaz para a aprendizagem que a modalidade em que o seu uso se restringe à fase posterior. Como dificuldade no recurso aos referidos instrumentos, indica o tempo necessário para familiarizar os alunos com a sua construção.

Na mesma linha de investigação, Roth (1994) refere que os mapas de conceitos, quando construídos em grupo, facilitam a aprendizagem devido à discussão sobre a selecção das palavras de ligação e das relações entre conceitos.

Em 1988, Okebukola e Jegede haviam demonstrado, também, que alunos que constroem colaborativamente mapas de conceitos alcançam uma melhor aprendizagem significativa relativamente aos que trabalham individualmente.

Por sua vez Valadares (1995), na sua dissertação de doutoramento, refere baseado na sua experiência, que os mapas de conceitos são uma boa ferramenta para a descoberta dos “segredos” da mente do aluno por parte dos professores.

Na aprendizagem significativa, um dos aspectos mais importantes é a motivação para aprender. A este propósito, Graça e Valadares (1998,p.27) referem que:

a construção de mapas conceptuais tem algo de lúdico e desperta o entusiasmo, suscita a curiosidade de aprender, particularmente em alunos pouco motivados pelo ensino memorístico a que muitas vezes são sujeitos, mas capazes de representar os seus conhecimentos de forma criativa e significativa.

Muitos alunos classificados como “incapazes de aprender” são na realidade crianças inteligentes que não têm habilidade nem motivação para a aprendizagem memorística, mas que são capazes de ser melhores alunos da turma quando lhes é dada a oportunidade de representarem os seus conhecimentos de uma forma criativa e significativa (Melby-Robb,1982,citado por Novak e Gowin, 1999, p.57).

CAPITULO III - O CONTRIBUTO DA AVALIAÇÃO FORMATIVA/FORMADORA NA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DA MATEMÁTICA

1. Os lugares comuns da educação

Uma experiência educacional é um acontecimento complexo. Com base nas ideias de Schwab (1964, referido por Graça e Valadares, 1998, p.12), um acontecimento educacional envolve quatro “lugares-comuns” distintos: o professor, o aluno, o currículo e o meio envolvente do sistema professor-aluno. Nenhuma destas componentes pode ser reduzida a qualquer uma das outras. Assim, todas elas devem ser consideradas na Educação, que constitui o processo através do qual se procura activamente mudar o significado da experiência.

Relativamente aos “lugares comuns” referidos, fazemos a seguir uma breve dissertação acerca de cada um deles. Provavelmente dada a nossa condição, optámos em primeiro lugar, por escrever acerca do professor. Decerto muito haveria a dizer, mas tentando sintetizar diremos que um bom professor e especialmente neste caso, um bom professor de Matemática, deve inspirar e facilitar a aprendizagem dos seus alunos, desenvolvendo a sua criatividade, pelo que a escolha de actividades adequadas é fundamental.

De forma a corresponder a estes objectivos é imprescindível a boa preparação científica do docente, aspecto destacado, entre outros, por Tobin e Espinet (1989) para quem a falta de conhecimentos científicos sólidos é a principal dificuldade para que o professor promova actividades inovadoras. Mas isto só não chega. Quantas vezes ouvimos dizer: “sabe muito mas não sabe ensinar”. Este facto remete-nos para a importância de uma boa preparação pedagógica.

É obrigação do professor planificar a agenda de actividades e decidir qual o conhecimento que deve ser considerado e em que sequência. É claro que o professor competente deverá envolver o aluno em alguns aspectos da planificação da agenda de actividades (tal sucede na Aprendizagem para o Domínio; veja-se Bloom, 1968, 1976), mas espera-se que o professor tenha mais competência que o aluno na área em estudo.

Um problema cada vez mais premente no Sistema de Ensino em Portugal é a indisciplina. Para que exista um ambiente adequado à aprendizagem, o professor tem de saber impor a disciplina não pela via do autoritarismo cego, mas através de uma firmeza

dialogante. O aluno tem de ter a consciência de que é o professor que naturalmente deverá dirigir as actividades. Este deve fomentar boas relações interpessoais na sala de aula e, para isso, terá de estar atento quer à estrutura formal do grupo-turma quer à sua estrutura informal (muitos problemas que surgem na sala de aula não tiveram aí a sua origem).

Muito embora não sendo um tema tratado com pormenor nesta dissertação, defendemos uma visão construtivista do ensino-aprendizagem na qual o professor desempenha um papel fundamental.

A acção do professor deverá ter como referência os conhecimentos prévios do aluno, com particular incidência nas suas concepções alternativas (conceitos adquiridos de modo empírico e espontâneo, altamente resistentes à mudança) o que implica a implementação de estratégias de ensino que combatam este problema

O factor mais importante que influencia a aprendizagem é a estrutura cognitiva prévia (a rede de conceitos interligados e organizados hierarquicamente que o aluno possui). Um aluno pode incorporar na estrutura cognitiva, da melhor forma, as concepções que o professor ensina e isto não suceder com outro aluno (não receptivo a aprender significativamente determinados conteúdos).

Na sequência do exposto, parece-nos fundamental a implementação de um ensino individualizado sempre que possível e sempre que se justifique. Nesta perspectiva, o professor deverá adequar as estratégias aos conhecimentos e capacidades de cada aluno, dada a natureza idiossincrática da aprendizagem, não esquecendo contudo o trabalho em pequenos grupos e no grupo-turma.

Como o ensino é “um acontecimento social no qual os seres humanos conseguem partilhar significados” (Gowin, 1990), no fundo uma negociação de significados, o bom professor procura que dessa negociação com cada aluno resulte um acordo que satisfaça ambas as partes.

O docente deverá adequar o seu ensino à turma e às condições de que dispõe. Para isso, tem de avaliar muito bem o contexto em que o ensino decorre, tirar o máximo partido dos aspectos positivos e procurar atenuar os aspectos negativos do ambiente em que decorre o processo de ensino-aprendizagem. Tal como defendem, entre outros autores, Evertson et al (1980, referidos por Valadares, 1995, p. 581), para o bom ensino contribuem decisivamente aspectos contextuais.

Outra questão importante, relativamente ao ensino, diz respeito, à utilização pelo docente de uma linguagem clara e cientificamente correcta. Na aprendizagem da Ciência é fundamental a familiarização com a linguagem própria, tantas vezes em conflito de significado com a linguagem do dia-a-dia.

A terminar esta reflexão acerca do papel do professor afirmamos que o cumprimento de todas as condições referidas contribuirá, com toda a certeza, para a consecução de uma aprendizagem significativa, temática já desenvolvida no capítulo II.

Acerca dos alunos, com certeza muito haveria de dizer, mas, visto que amiúdes vezes ao longo desta dissertação abordaremos aspectos com eles relacionados, por agora fazemos algumas breves considerações.

Assim, entendemos que o discente é o principal responsável pela sua própria aprendizagem, o que torna este processo pessoal e idiossincrásico, e Gowin (1990, p. 124) considera-o como “ uma activa reorganização de uma rede já existente de significados”. Nesta perspectiva, impõe-se uma atitude positiva da sua parte relativamente ao ensino procurando, de um modo disciplinado e cooperante, contribuir para o seu enriquecimento em todos os domínios e não apenas no plano cognitivo.

Através de adequadas experiências de aprendizagem, o aluno deve enriquecer as suas concepções acerca do mundo e desenvolver as suas potencialidades intelectuais. A este propósito, Hold (1964 citado por Novak e Gowin, 1999. p. 22) considera que nem sempre o desempenho dos alunos é o melhor, utilizando a expressão “estratégias dos alunos para o falhanço”.

Ainda que a mesma experiência educativa possa ser partilhada pelos alunos (mais velhos e mais novos) e pelos professores, o seu significado pode ser muito diferente para cada um deles. Como a estrutura cognitiva de cada ser humano está ligada à sua componente afectiva, a aprendizagem é também um processo idiossincrásico. Cada aluno confere significado às experiências que vive com os conceitos e sentimentos que possui, que evoluem à medida que se dá o desenvolvimento da sua educação.

Naturalmente o aluno só se poderá empenhar na sua aprendizagem se para ela estiver motivado, aspecto que é destacado, entre outros, por Dewey e por Altet (1999). A importância da motivação é também evidenciada por Hunt (1961, citado por Sprinthall e Sprinthall, 1994) ao considerar que as diversas actividades propostas ao aluno, ajustadas ao seu desenvolvimento, motivam o interesse pela aprendizagem e o desenvolvimento de aptidões intelectuais.

Sprinthall e Sprinthall, (1994) referem-se também a William James, segundo o qual seria importante adequar o ensino às características dos alunos, e não o contrário, e este processo deveria criar neles o interesse pela aprendizagem e exploração do conhecimento. A este propósito, Dottrens (1978) realça que a tarefa cuja motivação é clara para o aluno desperta-lhe o desejo e a necessidade de aprender.

Nesta linha de pensamento, Lurçat (1978) reflecte sobre uma questão interessante, isto é, se a actividade do aluno conduzirá a que este sinta a necessidade do conhecimento. Na sua opinião, se a criança não sentir necessidade de conhecer, não se poderá ensinar. Este é, a nosso ver, um dos principais desafios que a escola terá de vencer.

Mas porque será tão difícil o desenvolvimento nos alunos de aprendizagens significativas que os levem a mudar de atitude face à escola e ao conhecimento? A resposta a esta questão talvez possa ser encontrada numa perspectiva apresentada por Berbaum (1992), e por nós partilhada, segundo a qual é fundamental que o aluno queira,

goste e saiba aprender para se conseguir uma verdadeira aprendizagem, destacando este autor as atitudes e os comportamentos necessários para que ela ocorra.

Um factor de primordial importância na eficácia do ensino reside, assim, na motivação dos alunos, o que implica a implementação de estratégias de ensino que permitam cumprir aquele objectivo. De acordo com o despacho nº 522/97, do Ministério da Educação, “ cabe ao educador planear situações de aprendizagem que sejam desafiadoras, de modo a interessar e a estimular cada criança, apoiando-a em níveis de realização a que não chegaria por si mesmo...”, perspectiva com a qual estamos plenamente de acordo.

A motivação intrínseca dos alunos não será promovida se as estratégias de ensino se basearem apenas na transmissão de saberes, ignorando os interesses e necessidades dos alunos, o que não conduz ao desenvolvimento do seu potencial muito importante para a sua motivação (Tyler, 1949; Sprinthall e Sprinthall, 1994, Brickman e Taylor, 1996; Hohmann e Weikart, 1997).

As estratégias adoptadas por qualquer educador não podem ignorar os sentimentos do aluno, as necessidades e ambições. Quaisquer que sejam os objectivos a atingir com o ensino, estas vertentes nunca poderão ser ignoradas. Só deste modo podemos garantir uma boa motivação para a aprendizagem.

Até aqui, focalizamos a nossa atenção em duas componentes da experiência educacional, o professor e o aluno. Nesta sequência parece-nos ter cabimento centrar a nossa atenção naquilo que se ensina, isto é, o currículo, outra componente fundamental de uma experiência educacional. O currículo compreende o conhecimento, as capacidades, e os valores da experiência educativa que obedecem a determinados critérios. O currículo formal inclui os objectivos, os conteúdos e as estratégias do programa que servem para a planificação da aprendizagem.

Intimamente relacionada com aquilo que se pretende que seja a preparação dos jovens do século XXI, a reforma do currículo assume uma importância fundamental.

Assim, é importante que os docentes encarem os currículos de Ciências de outra forma, em conformidade com a sociedade actual, caracterizada pelo progresso das telecomunicações e pela rápida transmissão de informação, de forma a que, nesta nova era, a escola não fique à margem das grandes mudanças que estão a ocorrer na sociedade.

Aos alunos deve ser proporcionado o desenvolvimento de competências que lhes permitam enfrentar as mudanças e tornarem-se cidadãos conscientes e participativos, numa sociedade onde as decisões relativas à Ciência e à Tecnologia devem considerar os valores democraticamente comungados.

A propósito do currículo, Graça e Valadares (1998, p. 12) destacam uma questão que entendemos como muito pertinente. De facto,

mais importante do que o currículo formal, é o currículo prático, aquele que verdadeiramente é adoptado nas escolas (onde incluímos os livros e restantes materiais didácticos) e que é fortemente influenciado pelas concepções dos professores.

O currículo compreende o conhecimento, as capacidades, e os valores da experiência educativa que satisfaçam critérios de excelência de tal modo que o convertam em algo digno de ser estudado.

Depois desta muito breve referência ao currículo, aludimos a outro factor também decisivo para o desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem: o meio envolvente do sistema professor-aluno-curriculo. Neste inclui-se não só o meio exterior à escola, mas também a sua dinâmica – os valores, a linguagem, o contributo do ambiente para a auto-estima dos alunos e dos professores.

Gowin (1990) utiliza a designação de governança em vez de meio, para descrever os factores que controlam o significado da experiência educativa. As escolas, as turmas e os manuais escolares são exemplos de factores de governança. Em muitos aspectos, a sociedade, os professores e o currículo controlam ou governam o significado da

experiência. O meio é o contexto no qual a experiência de aprendizagem tem lugar, e influencia a forma como o professor e o aluno compartilham o significado do currículo.

Todos nós reconhecemos a importância dos factores que Gowin englobou na designação de governança. Não poderemos ter um ensino de qualidade em escolas com instalações degradadas, com turmas demasiado grandes, com professores que leccionam um número elevado de turmas, só para citar alguns aspectos que são decisivos para o sucesso do processo de ensino-aprendizagem. Naturalmente, não os desenvolveremos por não se inserirem no tema desta dissertação.

Aos quatro lugares comuns de Schwab, Novak acrescenta, e na nossa opinião com muita pertinência, a avaliação. Sendo assim, qualquer experiência educacional envolve cinco “lugares comuns”: o professor, o aluno, o currículo, o meio envolvente do sistema professor-aluno e a avaliação.

2. Alguns princípios e concepções acerca da avaliação

Um dos aspectos mais decisivos para o sucesso do ensino-aprendizagem, é a avaliação. Nos parágrafos seguintes, apresentamos uma reflexão acerca deste tema conferindo-lhe grande destaque justificativo pela importância que lhe atribuímos na melhoria da Educação. Neste domínio, uma das áreas que tem tido, nos últimos anos uma evolução muito significativa é a avaliação educativa e, neste âmbito, torna-se fundamental avaliar melhor para melhorar a aprendizagem. O paradigma cognitivista considera o processo de avaliação inseparável do contexto em que a aprendizagem decorre, e o seu principal objectivo é o conhecimento do desempenho de tarefas diversificadas de aprendizagem que envolvem o desenvolvimento cognitivo, afectivo e psicomotor. Nesta perspectiva, é fundamental avaliar continuamente os alunos, através de diversos meios entre os quais os mapas conceptuais.

A avaliação é parte integrante do processo de ensino-aprendizagem, tendo um importante papel regulador das práticas pedagógicas, das aprendizagens dos alunos e das relações com a comunidade. A avaliação exige uma prévia e clara definição do que

se pretende avaliar e dos fins pretendidos, exige a escolha de várias técnicas e instrumentos, em função dos seus objectivos e finalidades devendo potenciar os pontos fortes de cada instrumento de avaliação e minimizar ao mínimo as suas fraquezas.

A reflexão acerca deste processo é decisiva para a consecução de uma aprendizagem significativa, tal como enfatizam Graça e Valadares (1998,p. 34), segundo os quais torna-se fundamental avaliar melhor para melhorar a aprendizagem.

Após a II Guerra Mundial, assiste-se a uma grande expansão das estruturas educativas sem, no entanto, existirem grandes preocupações de responsabilização e de avaliação em virtude de o grande objectivo ser o crescimento para a recuperação face as limitações impostas pela guerra e o “esquecimento” deste grave período. Daí que alguns autores o designem por *Idade da Inocência ou da Ignorância* (Madaus e al, 1991).

A Idade da Expansão (1958-1972) é um período caracterizado por uma significativa expansão dos programas educacionais e respectiva avaliação, relacionados com as grandes reformas empreendidas pelos americanos e pelos ocidentais, em geral, como reacção do lançamento do Sputnik I pela União Soviética. As avaliações então produzidas basearam-se na abordagem proposta por Tyler, na utilização de testes normalizados, no julgamento de especialistas e na aplicação de modelos de investigação experimental. No entanto, os resultados não foram considerados animadores e começaram a surgir novas perspectivas e abordagens, pondo em causa algumas das metodologias utilizadas (Fernandes, 1992, p.5).

Madaus e al (1991) classificam o período de 1973 até ao presente de Idade da Profissionalização.

“É um período de afirmação e de institucionalização em que se assiste a um grande desenvolvimento profissional e à ampla difusão de critérios que orientam os trabalhos de avaliação. As críticas feitas aos métodos e técnicas que caracterizavam as avaliações dos períodos anteriores resultam na utilização de novas abordagens e novas tecnologias (e.g., estudos de caso, estudos naturalistas) e ao aprofundar da comunicação entre os que defendem métodos objectivos e os que advogam os métodos subjectivos” (Fernandes, 1992,p. 5).

Segundo Scriven (1994), a maior parte dos autores citados apenas se refere à avaliação de programas que constitui um dos campos de avaliação. Se nos reportarmos a um outro campo de avaliação, a avaliação das aprendizagens, verifica-se que alguns aspectos se repercutiram a nível pedagógico acompanhando a evolução das abordagens referidas. Assim, assistiu-se a um período marcado pela psicomетria onde a avaliação era encarada como uma medida,

“ (...), onde se verifica um deslocamento da avaliação de competências necessárias à progressão escolar para o interesse pelas notas-classificações e exames. Surgem então diligências cada vez mais claras no sentido de remediar a imprecisão neste domínio (...)”.
(Leal, 1992, p.27).

Tornou-se necessário, então, efectuar um estudo sistemático dos exames, em particular do sistema de atribuição de notas e do comportamento dos examinadores e examinandos. Este estudo, englobando questões de notação, deu lugar à docimologia, termo proposto por Henri Piéron (1922) para designar “o estudo sistemático dos exames”.

Podem destaca-se nesta fase três funções para a avaliação: (a) uma função classificadora; (b) uma função de certificação de competências e (c) uma função de selecção e orientação no interior dos sistemas educativos. Estas funções estão intimamente ligadas à massificação escolar e à conseqüente transformação da escola, a partir dos finais do século XIX.

A avaliação orientada para a medida é, fundamentalmente, uma avaliação de tipo sumativo. As notas são, então atribuídas e distribuídas em função do seu grau de aproximação ou de afastamento face ao discurso do professor. A classificação de um aluno dependerá então mais do professor e do grupo em que está inserido do que propriamente dos seus conhecimentos (Pinto, 1993).

Segundo Leal (1993), este modelo apresenta alguns pontos críticos: (a) a diferença das intenções na teoria e na prática, relativamente aos testes psicométricos; (b) o facto de não medirem todos os aspectos que não sejam directamente mensuráveis, nomeadamente os que se adequam ao campo qualitativo; (c) o carácter de referência

normativa da nota ou classificação ao considerar que todo o aluno é igual à partida e (d) a circunstância de o papel do professor ser uma referência.

Numa fase posterior marcada pelas concepções de Tyler, a avaliação é uma operação através da qual se determina a congruência entre a performance do indivíduo num dado momento e os objectivos definidos para esse mesmo momento. A avaliação (expressas nas notas) traduz, assim, o grau de proximidade-afastamento face aos objectivos definidos e este tipo de informação será reinvestido no processo pedagógico (Pinto, 1993). Entendendo a educação como um processo de mudança no aluno, no sentido da sua maturação e crescimento, Bloom, Hastings e Madaus (1971) estabelecem um novo entendimento a avaliação, classificando-a em três tipos: a avaliação diagnóstica, a formativa e a sumativa (Leal, 1992, p. 35).

Neste modelo pedagógico, parte-se do princípio que todos os indivíduos podem aprender. Para tal, basta organizar o ensino de modo a permitir uma individualização dos ritmos de aprendizagem em função dos objectivos claramente definidos. Assim, a avaliação (formativa) torna-se no instrumento privilegiado duma regulação contínua das intervenções e das situações didácticas (Pinto, 1993). A designação de avaliação formativa, criada por Scriven, em 1996, (Cardinet, 1986, p.14), a propósito da estruturação dos currículos e aplicada por Cronbach e Bloom (1971) à avaliação dos alunos, está intimamente ligada com a pedagogia por objectivos.

Esta pedagogia desenvolve-se em três fases nomeadamente estabelecimento do objectivo comportamental, selecção de situações de ensino-aprendizagem que permitem à aquisição pelo aluno do comportamento correspondente e, finalmente, a testagem da referida aquisição. Segundo Leal (1993), normalmente nenhuma destas fases cabe ao aluno, podendo, num entanto, as duas últimas ser da responsabilidade do professor.

Trata-se de uma avaliação que visa orientar o aluno quanto ao trabalho escolar, procurando localizar as suas dificuldades para o ajudar a descobrir os processos que lhe permitirão progredir na sua aprendizagem. A “avaliação formativa” opõe-se à “avaliação sumativa” que constitui o balanço parcial ou total de um conjunto de

aprendizagens e distingue-se da “avaliação de diagnóstico” porque não considera o aluno como um caso “ a tratar”, encarando os erros como normais e característicos de determinado nível de desenvolvimento na aprendizagem (Cardinet, 1986).

De acordo com Leal (1992), a avaliação é vista como um meio de controlo da progressão do aluno, à entrada, ao longo e à saída do sistema. Recorrendo normalmente a testes escritos, sujeito ou não a uma classificação de acordo com a modalidade de avaliação em causa, é ao professor que cabe tomar todas as decisões decorrentes das informações recolhidas (1992, p. 37).

Ainda segundo Leal (1993), “com a introdução do modelo de avaliação proposto por Bloom e al (1971), estabelece-se numa dimensão pedagógica na avaliação resultante de esta ocorrer durante o processo de ensino-aprendizagem e ter por como objectivo fundamental orientar a acção do professor”. Além desta função orientadora, a avaliação continua a ter uma função de classificação, de correcção e de certificação.

À concepção behaviorista de avaliação formativa, apresentada entre outros por Bloom e Gagné, opõe-se uma avaliação formativa numa perspectiva cognitivista de Piaget e Bruner. Numa perspectiva cognitivista, têm principal destaque os processos de aprendizagem, quer a nível da recolha de informação, quer de interpretação das informações recolhidas, ou seja, a avaliação formativa dirige-se essencialmente aos processos mentais do aluno, através de um esforço de compreender o funcionamento cognitivo face à actividade proposta. Além disso:

“ Os erros vistos anteriormente como sinais de insucesso ou de pouca rentabilidade, passam agora a ser encarados como fontes importantes de informação para o processo de ensino aprendizagem”. (Leal, 1993, p. 46).

Neste contexto, a avaliação tem uma função de regulação “formativa” porque faz parte da estratégia de formação individualizada adoptada pelo sistema de formação (Allal, 1986).

Para esta autora, a avaliação tem uma função formativa quando a sua finalidade é a de fornecer informações que permitam uma adaptação do ensino às diferenças individuais observadas na aprendizagem.

Segundo Allal (1986), a avaliação desenrola-se em três fases: (a) a recolha de informações relativas ao progresso e dificuldades de aprendizagem sentidas pelos alunos; (b) a interpretação dessas informações e, se possível o diagnóstico das razões que estão na origem das dificuldades de aprendizagem observadas no aluno e (c) a adaptação das actividades de ensino e de aprendizagem de acordo com a interpretação das informações recolhidas. Estas três etapas constituem, para Allal, a definição desta forma de avaliação em termos de acção pedagógica.

Sendo a avaliação formativa interna ao processo de ensino aprendizagem, privilegiando essencialmente os processos em vez dos produtos, dando ao aluno um papel activo na sua aprendizagem e respeitando o seu ritmo de aprendizagem, parece contraditório este conceito de avaliação com um ensino massificado, um elevado número de aluno por turma e com a exigência de longos programas a cumprir.

Segundo Berlak, citado por Fernandes (1993):

“Vive-se actualmente um momento de tensão resultante dos conflitos entre um paradigma psicométrico, que fundamenta a avaliação do tipo normativo e criterial e um paradigma contextual que considera o processo de avaliação inseparável do contexto em que a aprendizagem tem lugar e cujos principais objectivos são os processos associados ao desenvolvimento cognitivo, afectivo e moral que os alunos exibem no desempenho de tarefas diversificadas de aprendizagem”.

Fernandes (1993), citando Berlak e Kilpatrick, refere que a tendência neste domínio será uma nova teoria de avaliação com base na evolução dos referidos paradigmas.

As novas orientações, em termos de avaliação vão no sentido de considerar que esta tem carácter sistemático e contínuo, baseando na recolha, pelo professor, de dados relativos aos vários domínios de aprendizagem que evidenciam os conhecimentos e as competências adquiridas e as capacidades e atitudes desenvolvidas. Deste modo a

recolha de informação permite não só regular o processo de aprendizagem dos alunos, como também tomar decisões adequadas às respectivas necessidades e às capacidades. Ressaltam, deste modo, segundo Macintosh (1994), dois objectivos fundamentais no processo de avaliação: (a) ajudar os alunos; (b) aperfeiçoar o ensino. De acordo com este autor, esta perspectiva dá um sentido dinâmico à avaliação do próprio processo de ensino aprendizagem.

Perante as tendências apontadas pelo debate entre paradigmas, as limitações da avaliação tradicional e a necessidade de desenvolver uma avaliação mais consentânea com as mudanças curriculares e com as finalidades do ensino básico, Fernandes (1994) ressalta a importância de se estabelecerem princípios que a orientem. Deste modo, sublinha que a avaliação deve ser entendida como um meio de promover e melhorar o processo de aprendizagem dos alunos. Este autor, (1993), refere ainda a importância de “alinhar” a avaliação com o currículo e com as metodologias e estratégias utilizadas para o desenvolver, para que as tarefas de aprendizagem dos alunos possam constituir simultaneamente tarefas de avaliação, de modo a que esta faça parte integrante do ensino e da aprendizagem, assumindo assim o seu papel regulador.

A necessidade de desenvolver uma avaliação positiva através da qual os alunos tenham plenas oportunidades para demonstrarem o que podem e sabem fazer, de modo a que estes revelem e desenvolvam as competências, as atitudes e os saberes necessários à sua formação exige, segundo Fernandes (1994), não apenas uma diversificação dos métodos e dos instrumentos de recolha e de dados, como também o encontro de novas formas de estruturar a avaliação de natureza informal.

Este autor justifica a importância da diversificação dos intervenientes no processo de avaliação, não só pela grande complexidade de que se reveste, como também pela necessidade de avaliar um conjunto mais alargado de aprendizagens, referindo ainda, entre outras razões, a ênfase dada a individualização e à avaliação diagnóstica e formativa.

Em conclusão, concorda-se com a concepção de Stufflebean (1971, p.183) quando afirma que:

“ A avaliação é o processo de identificar, obter e proporcionar informação útil e descritiva acerca do valor e do mérito das metas, da planificação, da realização e do impacto de um objectivo determinado, com o fim de servir de guia para a tomada de decisões para solucionar os problemas de responsabilidade e promover a compreensão dos fenómenos implicados”.

Esta recolha de informação deverá incidir sobre os produtos e os processos de aprendizagem, tendo sempre presente a importância dos contextos onde se realiza.

A complexidade do objecto de avaliação exige que se diversifiquem os métodos e instrumentos de recolha de informação, assim como os intervenientes no processo (e.g. professores, alunos, pais).

A informação recolhida de forma cuidada e diversificada pode ser utilizada para desempenhar diferentes funções. Por um lado permite regular o processo de aprendizagem através do feedback constante fornecido, enquanto decorre o processo, ao professor e ao aluno. Cumpre assim uma função formativa de regulação que é indispensável a qualquer processo de formação e aprendizagem.

Por outro lado orienta as decisões do professor quanto ao percurso escolar do aluno, determinando, em certos momentos, a sua progressão ou retenção e desempenhando uma função sumativa pelo balanço que traduz.

Pode ainda ser utilizada para desempenhar funções de certificação quando, devido a exigências sociais, permite decidir a saída do aluno do sistema escolar.

Esta concepção de avaliação, enquanto recolha de informação útil podendo desempenhar diferentes funções, tem sido também referida por alguns autores do ensino da matemática (Abrantes, 1994; Cooney, 1993; Fernandes, 1994; Jan de Lange, 1993; Kulm, 1990; Leal, 1993, Lester e Kroll, 1990).

Pela importância que tem assumido e pelo desenvolvimento que tem apresentado, resolveu-se referir este aspecto no tema 3. “ A importância da avaliação para o progresso na Educação Matemática”.

Após uma breve referência a algumas concepções e princípios de avaliação, passamos a expor de uma forma mais resumida, os seus princípios gerais, na sua perspectiva actual, que os autores acima referidos enunciaram da seguinte forma:

1º princípio: a avaliação é parte integrante do processo de ensino-aprendizagem.

A avaliação é considerada, actualmente, um aspecto decisivo para melhorar o processo de ensino-aprendizagem e, de acordo com este ponto de vista, é importante que esteja em consonância com o currículo e com as metodologias e estratégias utilizadas para o desenvolver. As actividades de aprendizagem são simultaneamente tarefas de avaliação, o que confere a esta um importante papel regulador das práticas pedagógicas, das aprendizagens dos alunos e das relações com a comunidade.

2º princípio: a avaliação exige uma clara definição do que se pretende avaliar e dos fins pretendidos.

A prática de avaliação será tanto mais útil e eficaz quanto mais tiver em conta os objectivos a avaliar. É importante a clarificação dos resultados pretendidos com a aprendizagem, mediante a operacionalização de objectivos de curto e médio prazo. A informação sobre o progresso da aprendizagem de cada aluno conduz à selecção das actividades a desenvolver posteriormente.

3º princípio: a avaliação exige a escolha de várias técnicas e instrumentos de avaliação em função dos seus objectivos e finalidades.

O professor deve ter em conta que para cada finalidade, há um tipo de avaliação. Com base nesta ideia devem ser seleccionadas técnicas e instrumentos de avaliação relevantes e coerentes com o que se pretende avaliar e com as finalidades da avaliação.

A existência de diversos objectivos curriculares e a consideração de diferentes domínios de aprendizagem impõem uma diversificação de modos e instrumentos de avaliação visto que alguns deles não fornecem o tipo de dados pretendidos num dado momento e a informação obtida a partir de uns completa ou clarifica a que é fornecida por outros. A referida diversificação não implica a multiplicação desmesurada de formas e instrumentos de avaliação.

Mas neste esforço, frequentemente, há um problema que se coloca ao professor: a leccionação de várias turmas constituídas por vários alunos o que o obriga à escolha criteriosa das formas e instrumentos de avaliação a utilizar para evitar uma quantidade exagerada de dados. Esta situação impõe o equilíbrio entre a diversificação dos instrumentos a utilizar, e o recurso preferencial aos mais capazes de proporcionarem uma informação mais significativa e de serem mais facilmente integráveis no processo de ensino-aprendizagem.

Na elaboração dos testes, o professor deve privilegiar as questões que contemplem o domínio do significado físico dos conceitos e a respectiva aplicação em detrimento de pseudo-problemas, questões do tipo quantitativo que apelam à memorização de fórmulas.

Na avaliação ao aluno deverá ser dada a oportunidade para demonstrar o que pode e sabe fazer, através do desenvolvimento de competências, atitudes e saberes necessários à sua formação, o que exige, para além da diversificação dos métodos e dos instrumentos de recolha de dados, novas formas de avaliação de natureza informal e a prioridade à função pedagógica inclusivé da própria avaliação sumativa.

4º princípio: a avaliação deve potenciar os pontos fortes de cada instrumento de avaliação e minimizar as suas fraquezas. Nesta linha de pensamento, devemos retirar o máximo rendimento possível de cada um dos diversos instrumentos de avaliação.

5º princípio: a avaliação é um meio necessário para se obter a melhoria da aprendizagem dos alunos e não um fim em si mesmo.

A avaliação deve ter um carácter sistemático e contínuo, baseando-se na recolha, pelo professor, de dados relativos aos vários domínios de aprendizagem, destacando-se os conhecimentos e as competências adquiridas pelos alunos bem como as capacidades e atitudes por eles desenvolvidas. Na sala de aula, permite o acompanhamento sistemático da evolução cognitiva, afectiva e psicomotora do aluno.

A recolha de informação permite não só uma regulação contínua do processo de aprendizagem dos alunos, como também ajuda o professor a reflectir sobre o seu próprio ensino, fundamentando a tomada de decisões adequadas às necessidades e capacidades dos alunos. Essa informação pode ser utilizada no plano pedagógico e no plano social. No plano pedagógico, a avaliação pode ajudar os alunos e contribuir também para aperfeiçoar o ensino, perspectiva que lhe confere um sentido dinâmico, envolvendo uma permanente interacção entre a avaliação dos alunos e a avaliação do próprio processo de ensino-aprendizagem.

A avaliação na sala de aula deve privilegiar uma vertente pedagógica para ter um papel decisivo na melhoria da aprendizagem dos alunos, inclusivé no que concerne à avaliação sumativa. No plano social, a avaliação permite efectuar a acreditação do sistema de ensino e o controlo das aprendizagens que esse sistema propicia.

A importância da estrutura cognitiva do aluno na respectiva aprendizagem confere uma especial relevância ao conhecimento dessa estrutura, o qual só se consegue com uma avaliação formativa correcta. A finalidade deste tipo de avaliação, em que o aluno tem um papel activo, é de fornecer informações que permitam uma adaptação do ensino às diferenças individuais observadas na aprendizagem de cada um.

Com este modelo de avaliação, dirigido principalmente aos processos mentais do aluno em detrimento dos produtos de aprendizagem, procura-se averiguar os progressos e dificuldades de aprendizagens e as causas dessas dificuldades, entendendo-se os erros

como normais e característicos de determinado nível de aprendizagem. Daqui resulta a adaptação das actividades de ensino de acordo com as informações recolhidas.

A avaliação formativa parece em contradição com um ensino massificado, um elevado número de alunos por turma e com a exigência de longos programas a cumprir. Uma forma evoluída de avaliação formativa é a avaliação formadora. Enquanto a avaliação formativa tradicional permite aquilatar acerca do progresso da aprendizagem do aluno no decorrer desta e regulá-la externamente, a avaliação formadora valoriza a meta-aprendizagem ajudando o aluno a aprender a aprender e está muito mais voltada para a regulação por cada aluno da sua aprendizagem.

Enfatizamos que o meio envolvente, o currículo, a avaliação, o professor e o aluno influenciam – se entre si, pelo que a melhoria destes factores é fundamental no desenvolvimento da Educação.

Ao encarar-se o processo de ensino/aprendizagem em novos moldes, a noção de avaliação vai necessariamente sofrer também alterações.

Num ensino diferenciado, ensino este que, reconhecendo as diferenças, permite vários caminhos e durações diversas no processo de ensino/aprendizagem, e não uma hierarquização dos tipos de tarefas, ao longo de todo o processo de ensino/aprendizagem, a avaliação desempenha o seu papel específico e é uma das componentes de todo o sistema. Assim, recorre a medidas, mas não se esgota nelas. A partir daquelas, todo um trabalho de interpretação deverá seguir-se-lhe, a fim de atribuir significado.

“ A avaliação é contrária a suficiência de qualquer tipo de medição puramente constatativa e descritiva e interpreta medidas respeitantes a vários aspectos do comportamento, quer através das ligações que definem uma personalidade, quer em relação a factores sócio-culturais que exercem influência e solicitam respostas”

(Bartolomeis, 1977/81, p. 37).

A avaliação **formativa** tem sido aquela que mais recentemente tem sido objecto de estudo, em particular por parte dos psicólogos de língua francesa. Esta é vista no sentido de um processo perfeitamente integrado no que vai ocorrendo durante o processo de aprendizagem. Deste modo, o professor deve estar atento ao processo e estratégias utilizadas por cada aluno, a fim de lhe ser possível fornecer uma orientação no decurso da aprendizagem e não uma actuação a posteriori.

Outra característica que distingue a avaliação formativa da apresentada por Bloom et al. (1971) é que ela se dirige essencialmente aos processos mentais do aluno, através de um esforço de compreender o funcionamento cognitivo face à actividade proposta. A referida compreensão, as representações por ele feitas sobre a tarefa apresentada, as estratégias seguidas e ainda as razões dos erros cometidos são as informações primordialmente determinantes neste tipo de avaliação.

Os erros vistos anteriormente como sinais de insucesso ou de pouca rentabilidade, passam agora a ser encarados como fontes importantes de informação do processo de ensino/aprendizagem. Para que tal aconteça de facto, é contudo preciso garantir que o mesmo seja vivido como um fenómeno natural.

Ainda, a fim de valorizar os processos a interacção entre professor e aluno dever-se-á dirigir não no sentido de facilitar a obtenção de uma resposta correcta, mas, acima de tudo, propor novos desafios que possibilitem ou favoreçam o crescimento do próprio aluno.

Uma avaliação formativa correcta deve fornecer informações que permitam uma adaptação do ensino às diferenças individuais observadas na aprendizagem. Com ela procura-se averiguar os processos e dificuldades de aprendizagem e as causas dessas dificuldades daqui resultando a adaptação das actividades de ensino de acordo com as informações recolhidas. Enquanto a avaliação formativa permite aquilatar acerca do progresso da aprendizagem do aluno no decorrer desta, a avaliação formadora valoriza a meta aprendizagem ajudando o aluno a aprender a aprender.

Segundo Abrecht (1991) a avaliação formativa deverá abrir-se à diversidade dos diferentes processos de aprendizagem, à extensão, diversidade e pluralidade dos percursos e ao imprevisto, lateral e inesperado. A avaliação formativa será um instrumento de auxílio tanto mais eficaz quanto essa ajuda for pertinente e multidireccional. Segundo Allal (1979/86), a avaliação formativa desenrola-se em três etapas fundamentais: a recolha de informações relativas ao progresso e dificuldades de aprendizagem sentidos pelos alunos; a interpretação dessas informações e, se possível, o diagnóstico das razões que estão na origem das mesmas; e, finalmente, a adaptação das actividades de ensino e de aprendizagem de acordo com a interpretação das informações recolhidas. As três etapas descritas constituem, para a sua autora, a definição desta forma de avaliação em termos de acção pedagógica.

Note-se que, para Allal (1979/86), um ensino diferenciado não é sinónimo de trabalho individual, estando previstas situações, quer de trabalho de grupo, quer individual, quando de recolha de informações sobre os processos de aprendizagem.

“A regulação das actividades de aprendizagem será frutuosa, de um ponto de vista cognitivista, se o professor conseguir estabelecer uma dialéctica constante entre as observações dos processos de aprendizagem e as suas acções de intervenção nestes processos”
(Allal, 1979/86), p.188).

No que diz respeito à avaliação sumativa, esta não deverá ser comparativa, a fim de evitar “avaliar o que o aluno sabe a partir do que sabem os outros” (Cardinet, 1988, p.14). Por outro lado, ela deverá dar conta daquilo que os alunos adquiriram, mais do que eles ignoram. “Se se pretende valorizar as aquisições, importa então juntar todas as informações que permitem evidenciá-las” (Cardinet, 1988, p. 14). É neste sentido que vários autores (Hein, 1980; Cardinet, 1988; NCTM, 1989) apontam para um dossier com trabalhos dos alunos realizados ao longo dos anos (designado por “portfólio”) a fim de que as informações transmitidas de professor para professor não acarretem consigo um conjunto de significados que apenas aquele que os atribui entende na sua totalidade. Cardinet (1988) sugere mesmo que a avaliação deverá, tanto quanto possível, ser

descritiva, considerando-a como a única compatível com uma relação de ajuda por parte do professor.

Mais do que estabelecer a comparação entre o comportamento do aluno em termos de modelo do professor ou de objectivos previamente fixados, a avaliação significa examinar o grau de adequação entre um conjunto de índices que se podem extrair de produções de alunos com critérios estabelecidos pelo professor, tais como, originalidade, organização, argumentação. “ A avaliação poderá ser figurada pela acção de um ‘comparador’, que relaciona uma produção escolar com um modelo de referência, inscrito nas estruturas cognitivas do sujeito” (Pinto, 1989, p. 23). Este modelo constitui-se anteriormente à tarefa e pode modificar-se à medida que esta é executada.

Não se pense, contudo, que a avaliação. Embora a preocupação de que a avaliação assuma também funções pedagógicas não tenha surgido com este modelo, é, no nosso entender, nele que de facto ela assume a sua mais ampla dimensão. A avaliação formativa, como anteriormente foi referido, desempenha uma verdadeira função de regulação do processo de ensino/aprendizagem. Não mais é vista como o meio de assegurar a articulação entre as características das pessoas em formação com as do sistema de formação, mas antes o “de assegurar que os meios de formação propostos pelo sistema estejam adaptados às características dos alunos “(Allal, 1979/86, p. 177). “Instruir não é seleccionar, pelo contrário, é fazer um esforço para que todos tenham sucesso” (Bartolomeis, 1977/81, p.29).

A avaliação deixa de ter como único agente o professor. O aluno é também chamado a desempenhar um papel na própria avaliação. A ele lhe é atribuído o direito e o dever de avaliar o que faz, de ajuizar se os meios escolhidos são adequados ao que se pretende sendo para tal necessário que os conheça na sua totalidade. Assim, um sentido de responsabilização é partilhado, permitindo, segundo acreditamos, a desdramatização e o anulamento do habitual ambiente de ansiedade e angústia a que o acto de avaliar se encontra tantas vezes associado.

Em síntese, embora a avaliação continue a desempenhar a função de classificação, selecção e certificação que a própria estrutura do sistema educativo impõe, nasce uma nova, função reguladora, cujo peso de importância se sobrepõe à já existente.

. Começemos por salientar os aspectos que consideramos como primordialmente positivos no modelo que se acabou de descrever: (a) de uma fragmentação do saber, passou-se a considerar critérios, isto é, os objectivos específicos foram substituídos pelos gerais; (b) dar ênfase aos processos, não encarando como primordial o respeito pela hierarquização dos níveis de saber; (c) em vez de um esquema rígido e estável, defende-se a adequação, sempre que necessário, do que inicialmente foi previsto, a construção a par e passo do caminho a seguir e não o respeitar de um contexto já organizado; (d) o chamar o aluno para um papel activo e determinante no processo de avaliação e ainda (e) atender e respeitar as diferenças de cada indivíduo.

No entanto, e tal como já acontecia com os modelos anteriormente descritos, também este levanta algumas dúvidas e questões. Do que acabou de se expor ressalta a complexidade da tarefa proposta. Este modelo dificilmente se adequa a um ensino massificado. Como poderá o professor com a estrutura que o próprio sistema de ensino apresenta, nomeadamente no que diz respeito ao número de alunos por turma, a forte rigidez de uma carga horária que se não compadece que, ao fim de 90 minutos, o aluno mude de professor e de actividade, a um programa normalmente demasiado extenso para cumprir, ser capaz de levar avante o que se propõe relativamente a uma avaliação formativa assente num ensino diferenciado? Como evitar que uma avaliação sumativa recorra a uma escala de valores, se tal está estabelecido por lei? Apenas podemos afirmar que tendo consciência dos seus riscos e limitações, devemos desenvolver esforços multidireccionais para os minimizar, estando contudo certos de não os podermos anular.

Uma última chamada de atenção deve ser apresentada. Diz respeito ao risco de se cair numa não crítica do novo modelos, pela procura de soluções aos problemas existentes ou pelo enalço de uma última moda. O nosso passado recente – introdução

do modelo de avaliação segundo Bloom et. al. (1981) – é bem testemunha dos perigos para que se alerta.

A forma de avaliação formativa que fortalece esse papel regulador e fomentador da aprendizagem chama-se **avaliação formadora**. O interesse desta versão é ter em conta, de modo bastante amplo, a situação de ensino/aprendizagem e tentar articular, precisamente, as fases essenciais da aprendizagem, em função da eficácia pedagógica.

O desvio terminológico de avaliação “formativa” para avaliação “formadora” (termo sugerido, de início, por G.Scallon, do Quebec) tem como propósito centralizar a perspectiva na “regulação assegurada pelo próprio aluno”, distinguindo-se da avaliação formativa, cuja regulação diz respeito, sobretudo, às estratégias pedagógicas do professor”. (J.J. Bonniol, 1986, p. 126).

Também G. Nunziati (1988 b) esclareceu esta mudança, especificando ainda o projecto teórico global de tal forma de avaliação:

Em Aix-en-Provence fala-se de avaliação formadora, e não apenas formativa, porque queremos, para lá das técnicas de medição ou definição de objectivos, chegar a um diagnóstico pedagógico muito mais amplo, e que leve o maior número de alunos a ter sucesso. Queremos fazer da avaliação não simplesmente um instrumento de controlo, mas um instrumento de formação, de que o aluno disponha para atingir os seus objectivos pessoais, e construir o próprio percurso de aprendizagem. (p. 92).

As mudanças operadas na prática pedagógica, por esta perspectiva de avaliação, são consideráveis e, há que dizê-lo, ultrapassam muito o quadro de uma simples adaptação integrada no ensino. “A avaliação formadora, escreve G. Nunziati (1988 a) pode, a duplo título, conceber-se como via didáctica”:

- a análise prévia da tarefa a realizar (ou, se se preferir do produto acabado a que se chegou), que constitui um momento forte no dispositivo da avaliação formadora, isola os processos específicos das tarefas, em termos de diligências a efectuar, de lógica de execução, mas também de instrumentos disciplinares próprios para as operações de análise, de síntese e de avaliação, sem esquecer os suportes em

que se exercem, nem os objectivos de tratamento a que se subordinam;

- via didáctica, também, porque faz do domínio, por parte do aluno, dos instrumentos de avaliação do professor, a pedra angular da construção da metacognição. A auto-avaliação ultrapassa o estágio do simples exercício de auto controlo. (p. 377)

Apropriação dos alunos dos objectivos e critérios da avaliação

Os principais objectivos visados pela perspectiva de avaliação formadora defendida por G. Nunziati (1988 a) são os seguintes:

- apropriação, pelos alunos, dos objectivos e critérios dos professores leva à formação de uma ideia concreta dos fins a atingir e cria condições para a auto-avaliação a;
- domínio, por parte de quem aprende, dos processos de planificação prévios e de orientação da acção;
- a gestão de erros dos erros, no quadro de autocorreção;

A regulação torna-se então, essencialmente, obra do aluno. (P. 378)

Apropriação, auto-avaliação, autocorreção: o cuidado em implicar o aluno é uma constante.

A apropriação dos objectivos deve fazer-se a dois níveis ou, mais precisamente, em dois planos: o objectivo da tarefa, que contém em si uma ideia do resultado que será ameaçado aquando da conclusão da actividade pelo aluno (cactividade essa que terá de realizar-se com todo o rigor); os objectivos da aprendizagem, que deviam ser também assimilados, através da intervenção dos mecanismos cognitivos no decurso da actividade.

A noção de critério é, para nós, menos clara. Quer aparece como norma (Nunziati, 1984, p. 24), quer se parece mais como um ponto de vista sobre a aprendizagem.

A teoria da avaliação formadora distingue dois tipos complementares de critérios, *critérios de realização* e *critérios de sucesso*, como se verifica na seguinte

apresentação, em forma de resumo, da responsabilidade de M.P. Vial (1987 b, p. 16) distinguindo:

- 1- Critérios relativos à realização, como resposta à questão: “Que devo fazer para fabricar este produto? A que operações mentais, a que acções devo sujeitar os instrumentos, os saberes e as noções de que disponho?”
- 2- Critérios relativos ao sucesso, como resposta à questão: “Como saber se a operação foi bem feita, se apenas se olhar para o produto? Como saber se o produto é bom?”

De uma forma bastante sucinta, poder-se-á dizer que a avaliação formadora termo utilizado por esta corrente, é a actividade de avaliação por excelência. A regulação externa, aquela que é levada a cabo pelo professor, tem apenas uma função de ajuda, mas não é determinante para a aprendizagem, uma vez que:

- O itinerário da aprendizagem do aluno bem como os seus procedimentos não seguem, necessariamente, a lógica do professor, considerando como um perito;
- O dizer do professor não garante a apropriação, por parte do aluno dos conhecimentos “e saber fazer”;
- A ultrapassagem dos erros só pode ser feita por aqueles que os cometem, e não por aqueles que os assinalam, uma vez que as lógicas de funcionamento são diferentes.

Deste modo, o problema não está na questão de considerar ou não a auto-avaliação, uma vez que ela é intrínseca a qualquer acção, mas sim, levar o aluno a construir uma instância avaliativa correcta. Para tal, Nunziatti (1988) sugere como determinante e desejável que o aluno se aproprie dos instrumentos de avaliação do professor.

3. A importância da avaliação para o progresso na Educação Matemática

“Se os testes de papel e lápis forem a única estratégia para obter informações, os professores não ficarão a saber muito acerca da compreensão matemática dos seus alunos.” (NCTM, 1994, p. 64, Normas Profissionais para o Ensino da Matemática).

A avaliação em educação matemática deve obedecer aos princípios atrás enunciados, uma vez que as tendências actuais do ensino da matemática vão no sentido de valorizar as capacidades de resolver problemas, de raciocinar e de comunicar valorizando os processos, a realidade da escola e os contextos. A avaliação em educação matemática tem assim uma função predominantemente formativa/formadora o que implica a utilização de instrumentos diversificados e uma regulação constante do processo ensino-aprendizagem.

Segundo Leal (1993), “ A Educação Matemática tem vindo, nos últimos tempos, a introduzir nos seus princípios e objectivos novas preocupações, novas linhas de acção e de entendimento, quanto à importância do que deve ser e sobre o que deve incidir o ensino e a aprendizagem da Matemática” (p. 62). Ainda segundo esta autora contribuíram para esta mudança novas maneiras de encarar: (a) a natureza da Matemática; (b) o papel da Matemática; (c) a sociedade; as novas tecnologias; (e) uma nova concepção de aprendizagem como um processo construtivo e (f) o saber.

A definição de novos objectivos para a sociedade e para o aluno originaram assim mudanças profundas nas perspectivas sobre a importância e o papel da Matemática.

A este propósito Fernandes (1993) refere:

“Ensinar e aprender matemática nas escolas terá cada vez mais a ver com as formas como a utilizamos no dia-a-dia. O desenvolvimento das capacidades de resolução de problemas e de comunicação dos alunos são aspectos cada vez mais pertinentes. A matemática de cálculos rotineiros tende a ser substituída por uma matemática mais directamente ligada com a vida ou seja, a formação em matemática dos estudantes não deve ficar pela memorização de regras, conceitos e procedimentos. Pelo contrário, os alunos devem ser estimulados a procurar/investigar processos de solução, a explorar padrões e a formular hipóteses. Deseja-se que, nas salas de aula, os alunos tenham possibilidade de trabalhar em pequenos grupos ou individualmente para desenvolverem projectos e resolverem situações problemáticas. Para tal deverão ter acesso a materiais manipulativos, a calculadoras, a computadores e a um conjunto de referências bibliográficas de apoio fornecidas pelo professor.” (p. 10-11).

Deste modo e de acordo com as normas para o Currículo e a Avaliação da Matemática Escolar (1991), espera-se que o aluno aprenda a dar valor à matemática, se torne confiante nas próprias capacidades, se torne apto a resolver problemas de matemática, aprenda a comunicar e ainda a raciocinar matematicamente. Naturalmente que a esta mudança na Educação Matemática deverão corresponder profundas alterações no domínio da avaliação; (Cooney, Badger e Wilson, 1993; De Lange, 1993; Lester e Kroll, 1990; NTCM, 1991; Webb, 1993).

Para Cooney e al. (1993) é imperativo que a avaliação faça parte integrante do ensino. Para estes autores, o que é avaliado e como é avaliado são indicadores fundamentais para os alunos, daquilo que o professor considera importante, devendo as tarefas de aprendizagem constituir tarefas de avaliação. Deste modo uma tarefa de avaliação adequada deverá envolver matemática significativa, poder ser resolvida utilizando diversos caminhos, promover a comunicação por parte dos alunos e procurar encorajar estes para uma análise crítica dos problemas.

De Lange (1993) sublinha a importância de a avaliação se fazer com a intenção de melhorar a aprendizagem. Este autor refere ainda que os métodos de avaliação devem permitir ter acesso ao que o aluno sabe (testagem positiva), e não traduzirem fundamentalmente o que o aluno não sabe e aponta ainda como aspectos a considerar: (a) o facto das tarefas propostas aos alunos deverem operacionalizar na medida do possível todos os objectivos e (b) as novas formas de avaliação desenvolvidas serem aplicadas numa prática de sala de aula.

Nas “Normas para o Currículo e a avaliação Matemática Escolar (1991)” são indicadas algumas das características que mais se distanciam da prática corrente dos professores, e que poderão constituir indicadores para a referida mudança. Deste modo as Normas sublinham alguns aspectos, nomeadamente: (a) as formas e instrumentos de avaliação da aprendizagem dos alunos devem ser compatíveis com as finalidades, objectivos e conteúdos matemáticos, tal como com as abordagens e actividades de ensino; (b) as decisões respeitantes à aprendizagem do aluno devem ter por base

informações convergentes recolhidas através de fontes diversas; (c) as formas e instrumentos de avaliação devem ser recolhidos de acordo com o tipo de informação que se pretende obter; (d) a avaliação da capacidade dos alunos em comunicar matematicamente deve provar que eles são capazes de expressar ideias matemáticas oralmente, por escrito, através de demonstrações ou de forma visual e (e) a avaliação da capacidade dos alunos em utilizar a matemática na resolução de problemas deve provar que eles são capazes de pôr em prática estratégias diferenciadas para resolver problemas, verificar e interpretar resultados e ainda generalizar soluções.

Webb (1993) refere que a concepção de avaliação incluída nas Normas para o Currículo e a Avaliação em Matemática Escolar apresenta a avaliação como um processo no qual o professor tenta compreender o significado que os alunos atribuem às ideias respectivas, presentes nos diálogos que têm com os professores durante o processo de ensino. Ainda segundo este autor, uma das implicações deste facto, é a avaliação estática, por testes, com incidência em apenas alguns momentos do processo ensino-aprendizagem.

Também nos *Assessment Standards for School Mathematics* (1993) se enunciam alguns princípios para a avaliação da matemática escolar, nomeadamente, (a) a avaliação deve reflectir a matemática que é mais importante os alunos aprenderem; (b) a avaliação deve favorecer a aprendizagem da matemática; (c) a avaliação deve promover igualdade, dando a cada aluno oportunidades para aprender matemática; (d) todos os aspectos da avaliação em matemática devem ser abertos a estudantes, a professores e ao público em geral; (e) os resultados obtidos nas diferentes actividades devem corresponder à aprendizagem dos alunos em matemática e (f) todos os aspectos da avaliação devem ser consistentes com os objectivos da avaliação.

A avaliação é então um importante instrumento para compreender os conhecimentos que os alunos vão construindo, os significados que eles atribuem às ideias matemáticas, e os progressos que eles vão realizando. O papel do professor terá forçosamente de mudar para acompanhar a “nova” ênfase atribuída à avaliação. As Normas Profissionais para o Ensino da Matemática (1994) descrevem o professor como

protagonista de um discurso, oral e escrito, que contribui para o desenvolvimento da compreensão dos alunos.

Deste modo, é fundamental ter em conta a formação dos professores, inicial e contínua, que constitui um espaço privilegiado para essas mudanças poderem vir a ter lugar. Os professores deverão, assim, ter oportunidade de analisar o seu próprio método de ensino e de avaliação, e debatê-los com outros colegas no sentido de favorecer um ensino-aprendizagem-avaliação que envolva os alunos num discurso matemático alargando a sua compreensão de conceitos, procedimentos e conexões matemáticas, e ainda que amplie a compreensão quanto à resolução de problemas, bem como à capacidade de raciocinar e comunicar matematicamente por parte dos alunos.

Para Kulm (1992), a avaliação da aprendizagem dos alunos deve estar de acordo com os objectivos e padrões que são valorizados não só pela comunidade matemática como também pela Sociedade, através de um processo conjunto.

Do que atrás foi referido parece ressaltar que, de acordo com as Normas para o Currículo da Avaliação Matemática Escolar (1991), as novas tendências da avaliação vão no sentido de que: (a) a avaliação seja parte integrante do processo de ensino; (b) sejam utilizados múltiplos meios de avaliação e (c) sejam avaliados todos os aspectos do conhecimento matemático e respectivas interligações.

A necessidade de uma nova abordagem de avaliação é ressaltada por Romberg, Zarinnia e Collis (1990), que sublinham igualmente a importância desta mudança num momento de Reforma Curricular que dê ênfase à resolução de problemas, à comunicação, ao raciocínio e à interpretação.

Vivendo-se presentemente, em Portugal, um período de Reforma Curricular, e dando os Novos Programas de Matemática, especialmente até o 3º ciclo, grande ênfase à resolução de problemas e situações problemáticas, conforme já referido no ponto anterior, torna-se fundamental que o sistema de avaliação dos alunos acompanhe, ou mesmo integre, o respectivo sistema de ensino-aprendizagem. Deste modo, a avaliação

de resolução de problemas constitui um assunto de grande importância no desenvolvimento e na implementação dos novos Currículos:

4. Análise das dificuldades na aprendizagem da matemática e estratégias motivadoras para que os alunos as ultrapassem

Antes de quaisquer outras considerações, fazemos uma breve abordagem acerca da disciplina de matemática, das metodologias utilizadas para o seu ensino e em contextos mais específicos da sua aprendizagem. Esta análise realça sobretudo os seus elementos curriculares e as suas metodologias de ensino específicas.

Num estudo realizado junto de alunos dos 7º e 9º anos de escolaridade Mourão e colaboradores (1993) concluíram que: (1) o desempenho na matemática de alunos com fraco rendimento nessa disciplina não aparecia fortemente associado aos resultados obtidos nas provas psicológicas (cognitivas e cognitivo-motivacionais) que lhes haviam sido aplicadas¹; (2) a capacidade preditiva das variáveis psicológicas era maior junto dos alunos com bom desempenho na matemática; (3) o maior problema dos alunos mais fracos residia na falta de conhecimentos específicos da matemática (falta de bases).

As lacunas a nível de conhecimento básicos constituem um problema grave que, não sendo resolvido atempadamente, pode tornar irreversível a situação. A não compreensão de um conceito leva à não compreensão do seguinte e a impossibilidade de acompanhar o ritmo de ensino do professor (Mourão et al., 1993).

O desenrolar do processo da “ falta de bases” parece claro, mas a sua génese e o facto de não ser remediado necessita ser esclarecido. Se as variáveis psicológicas consideradas no referido estudo não conseguem explicar de forma satisfatória o baixo rendimento de muitos alunos, faz sentido perguntar:

- Será que tem tido na devida conta que a Psicologia tem as suas leis e que a vida nem sempre responde de imediato às exigências do nosso pensamento? (Mialaret, 1975)

- Que aspectos particulares oferece a matemática que a tornam tão difícil de aprender para muitas pessoas? (Orton, 1990)

- Porque é que o ensino da matemática é tão pouco satisfatório nos nossos dias?
(Silva, 1991)

Nas várias leituras que têm sido feitas das dificuldades dos alunos na aprendizagem e na realização de tarefas matemáticas, têm sido apresentadas respostas para estas questões. Assim, para alguns autores, essas dificuldades são devidas às metodologias de ensino aplicadas por alguns professores (mais expositivas ou distantes da realidade psicológica dos alunos), aos materiais usados e à respectiva exploração (ou à falta deles) ou até a não adequabilidade dos currículos ou ao simples desrespeito dos ritmos e diferenças individuais na aprendizagem. Para outros é necessário ter em conta os obstáculos relacionados com a estrutura lógica das matemáticas, bem como a sua linguagem e simbologia. Para outros, ainda, a partir de certo nível, a “falta de bases” (as lacunas de conhecimentos anteriores) não permite fazer face a aprendizagem de novos conceitos.

¹. CALC – prova relacionada com a velocidade e a acuidade do cálculo;

NR - prova de raciocínio numérico (série de números a completar);

QDA- escala de avaliação do desânimo aprendido;

QAE- escala de avaliação de auto-eficácia;

LOC- escala de avaliação do locus de controlo;

ATR- escala de avaliação das atribuições causais;

ATM- escala de avaliação da ansiedade na matemática

Se tivermos em conta que nos debatemos com um elevado número de alunos com insucesso escolar, alunos com necessidades educativas especiais, de características e causas múltiplas, e reflexos negativos ao nível dos comportamentos e aprendizagens, esta situação torna-se um imperativo de consciência e faz aumentar a preocupação dos professores.

Portugal continua a revelar uma baixa percentagem de êxito escolar. E fala-se muito de insucesso, mas na verdade este não é um exclusivo da Matemática, muito embora seja mais visível nesta disciplina.

“O insucesso na disciplina de Matemática abarca, em Portugal, largas camadas da população estudantil pelo que é um problema que exige esforços de todos aqueles que, de alguma forma, estão ligados ao ensino da Matemática, no sentido da implementação do seu sucesso (Inácio 1986, citado por Mário Melfe, pág. 22, 1998) ”.

Este insucesso começa a ser preocupação de toda a sociedade e, em particular, dos professores de Matemática. Este problema torna-se mais grave se tivermos em conta que tal situação origina, em muito jovens, uma grande desmotivação para a aprendizagem em geral e uma perda de autoconfiança (Mário Melfe, pág. 23, 1998).

Mas afinal o que é o “insucesso escolar”? Esta é uma palavra utilizada no âmbito do sistema de ensino aprendizagem, geralmente para caracterizar fraco rendimento escolar dos alunos que, por razões de vária ordem, não puderam alcançar resultados satisfatórios no decorrer ou no final de um determinado período e como resultado não obtiveram aprovação.

Vários estudos foram levados a cabo por pedagogos, psicólogos e outros investigadores a respeito dessa temática e chegou-se a conclusão que as causas que o determinam provém de vários factores, como o ambiente social dos alunos, a estrutura escolar e as características individuais do próprio aluno. Mas chega de procurar as causas do insucesso, o insucesso pode efectivamente ser causado por uma das variáveis apontadas de forma isolada ou também por todas elas simultaneamente, mas são as causas do sucesso que devemos promover para eliminar o insucesso (Pessoa, 2003).

Ao longo do percurso académico da criança esta experimenta vários bloqueios na compreensão da matemática, seja em que conteúdo for. Estes bloqueios geram por vezes ansiedade em relação à matemática. O sucesso em Matemática exige destrezas tanto ao nível da computação como na resolução de problemas. No entanto, este só é possível se

o aluno se sentir motivado e atento à aprendizagem. Motivar os alunos que já experimentaram o insucesso na escola e em outros contextos é uma tarefa árdua.

O insucesso escolar na disciplina de Matemática é um tema que, pela sua dimensão social, não só preocupa a classe docente como também constitui preocupação de toda a sociedade. Esta preocupação justifica-se pelo facto de a Matemática estar presente no dia-a-dia de cada um de nós, de ser uma linguagem universal.

Atendendo que a Matemática é o instrumento de acesso a múltiplos conhecimentos nas diversas áreas disciplinares, o insucesso na mesma é extremamente grave. Segundo Vieira (2001, pag.7), todas as pessoas reconhecem a Matemática como uma disciplina “ muito importante para qualquer currículo do ensino obrigatório”. No entanto o grau de importância dado difere, por um lado pela sua utilidade prática para o desempenho de algumas profissões e por outro, porque desenvolve capacidades bem como o raciocínio para a resolução de problemas.

Assim, a matemática constitui um património cultural, tal como a arte, a literatura... e cuja apropriação é um direito de todos. A educação matemática deve contribuir para que os alunos se tornem indivíduos não dominados e independentes – mas sim livres, competentes, críticos, confiantes e criativos (Vieira, 2001).

A aprendizagem de matemática deve estimular a curiosidade e desenvolver a capacidade do aluno para formular e resolver problemas que contribuam para a compreensão, apreciação e poder de intervenção no universo que os rodeia (Vieira, 2001).

“ São muitos os factores específicos de que depende o sucesso: quer se queira quer não, encontram-se no aluno individual muitas dificuldades psicológicas que o comprometem ou impedem. A questão reside em saber como potenciar as capacidades e não apenas o saber como diagnosticar as deficiências que as crianças vivem nas suas classes escolares (Maria Leal, pág. 50, 1988) ”.

O insucesso escolar é fortemente afectado pela forma como o aluno permanece na aula, isto é, a sua atitude em termos de interesse. A quebra de atenção devido a sucessivos acontecimentos perturbadores diminui bastante a eficácia do sucesso (Vieira, 2001).

Assim, deveremos ter em mente a possibilidade de se criarem condições ou situações diversificadas e motivadoras, ao nível da matemática, com vista a combater e travar o insucesso escolar registado nesta área.

Para isso ter-se-á de demonstrar que a matemática é uma disciplina agradável, divertida, criativa e muito útil. Ao mesmo tempo, tentar relacioná-la com os quotidianos reais da escola, da família, da comunidade e, por conseguinte, do bem-estar da sociedade.

A aplicação de avaliação formativa/formadora na sala de aula dá uma nova dinâmica ao estudo da matemática. Sendo um trabalho de pares, onde a interacção é uma prática constante, e onde os alunos trabalham em grupo partilhando opiniões num debate grupo/turma, resolvendo, justificando e formulando questões, os bons alunos poderão arrastar consigo outros alunos menos bons que, a pouco e pouco podem ganhar motivação e hábitos de estudo, com vista a criarem apetência, para enfrentarem, duma maneira interactiva, uma disciplina séria e bastante importante na vida futura destes jovens.

Neste tipo de trabalho de pares, em que o aluno tem um papel activo leva muitos alunos à participação, contribuindo as suas respostas ou soluções para, tempos mais tarde, eles observarem os seus progressos ou sucessos. Pensamos que estes trabalhos não se dirigem exclusivamente à exploração de conteúdos matemáticos, mas favorecem igualmente, a concentração, o raciocínio, o cálculo, a discussão e a destreza matemática, tão necessária ao arranque de novas etapas no estudo desta disciplina.

5. A avaliação formativa/formadora, como contributo para a facilitação da aprendizagem da matemática

Como preocupação metodológica, e tratando-se de alunos com particulares dificuldades na matemática, procura-se diversificar as estratégias aplicando-se uma avaliação formativa/formadora.

Procura-se dar a conhecer que na avaliação formativa, o professor deve estar atento ao processo e estratégias utilizadas por cada aluno, a fim de lhe ser possível fornecer uma orientação no decurso da aprendizagem e não uma actuação a posteriori. Uma forma evoluída de avaliação formativa é a avaliação formadora. Enquanto a avaliação formativa tradicional permite aquilatar acerca do progresso da aprendizagem do aluno no decorrer desta e regulá-la externamente, a avaliação formadora valoriza a meta-aprendizagem ajudando o aluno a aprender a aprender e está muito mais voltada para a regulação por cada aluno da sua aprendizagem.

O desejo de realizar actividades diferentes, longe do velho sistema das aulas rotineiras, das enormes turmas em salas de pequenas dimensões, dos programas oficiais extensos e por vezes desarticulados, e da conseqüente e inevitável avaliação no final do ano lectivo, tem contribuído e levado muitos professores a procurarem uma outra relação professor-aluno, num contexto bem diferente daquele que hoje começa a ficar um tanto gasto por ser tantas e tantas vezes rebatido. Nesse sentido, torna importante criarem-se actividades onde a matemática se apresenta com outra dinâmica e nos aparece como um elemento mais vivo.

Para isso, resolveu-se que a metodologia a aplicar dependeria mais dos interesses dos alunos, deixando para trás as imposições exteriores, onde a avaliação não actuava, como forma de atribuir exclusivamente ao aluno o papel de regulação das suas aprendizagens.

De certo modo, o que importa sublinhar é que a avaliação formativa pressupõe uma partilha de responsabilidades entre alunos e professores em matéria de avaliação e

de regulação das aprendizagens. Obviamente, os professores terão um papel que é, ou deve ser, preponderante em aspectos como a organização e distribuição do processo de feedback, enquanto os alunos terão uma evidente preponderância no desenvolvimento dos processos que se referem à auto-avaliação e à auto-regulação das suas aprendizagens.

No fundo, nesta acepção procura-se uma certa articulação entre os contributos da literatura francófona, cujo conceito central é a regulação dos processos de aprendizagem e em que a avaliação formativa é vista como uma fonte de regulação, e os da literatura anglo-saxónica que destacam claramente a relevância do feedback, o seu papel no desenvolvimento da avaliação formativa e, conseqüentemente, na melhoria das aprendizagens (e.g., Black & Willian, 1998a; Perrenoud, 1998a, 1998b).

Os estudantes encontram na aula onde se aplica avaliação formativa/formadora, oportunidades para demonstrarem os seus interesses pelo estudo da Matemática, trabalhando em grupo e partilhando opiniões num debate grupo/turma, discutindo ideias apresentadas, conferenciando, participando em projectos e outras actividades de interesse no campo dos estudos matemáticos.

Como preocupação metodológica, e tratando-se de alunos com particulares dificuldades na matemática, procura-se diversificar as estratégias aplicando-se uma avaliação formativa/formadora.

Procura-se, assim, uma metodologia no processo de ensino-aprendizagem que, aplicado na própria sala de aula, permite leccionar de uma forma algo diferente esta unidade temática, numa perspectiva de recuperação de alunos com baixos rendimentos na disciplina.

A importância da estrutura cognitiva do aluno na respectiva aprendizagem confere uma especial relevância ao conhecimento dessa estrutura, o qual só se consegue com uma avaliação formativa correcta. A finalidade deste tipo de avaliação, em que o aluno tem um papel activo, é de fornecer informações que permitam uma adaptação do ensino às diferenças individuais observadas na aprendizagem de cada um.

Com este modelo de avaliação, dirigido principalmente aos processos mentais do aluno em detrimento dos produtos de aprendizagem, procura-se averiguar os progressos e dificuldades de aprendizagens e as causas dessas dificuldades, entendendo-se os erros como normais e característicos de determinado nível de aprendizagem. Daqui resulta a adaptação das actividades de ensino de acordo com as informações recolhidas.

Procura-se dar a conhecer que na avaliação formativa, o professor deve estar atento ao processo e estratégias utilizadas por cada aluno, a fim de lhe ser possível fornecer uma orientação no decurso da aprendizagem e não uma actuação *a posteriori*. Uma forma evoluída de avaliação formativa é a avaliação formadora. Enquanto a avaliação formativa tradicional permite aquilatar acerca do progresso da aprendizagem do aluno no decorrer desta e regulá-la externamente, a avaliação formadora valoriza a meta-aprendizagem ajudando o aluno a aprender a aprender e está muito mais voltada para a regulação por cada aluno da sua aprendizagem.

A aplicação de avaliação formativa/formadora na sala de aula dá uma nova dinâmica ao estudo da matemática. Sendo um trabalho de pares, onde a interacção é uma prática constante, e onde os alunos trabalham em grupo partilhando opiniões num debate grupo/turma, os bons alunos poderão arrastar consigo outros alunos menos bons que, a pouco e pouco podem ganhar motivação e hábitos de estudo, com vista a criarem apetência, para enfrentarem, duma maneira interactiva, uma disciplina séria e bastante importante na vida futura destes jovens.

Neste tipo de trabalho de pares, em que o aluno tem um papel activo leva muitos alunos à participação, contribuindo as suas respostas ou soluções para, tempos mais tarde, eles observarem os seus progressos ou sucessos. Pensamos que estes trabalhos não se dirigem exclusivamente à exploração de conteúdos matemáticos, mas favorecem igualmente, a concentração, o raciocínio, o cálculo, a discussão e a destreza matemática, tão necessária ao arranque de novas etapas no estudo desta disciplina.

Por outro lado, a aplicação da avaliação formativa/formadora permite, criar pontos de interesse susceptíveis de envolverem os alunos num processo de aprendizagem e de

realização de contornos mais delimitados e “controlados” pelos próprios alunos. Alguns sentimentos pessoais de controlo das situações, de autonomia e de capacidade para uma realização bem sucedida das tarefas podiam ser introduzidos desta forma.

CAPÍTULO IV – CONCEITOS ESSENCIAIS QUE SERVIRÃO DE SUPORTE À COMPONENTE METODOLÓGICA DA PESQUISA

Em qualquer trabalho de investigação importa clarificar os conceitos essenciais utilizados de modo a não deixar margem para ambiguidades. Antes de apresentarmos a metodologia utilizada e os resultados a que chegamos, neste capítulo referimo-nos aos principais temas educacionais que utilizamos na pesquisa.

1. Definição de conceitos na área de educação

Os conceitos na área de educação nos quais centramos a nossa atenção foram os seguintes (por ordem alfabética): Aprendizagem significativa, Aprendizagem, Avaliação formadora, Avaliação formativa, Conceito, Construtivismo, Currículo, Educação, Ensino, Estratégia, Mapa de conceitos e Método de ensino. Passamos então a apresentar a definição de cada um deles.

Actividade de aprendizagem – conjunto de situações e oportunidades que se proporcionam aos alunos para realizar uma determinada aprendizagem. (Ribeiro, 199, p.156);

Aprendizagem – reorganização activa de uma rede de significados preexistente (Gowin, 1990, p.124);

Aprendizagem significativa – processo através do qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimentos do indivíduo – subsunção ou ideia-âncora (Ausubel citado por Moreira, 1993, p.19-20);

Avaliação formadora – tipo de avaliação que valoriza a meta-aprendizagem ajudando o aluno a aprender a aprender (Graça e Valadares, 1998,p.47);

Avaliação formativa – é um sistema de avaliação, que consiste em recolher, em ocasiões diferentes, no decorrer de um programa de estudos ou de um curso,

informações úteis para verificar, periodicamente, a qualidade da aprendizagem. Tem por objectivo detectar as deficiências ou as eventuais dificuldades da aprendizagem (G. Scallon, 1982 b, p.35).

Conceito – Construção da mente humana, traduzida por um signo ou símbolo, que provém de regularidades encontradas num objecto ou num acontecimento e cujo significado possa variar de ser humano para ser humano (Valadares, 1995,p.692);

Concepção alternativa – representação que, sendo estruturada e plausível e, tendo uma fundamentação que está para além do descuido e da ignorância, difere qualitativamente da que a ciência paradigmaticamente perfilha (Valadares, 1995,p.692);

Construtivismo – perspectiva segundo o qual a aprendizagem resulta de um processo de construção interpretativo e recursivo por parte dos alunos em interacção com o mundo físico e social (Fosnot, 1999,p.53);

Currículo (definição operacional) – plano estruturado de ensino-aprendizagem, incluindo objectos ou resultados de aprendizagem a alcançar, matérias ou conteúdos a ensinar, processos ou experiências de aprendizagem a promover (Ribeiro, 1990, p.51);

Estratégia de ensino – conjunto de acções do professor orientadas para alcançar determinados objectivos de aprendizagem que se tem em vista (Ribeiro, A. e Ribeiro, L., 1989,p.439);

Mapas de conceitos – diagramas hierárquicos onde se indicam os conceitos e as relações entre eles (Moreira, 1993,p.13);

Métodos de ensino – conjunto de técnicas específicas de ensino utilizadas na concretização de determinado tipo de objectivos educacionais, de natureza cognitiva, sócio-afectiva ou psicomotora (Ribeiro, 1999,p.153);

Educação – termo que designa o processo de desenvolvimento e realização do potencial intelectual, físico, espiritual, estético e afectivo existente em cada criança. Também designa o processo de transmissão da herança cultural às novas gerações (Marques, 2000,p.54);

Ensino – acontecimento social no qual seres humanos acabam por partilhar significados entre si (Gowin, 1990,p.62);

2. Definição de conceitos matemáticos

Dado que nesta dissertação focalizamos o ensino de Equações do 2º grau torna-se pertinente apresentar uma definição dos diversos conceitos estudados. Para este efeito recorreremos a um manual de Matemática de 9º ano de escolaridade concebido e criado pelo Departamento de Investigação e Edições Educativas da Constância Editores, S.A.. sob a direcção de António Quaresma Coelho.

Condição – É uma expressão que a cada concretização da variável se converte numa proposição verdadeira ou falsa.

Condição impossível – Condição sem soluções.

Conjunção de condições – É a operação que faz corresponder a duas condições a e b uma terceira $c = a \wedge b$ (lê-se a e b). Tem como conjunto solução a intersecção dos conjuntos solução das condições iniciais.

Diferença de quadrados – É o produto da soma de dois monómios pela sua diferença. O desenvolvimento é $(a+b)(a-b) = a^2 - b^2$.

Disjunção de condições – É a operação que faz corresponder a duas condições a e b uma terceira $c = a \vee b$ (lê-se a ou b). Tem como conjunto solução a reunião dos conjuntos solução das condições iniciais.

Equação – É uma condição em que duas expressões designatórias ou uma expressão designatória e uma designação estão ligadas pelo sinal =.

Equação do 1º grau – É uma equação literal em que o maior expoente das variáveis é 1.

Equação literal – É uma equação onde aparecem uma ou mais letras para além da incógnita.

Equação do 2º grau – Equação em que o termo de maior grau é de grau 2. É toda a equação redutível à forma $ax^2 + bx + c = 0$ e a diferente de zero.

Grau de um monómio numa variável – É o expoente a que essa variável está elevada.

Grau de um polinómio numa variável – É o grau do termo de maior grau.

Equações equivalentes – São equações que têm o mesmo conjunto solução.

Lei do anulamento do produto – Um produto é igual a zero se e só se pelo menos um dos seus factores é igual zero.

Monómio – É um produto de números, podendo alguns estar representados por letra.

Monómios semelhantes – Monómios que têm a mesma parte literal.

Monómios simétricos – monómios semelhantes de coeficientes simétricos.

Polinómio – É toda a expressão constituída por uma soma algébrica de monómios não semelhantes.

Quadrado da diferença de um binómio – É igual ao quadrado do primeiro termo, menos o dobro do produto dos dois termos, mais o quadrado do segundo. O desenvolvimento é $(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$.

Quadrado da soma de um binómio – É igual ao quadrado do primeiro termo, mais o dobro do produto dos dois termos, mais o quadrado do segundo.

O desenvolvimento é $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$.

Reunião de conjuntos – conjunto formado pelos elementos comuns e não comuns aos conjuntos que se vão reunir. Representa-se pelo símbolo U.

Fórmula resolvente – É uma fórmula que permite resolver qualquer equação do 2º grau.

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

CAPÍTULO V – METODOLOGIA

1. Introdução

Os resultados de qualquer investigação são condicionados pela metodologia utilizada.

Previamente ao tratamento de dados e à conseqüente apresentação de resultados, fundamentamos do ponto de vista teórico a metodologia utilizada, procurando relacioná-la com aspectos concretos da investigação desenvolvida.

Como poderemos definir metodologia? Para responder a esta questão socorremos da opinião de Herman (1983, p.5 citado por Lessard-Hérbart et al, 1994, p.15): a metodologia pode ser definida como “um conjunto de directrizes que orientam a investigação científica.

Antes de qualquer outro desenvolvimento, tecemos algumas outras considerações de carácter geral acerca de questões metodológicas. Qualquer investigação implica determinadas opções, que a condicionam, decorrentes das posições epistemológica e metodológica do investigador. Para Sacristán e Gomez (1989), é adoptada, conscientemente ou não, uma determinada posição epistemológica que define a forma de produção de conhecimento científico e a caracterização do objecto de investigação.

A escolha da metodologia de investigação depende do problema do estudo, das várias perspectivas de abordagem do mesmo, do papel desempenhado pelo investigador e pelos sujeitos investigados, entre outros factores de menor importância. Na investigação presente, a nossa opção recaiu numa metodologia com uma forte componente qualitativa, mas também com uma componente quantitativa, escolha que procuraremos fundamentar mais adiante. Mas antes vejamos as características principais dos dois grandes paradigmas de investigação: o qualitativo e o quantitativo.

2. Os dois grandes paradigmas da investigação

A investigação em Educação pode ser realizada segundo duas grandes perspectivas, a qualitativa e a quantitativa, em função do objecto e metodologia de investigação e da relação teoria-prática (Pacheco, 1997, citado por Estrela, A. e Ferreira, J., 1997, p. 285). Neste âmbito, nas últimas décadas, tem sido dedicada uma especial atenção à pesquisa das vantagens e desvantagens da utilização de métodos quantitativos e de métodos qualitativos na investigação em Ciências Sociais.

Eles enquadram-se em dois paradigmas distintos, pelo que, antes de mais parece-nos importante definir este termo paradigma. Assim, Bogdan e Biklen (1994, p. 52) consideram que um paradigma consiste num conjunto aberto de asserções, conceitos ou proposições logicamente relacionados e que orientam o pensamento e a investigação.

A distinção entre os paradigmas quantitativo e qualitativo reside na produção do conhecimento e no processo de investigação e pressupõe uma correspondência entre epistemologia, teoria e método. No entanto, esta distinção é efectuada tendo em conta o método (cada tipo de método está ligado a um paradigma) e é frequente a abordagem qualitativa ser apresentada em oposição à quantitativa (Rist, 1997, citado por Bogdan e Biklen, 1994, p. 70).

O debate quantitativo/qualitativo, nas palavras de Mialaret (1990, p. 15, citado por Pacheco, 1997, p.285), assenta na oposição entre explicação e compreensão fundamentando-se em duas realidades diferentes e conflituosas: objectividade versus subjectividade ou universalismo versus particularismo.

Patton (1990) afirma que talvez o que melhor evidencie a diferença entre métodos quantitativos e métodos qualitativos sejam os diferentes pressupostos lógicos subjacentes às técnicas de amostragem. A investigação quantitativa recorre a amostras de maior dimensão seleccionadas aleatoriamente, enquanto a investigação qualitativa debruça-se sobre amostras relativamente pequenas, ou mesmo casos únicos, seleccionados intencionalmente.

3. A experimentação nas ciências sociais

O estabelecimento de relações causa-efeito está associado ao método experimental.

Este método permite rejeitar ou aceitar hipóteses relativas a relações causa-efeito entre variáveis: a variável dependente resulta da manipulação da variável independente. As outras variáveis consideradas relevantes são controladas.

Também no que diz respeito à experimentação, parece-nos interessante a observação da tabela seguinte, extraída de Lessard-Hébert e tal (1994,p.168) que citam De Bruyne e al (1975, p.210), em que os referidos autores comparam diversos modos de investigação relativamente a algumas características fundamentais:

Estudo de casos	Comparação (amostra)	Experimentação (terreno/laboratório)	Simulação (modelo)
			Artificial
			Fechado
			Controlado
Real			
Aberto			
Não controlado			

Tabela I – Comparação dos diversos modos de investigação relativamente a algumas características fundamentais.

3.1. O Plano Experimental

Um plano experimental é concebido com base em dois grupos: um grupo experimental e um grupo de controlo. O primeiro dos grupos referidos é sujeito ao tratamento cujos efeitos se pretende medir, enquanto ao segundo não é aplicado nenhum tratamento novo. Outra possibilidade consiste na administração ao grupo experimental de um tratamento e de outro diferente ao grupo de controlo (por exemplo, enquanto o grupo experimental trabalha com um novo programa de aprendizagem cuja eficácia se quer medir, o grupo de controlo continua com o programa anterior).

O grupo de controlo é necessário para comparar a eficácia do tratamento introduzido no grupo experimental ou para verificar, no caso de serem introduzidos dois tratamentos diferentes, a respectiva eficácia.

As variáveis são quaisquer características que variam numa situação experimental de vários tipos. A variável independente é o factor que é medido, manipulado ou seleccionado para determinar a sua relação com o fenómeno observado. A variável dependente é o factor que é observado e medido para determinar o efeito da variável independente. Por outras palavras, é a variável que se modifica em função das alterações introduzidas na variável independente. É designada por dependente porque o seu valor depende do valor da variável independente.

Para verificar qual o efeito da variável independente sobre a variável dependente é necessário fazer o controlo de outras variáveis. Por isso, os dois grupos devem ser o mais equivalente possível no que respeita a todas as outras variáveis, com excepção da variável independente.

O controlo de variáveis é necessário não só para que as diferenças observadas na variável dependente sejam devidas apenas à manipulação da variável independente –

validade interna, mas também para que seja possível generalizar os resultados obtidos a outros contextos – validade externa (Carmo e Ferreira, 1998,p.226).

Em muitos estudos não existe apenas uma variável independente e uma variável dependente. Além destas, também são consideradas as variáveis moderadoras e as variáveis de controlo. Muitas vezes existem também variáveis intervenientes.

Na realização de um estudo experimental não é possível estudar todas as variáveis relativas à situação ou aos sujeitos; algumas têm de ser controladas para garantir que não têm efeito na relação entre a variável independente e a variável dependente. Estas são as variáveis de controlo (os factores que são controlados para neutralizar qualquer efeito que possam ter no fenómeno em estudo). Dado que na presente investigação não contemplamos variáveis moderadoras e variáveis intervenientes não nos alongaremos acerca delas.

3.2. Planos Experimentais e Planos Quase-Experimentais

Provavelmente, a descrição mais completa sobre a utilização do método experimental em Ciências Sociais foi feita por Campbell e Stanley, em 1963. Esta síntese foi alargada aos métodos quase-experimentais por Campbell e Cook (1976 citados por Jesuíno, J., 1986, in Silva, A.S. e Pinto, J. M., 1986, p.217). A terminologia, notação e noções básicas utilizadas por estes autores têm hoje aceitação generalizada nas Ciências Sociais. As condições de validade da experimentação foram também por eles amplamente estudadas.

Uma outra distinção importante é a que se refere à experimentação propriamente dita ou experimentação pura e a quase-experimentação cuja principal diferença entre elas se relaciona com a validade interna. Num plano experimental puro, a distribuição aleatória dos sujeitos pelas diferentes condições é suficiente para neutralizar as diversas ameaças à validade interna. Nos grupos quase-experimentais a situação é diferente: como os sujeitos não são distribuídos aleatoriamente terão de ser neutralizadas as possíveis fontes de ameaças a essa validade.

A representação esquemática do plano quase-experimental com pré-teste, pós-teste e grupo de controlo é a seguinte, segundo Campbell e Stanley (1963):

O1 X O2	grupo experimental
O3 O4	grupo de controlo

Segundo Carmo e Ferreira (1998, p. 233-234), neste plano ambos os grupos são sujeitos a um pré-teste em relação à variável dependente, o grupo experimental é sujeito a um novo tratamento e a ambos os grupos é administrado um pós-teste.

“X” representa o tratamento administrado aos sujeitos experimentais e “O” a observação feita para medir o efeito do tratamento. Os efeitos observados de X podem ser específicos do grupo submetido ao pré-teste, não sendo possível garantir a generalização dos resultados a outros grupos.

Os resultados do pós-teste dos dois grupos são comparados para determinar a eficácia do tratamento. O pré-teste é utilizado para verificar se os grupos são equivalentes em relação à variável dependente.

O facto de nos planos quase-experimentais não ocorrer a selecção aleatória dos sujeitos coloca problemas relativamente ao controlo de variáveis, que poderão ser ameaças à validade interna (Carmo e Ferreira, 1998,p.233). No entanto, tal como também referem estes autores, em situações em que só é possível utilizar este tipo de plano é preferível fazê-lo em vez de abandonar a experimentação.

4. Ameaças à validade da investigação

Em 1976, Campbell e Stanley distinguiram entre validade externa e validade de constructo, que anteriormente haviam designado unicamente por validade interna (Campbell e Stanley, 1963).

4.1. Ameaças à validade interna

A validade interna averigua até que ponto as relações causais foram estabelecidas (Yin, 1989). Ela deve assegurar que os resultados se referem ao objecto de estudo e que traduzem a realidade.

Campbell e Stanley, citados por Silva e Pinto (1986), e por Carmo e Ferreira (1998), fazem referência a uma série de factores que podem ameaçar a validade interna num estudo experimental, e extensíveis a um estudo quase-experimental:

- *História* – Acontecimentos específicos que ocorrem durante a aplicação do tratamento podem, por si, justificar o efeito observado na variável dependente. Embora possa não ser possível o controle dos acontecimentos estranhos ao estudo, pode ser seleccionado um plano que neutralize os seus efeitos.

- *Maturação* – são modificações físicas ou mentais nos sujeitos durante a experimentação, especialmente se a duração desta for de vários meses. Isto é particularmente importante em crianças e jovens (dependendo no entanto, também da natureza do estudo a realizar). Embora a maturação não possa ser controlada, poder-se-á utilizar um plano que neutralize os seus efeitos.

- *Testagem* – ocorre quando se administra aos sujeitos o mesmo teste, antes e depois da experimentação (pré-teste e pós-teste). A melhoria dos resultados que se verifica no

pós-teste em relação ao pré-teste poderá, em parte, ser devida a repetição do mesmo teste. Este problema pode surgir quando o período de tempo entre a aplicação do pré-teste e do pós-teste é curto, variando conforme o estudo realizado. Para evitar poder-se-á não administrar um pré-teste ou elaborar um pré-teste diferente do pós-teste.

- *Instrumentação* – resulta da aplicação de testes que dão resultados diferentes em diferentes aplicações (como pré-testes e pós-testes de diferente dificuldade) o que os torna instrumentos de medida pouco fiáveis.

- *Regressão estatística* – deriva da selecção de sujeitos que obtêm classificações extremas no pré-teste (muito altas ou muito baixas). Os sujeitos com classificações muito altas no pré-teste tendem a baixar as suas classificações no pós-teste e vice-versa.

- *Seleccção* – ocorre quando se seleccionam grupos já anteriormente constituídos para grupo experimental e grupo de controlo, grupos que à partida eram diferentes. Esta diferença inicial pode ter influência nos resultados do pós-teste. Caso seja necessário escolher grupos já anteriormente formados, devem seleccionar-se os que sejam o mais idêntico possível e aplicar um pré-teste para que a análise dos resultados reflecta as diferenças iniciais entre esses grupos.

- *Mortalidade* – diz respeito a sujeitos com determinadas características que abandonam o estudo durante o seu decurso, o que afecta os resultados. Se for importante para o estudo em causa, deverá ser adoptado um plano experimental adequado, que permita neutralizar os seus efeitos.

- *Interações com a selecção* (interacção selecção-maturação, interacção selecção-história, interacção selecção-testagem). A mais comum é a interacção selecção-maturação. Quando se utilizam grupos já formados, um grupo pode ter sujeitos de diferente maturidade relativamente ao outro, o que produz efeitos nos resultados. Os grupos formados deverão ser equivalentes ou ser escolhido um plano que permita neutralizar esta ameaça.

Na investigação experimental a selecção aleatória dos componentes do grupo experimental e do grupo de controlo permite neutralizar a maior parte das ameaças à validade interna. Em estudos quase-experimentais, em que a experimentação é feita utilizando grupos já constituídos anteriormente, as ameaças à validade interna têm de ser controladas uma a uma.

4.2. Ameaças à validade externa

Ao determinar se as relações identificadas na investigação podem ser generalizadas obtém-se informação sobre a validade externa. Esta pode estar sujeita a várias ameaças segundo Carmo e Ferreira (1998,p.229-230):

- *Efeito da interacção da testagem* (interacção pré-teste-tratamento) – esta ocorre quando os sujeitos reagem de forma diferente a um tratamento devido à aplicação de um pré-teste que os “despertou” para o tratamento. Assim, os resultados poderiam ser diferentes se os indivíduos não fossem sujeitos a um pré-teste, o que impede a sua generalização.

Este pode ser um problema considerável, dependendo dos sujeitos, da natureza dos testes, da natureza do tratamento e da duração do estudo. Se o pré-teste for aplicado algum tempo antes do tratamento, os seus efeitos podem ser atenuados de acordo com os autores acima mencionados.

- *Interacção selecção-tratamento* – surge quando os indivíduos não são seleccionados aleatoriamente o que limita a generalização dos resultados em face da possível não representatividade da amostra. Desta forma os resultados só dizem respeito aos grupos envolvidos na experimentação e não podem ser generalizáveis à população sendo

importante a descrição rigorosa da selecção dos sujeitos, para se poder determinar o grau desta ameaça.

- *Seleção e interacção selecção-maturação*: sendo a amostra constituída antes da investigação, os mesmos autores referiram que uma maneira de minimizar essas ameaças consistia em seleccionar grupos o mais semelhantes possível.

- *Especificidade das variáveis* – num estudo experimental pode ser investigado um problema muito específico, em que os instrumentos de medida, o período de tempo e as condições são igualmente muito específicas o que põe também em causa a generalização dos resultados.

- *Efeitos reactivos dos arranjos experimentais* – devido a um controlo muito rigoroso das variáveis, pode ser criado um ambiente experimental artificial, o que põe em causa a generalização de resultados.

O facto dos sujeitos de investigação terem conhecimento de que fazem parte de um grupo experimental pode afectar os resultados do estudo pois o seu comportamento modifica-se não só devido ao tratamento, mas também ao conhecimento de que fazem parte de um grupo experimental.

Outro problema é que o grupo experimental pode obter melhores resultados porque está a utilizar algo que constitui uma novidade (esta aumenta a motivação) e assim o tratamento pode não ser tão eficaz por si mesmo.

- *Interferência dos tratamentos sucessivos* - resulta da aplicação de vários tratamentos aos mesmos sujeitos (não sendo fácil eliminar os respectivos efeitos).

4.3. Ameaças relativamente a esta investigação

Depois da referência às possíveis ameaças à validade interna e à validade externa, passamos a considerar no âmbito deste tema, aspectos específicos da investigação por nós realizada: Assim, no que diz respeito à primeira das respectivas validades, não ocorreu nenhum acontecimento imprevisto nas turmas pelo que não se verificou a ameaça designada por história. Por outro lado, também não se fez sentir o efeito da ameaça intitulada maturação, pois pensamos que o período de três meses que decorreu entre a aplicação dos dois testes foi suficientemente curto para o evitar.

Igualmente não produziram efeitos, a ameaça – testagem (porque os dois testes eram diferentes), a ameaça denominada regressão estatística (visto que não se verificou de modo significativo inversão de resultados de um teste para o outro) e a ameaça designada por mortalidade (manteve-se a dimensão das amostras durante o estudo).

No que respeita à ameaça intitulada instrumentação, não procedemos à replicação do estudo por forma a averiguar a semelhança de resultados obtidos e, em vez disso, tentamos minimizá-la através da descrição pormenorizada e rigorosa do modo como decorreu a investigação, nas suas várias fases, tal como aconselham, entre outros, os autores Carmo e Ferreira (1998).

Relativamente a ameaça à validade externa, o efeito da interacção da testagem (interacção pré-teste-tratamento) foi atenuado, tal como recomenda a literatura consultada, porque a aplicação do pré-teste ocorreu algum tempo antes do tratamento.

Interacção selecção-tratamento: No caso desta investigação, entendemos que o efeito desta ameaça foi significativo apesar de alguns cuidados colocados na selecção dos sujeitos, que mais adianta descreveremos, pelo que os resultados não devem ser generalizados para a população.

De forma a minimizar as ameaças selecção e interacção selecção-maturação, tal como aconselha a literatura quando amostra é constituída antes da investigação, procuramos seleccionar grupos os mais semelhantes possível, tal como se pode verificar mais adiante.

Além disso, a análise dos resultados do pré-teste revelou a equivalência dos dois grupos, a nível de conhecimentos, pelo que no nosso entendimento diminuámos o efeito ameaçador de uma selecção não aleatória dos sujeitos da investigação. Outras possíveis ameaças, a especificidades das variáveis e os efeitos reactivos dos arranjos experimentais, não se verificaram, na nossa opinião, nesta investigação.

Outro problema reside no facto de um grupo experimental poder obter melhores resultados porque está a utilizar algo que é uma novidade o que aumenta a motivação e assim "mascara" o efeito do tratamento. Reconhecemos pelos resultados obtidos com a aplicação dos diversos instrumentos que este efeito ocorreu. No entanto para atenuá-lo, prolongamos a experiência para diminuir o efeito da novidade apesar das limitações de tempo que se nos colocaram. Por último parece-nos que a ameaça - interferência dos tratamentos sucessivos não é significativa na presente investigação.

Apesar das condicionantes anteriormente descritas, acreditamos que os resultados da nossa investigação constituem um referencial útil de reflexão das hipóteses por nós enunciadas não pondo em causa os objectivos inicialmente traçados.

Caracterização da Amostra

Nesta secção, propor-nos descrever as características principais da amostra utilizada nesta investigação mas antes fazemos algumas considerações de ordem teórica.

A população é o conjunto de elementos que têm uma ou mais características comuns a todos eles que os diferenciam de outros conjuntos de elementos. A definição rigorosa das características de uma população é imprescindível para se poder determinar se os resultados obtidos numa investigação podem ser generalizados a outras populações com características idênticas.

Na prática, em grande número de casos, o número de elementos de uma população é demasiado grande inviabilizando, em face do custo e de tempo, a sua observação na totalidade, o que implica a selecção de elementos dessa população, processo designado por amostragem. Desta resulta a constituição de uma amostra que deverá ser representativa da população, (Albarello, 1997,p.57).

Uma amostra é representativa de uma população para uma característica se não houver qualquer razão para pensar que o valor pode diferir na amostra e na população (L.D` Hainaut, 1975, p.33 citado por Albarello, 1997, p.57). Se a amostra for muito pequena, os resultados do estudo podem não ser generalizáveis à população podendo apenas ser válido para a amostra. De uma forma geral, quanto maior for a amostragem, maior a sua representatividade, mas a sua dimensão adequada depende do tipo de investigação.

De acordo com Carmo e Ferreira (1998,p.196), para estudos experimentais e causal-comparativos é geralmente recomendado um número mínimo de 30 sujeitos por grupo, defendendo os mesmos autores (p.231) que, num estudo experimental, 15 sujeitos por grupos é o número mínimo aceitável para o realizar.

Por vezes são necessárias amostras maiores, por exemplo, em estudos experimentais, quando a diferença esperada entre o grupo experimental e o grupo de controlo for pequena, porque se a amostra não for suficientemente grande a diferença pode não ser visível. Na determinação da dimensão necessária da amostra para um estudo experimental pode-se recorrer a técnicas estatísticas relativamente precisas o que exige conhecimento de determinados factos acerca da população, como por exemplo as diferenças esperadas entre grupos.

Depois das considerações anteriores de carácter geral, debruçamo-nos sobre a amostra que utilizamos nesta investigação. Esta foi seleccionada através do método de amostragem por conveniência, referido entre outros por Hill e Hill (2000, p.49), segundo os quais, neste método, os casos escolhidos são os casos facilmente disponíveis. O método tem vantagem por ser rápido, barato e fácil.

Mas a desvantagem é que, em rigor, os resultados e as conclusões só se aplicam à amostra, não podendo ser extrapolados com confiança para a população porque não há garantia de que a amostra seja razoavelmente representativa daquela, aspecto também destacado por Carmo e Ferreira (1998,p.197), para quem poderão obter informações preciosas, embora não as utilizando sem as devidas cautelas e reserva.

Estes autores (p.201) argumentam que, sempre que se utiliza um processo de amostragem não probabilística, deverá ser explicada pormenorizadamente a selecção dos elementos da amostra em estudo, que deverão também ser descritos com o maior rigor possível.

Por opção, decidimos que as turmas sujeitas à pesquisa seriam por nós leccionadas e não por outro colega ao qual solicitaríamos a sua colaboração para realizar o estudo. Esta condição, que a nós próprios impusemos, limitava desde logo a escolha em face do serviço lectivo que nos estava distribuído. Mas, felizmente duas condições por nós desejadas verificaram-se, isto é, a disponibilidade de turmas do 9º ano de escolaridade e a continuidade pedagógica relativamente ao 8º ano de escolaridade. Perante este cenário, escolhemos para amostra duas turmas do 9ºano de escolaridade (turmas A e B) que leccionámos no ano lectivo 2006/2007, na Escola Básica 2,3 João Villaret (Loures), num total de 50 alunos.

Partilhamos inteiramente a opinião de Hill e Hill (2000, p.44), segundo os quais no caso de uma investigação inserida num mestrado, é aconselhável, e muito mais simples, escolher uma pequena amostra para trabalhar. Ainda na sua opinião, será melhor fazer uma boa investigação de âmbito limitado do que uma investigação fraca de grande escala. A capacidade para fazer uma boa investigação pode ser evidenciada através de uma investigação de âmbito limitado.

Numa primeira parte faremos a caracterização das turmas envolvidas tendo em conta os dados fornecidos pelos Directores de Turma. Por fim uma descrição sumária da escola onde foi feita a experiência, focando os principais aspectos que a caracterizam,

tais como: a sua situação geográfica, histórica e social onde a escola se insere, os aspectos socio-económicos dos alunos que integram a escola, etc.

Caracterização da Turma – 9º Ano – Turma – A

(Dados da avaliação diagnóstica)

(Aspecto socio-económico, idades, repetências, motivações, interesses, necessidades, alunos merecedores de atenção especial,...)

- N° de alunos: 24
- Média de idades: 14.04
- N° de rapazes 11
- N° de raparigas 13
- N° de alunos fora da escolaridade obrigatória: 4
- N° de alunos abrangidos pelo D.L. no 319/91: 0
- N° de alunos repetentes: 3

Com a totalidade de 24 alunos, caracteriza-se por ser uma turma muito conversadora, mas com bons meninos. Reúne muitos alunos que têm vindo a pertencer à mesma turma desde o primeiro ciclo.

Quando levados a fazer uma introspectiva, a maioria dos alunos reconhecem que é conversador, o que confirma a opinião de todos os professores.

As suas idades estão compreendidas entre os 13 e os 16 anos.

Caracterização socioprofissional dos Encarregados de Educação: O papel de Encarregado de Educação é assumido principalmente pelos pais, tendo maioritariamente como nível de escolaridade o 2º ciclo e como profissão o ramo da prestação dos serviços.

Os alunos encontram-se todos dentro da escolaridade obrigatória à exceção de 4 alunos.

A turma comporta três alunos que frequentam o nono ano pela segunda vez.

Em termos de nacionalidade, integra dois alunos de nacionalidade cabo-verdiana.

Uma vez concluída a escolaridade obrigatória, a maioria pretende prosseguir estudos, três alunos não pretendem prosseguir estudos. As profissões que os que pretendem seguir estudos gostariam de ter são das mais variadas: polícia, bombeiro, professor de desporto, Engenheiro electromecânico, Engenheiro mecânico, técnico de informática, força aérea, actriz cantora, modelo, futebolista, hoquista, rádio modelismo, veterinária, psicóloga, historiador, fotógrafa, fisioterapeuta, jornalista.

Gostam de ocupar os tempos livres, principalmente a praticar desporto, ver televisão, jogar com videojogos, navegar na Internet, ouvir música. A leitura não faz parte da maioria dos alunos, o que confirma as grandes dificuldades em termos do domínio da Língua Portuguesa.

Síntese da avaliação diagnóstica

Feita a primeira avaliação diagnóstica, a turma revelou para além da falta de alguns pré-requisitos essenciais, lacunas em termos do domínio da língua materna nomeadamente ao nível da compreensão e expressão oral e escrita, o que lhes dificulta a aquisição de conhecimentos nas outras áreas do saber. De igual modo se detectaram dificuldades no cálculo, na resolução de problemas assim como na organização dos materiais, hábitos de estudo, empenho no trabalho, atenção, concentração e cumprimento de regras.

O comportamento da turma é determinante no sucesso destes alunos, pois cria obstáculos à concentração e atenção necessárias à aquisição e desenvolvimento de novas competências.

Caracterização da Turma – 9º Ano – Turma - B

(Dados da avaliação diagnóstica)

(Aspecto socio-económico, idades, repetências, motivações, interesses, necessidades, alunos merecedores de atenção especial,...)

- N° de alunos: 26
- Média de idades: 14.23
- N° de rapazes 14
- N° de raparigas 12
- N° de alunos fora da escolaridade obrigatória: 9
- N° de alunos abrangidos pelo D.L. no 319/91: 0
- N° de alunos repetentes: 5

Com a totalidade de 26 alunos, caracteriza-se por ser uma turma muito conversadora. Reúne muitos alunos que têm vindo a pertencer à mesma turma desde o primeiro ciclo.

Quando levados a fazer uma introspectiva, a maioria dos alunos reconhecem que é conversador, o que confirma a opinião de todos os professores.

As suas idades estão compreendidas entre os 13 e os 16 anos.

Caracterização socioprofissional dos Encarregados de Educação: A quase totalidade dos alunos vive com os pais, embora se contabilizem três casos de alunos que vivem com a mãe, uma que vive com o pai, e ainda um que vive com os tios. A maioria dos Encarregados de Educação trabalha no sector dos serviços. O seu nível de escolaridade situa-se entre o terceiro ciclo e o secundário, tendo um concluído o ensino médio, e haver cinco licenciados.

Os alunos encontram-se todos dentro da escolaridade obrigatória à excepção de 9 alunos.

A turma comporta cinco alunos que frequentam o nono ano pela segunda vez.

Em termos de nacionalidade, integra quatro alunos de nacionalidade estrangeira: dois Cabo-verdianos, um Moçambicano e uma Moldava.

Uma vez concluída a escolaridade obrigatória, a maioria pretende prosseguir estudos, dois alunos não pretendem prosseguir estudos. Em relação aos que pretendem seguir estudos revelam grandes ambições em termos das profissões indicadas (arquitectos, veterinários, estilistas, advogada, biólogo e médico).

Como passatempos preferidos a maioria refere ver televisão, ouvir música, computador e futebol. A leitura não faz parte das suas actividades da maioria dos alunos, o que confirma as grandes dificuldades em termos do domínio da Língua Portuguesa.

Síntese da avaliação diagnóstica

Feita a primeira avaliação diagnóstica, a turma revelou para além da falta de alguns pré-requisitos essenciais, lacunas em termos do domínio da língua materna nomeadamente ao nível da compreensão e expressão oral e escrita, o que lhes dificulta a aquisição de conhecimentos nas outras áreas do saber. De igual modo se detectaram dificuldades no cálculo, na resolução de problemas assim como na organização dos materiais, hábitos de estudo, empenho no trabalho, atenção, concentração e cumprimento de regras.

O comportamento da turma é determinante no sucesso destes alunos, pois cria obstáculos à concentração e atenção necessárias à aquisição e desenvolvimento de novas competências.

Após a caracterização das turmas envolvidas na investigação, parece-nos pertinente uma breve descrição das principais características da escola onde a mesma foi desenvolvida com base no respectivo Projecto Educativo elaborado em 1999.

A Escola Básica de 2º e 3º ciclos João Villaret está situada em Loures e é frequentada por uma população heterogénea (535 alunos), vivendo em ambientes culturais e sócio-económicos diversos, alguns deles desfavoráveis e propiciadores de condutas de riscos.

Cerca de um terço dos alunos apresenta dificuldades de aprendizagem, nomeadamente de expressão oral e escrita o que os leva a acumular repetências desde o primeiro ciclo. Alguns chegam ao 2º ciclo com 13, 14 e mesmo 15 anos, sem terem adquirido as competências sociais necessárias a um clima de trabalho propício à aprendizagem, correndo o risco de abandono escolar.

Na turma A – 24 alunos (grupo de controlo) foi utilizada uma estratégia de ensino mais tradicional, enquanto na turma B – 26 alunos (grupo experimental) a opção recaiu numa estratégia de ensino baseada na aplicação de avaliação Formativa/Formadora.

De forma a garantir a validade dos resultados procuramos aquilatar da eventual equivalência das duas turmas antes de iniciada a investigação. Com este objectivo, analisámos os níveis obtidos pelos alunos nas disciplinas de Língua Portuguesa, Matemática e Ciências Física Química no 8ºano de escolaridade e realizámos a caracterização no que diz respeito ao sexo de ambas as turmas assim como a média de idades em 1 de Setembro de 2006.

No que diz respeito aos critérios referidos os resultados que obtivemos foram os seguintes:

Tabela II - Média e desvio-padrão dos níveis obtidos pelos alunos da turma de controlo e da turma experimental em três disciplinas do 8º ano (d.p. = desvio padrão)

Podem ser consultados na tabela seguinte:

	Média dos níveis na disciplina de L. Portuguesa	Média dos níveis na disciplina de Matemática	Média dos níveis na disciplina de C.F.Q.	Média global
Turma de controlo	3.23 d.p. = 0.51	3.19 d.p. = 0.90	3.50 d.p.= 0.71	3.31
Turma experimental	3.12 d.p. = 0.71	2.96 d.p. = 1.07	3.50 d.p. = 0.71	3.19

Como podemos constatar pela observação da tabela, as diferenças entre as duas turmas não são de modo algum significativas.

Tabela III– Distribuição dos alunos por grupo e por sexo (valores absolutos e percentuais)

Podem ser consultados na tabela seguinte:

GRUPO	MASCULINO		FEMININO		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%
Grupo experimental	14	53.8	12	46.2	26	52
Grupo de controlo	11	45.8	13	54.2	24	48
TOTAL	25	50	25	50	50	100

Tabela IV– Composição no que respeita a média de idades em 1 de Setembro de 2006

Podem ser consultados na tabela seguinte:

	Número de rapazes	Número de raparigas	Média de idades
Grupo experimental	14	12	14.23
Grupo de controlo	11	13	14.04

Tabela V– Distribuição dos alunos por grupo e por idade (valores percentuais, média e desvio padrão)

GRUPO	13 anos	14 anos	15 anos	16 anos	Média das idades	DP
Grupo experimental	19,23%	42,31%	34,61%	3,85%	14,23	0,64
Grupo de controlo	29,17%	50%	8,33%	12,5%	14,04	0,75

Tal como resulta da leitura da tabela anterior podemos concluir que também no que respeita à idade e ao sexo as diferenças entre as duas turmas não são muito significativas.

Tabela VI– Número de reprovações anteriores (valores percentuais)

GRUPO	0	1	2 ou mais
Grupo de controlo (GC)	87,9	10,1	2,0
Grupo experimental (GE)	75,0	21,0	4,0

Tabela VII– Nota de matemática no final do 6º ano de escolaridade, na escala de 1 a 5 (valores percentuais, média e desvio padrão)

GRUPO	1	2	3	4	5	Média	Desvio padrão
Grupo de controlo (GC)	0,0	11,1	50,5	27,3	11,1	3,4	0,83
Grupo experimental (GE)	0,0	7,0	61,0	23,0	9,0	3,3	0,74

Como se pode verificar pela leitura das tabelas anteriores, o grupo GC apresenta os alunos mais novos e com menor número de reprovações anteriores. Estes valores concordam, ainda com a classificação na disciplina de matemática no final do 6ºano de escolaridade, porém, inverte-se a posição dos grupos GC e GE no que se refere ao número de negativas. Acrescente-se ainda que a diferença entre as duas turmas não são muito significativas.

No que se refere à nota de matemática final do 6º ano, as diferenças encontradas e já referidas não se revelam significativas. Embora os grupos se apresentem com passados escolares diferentes no que se refere ao número de reprovações, este último resultado é para nós interessante. Apesar de não se poder assumir que os grupos foram retirados aleatoriamente da mesma população, podemos afirmar que, em termos de classificações à entrada no 3º ciclo do Ensino Básico, os grupos não se distinguem de forma tão clara ao nível da disciplina de matemática o que viabiliza mais facilmente a sua comparabilidade.

5. Instrumentos de investigação

Características fundamentais de um instrumento de investigação

Na presente investigação utilizamos como meio de recolha de informação a investigação bibliográfica. Com toda a certeza muito haveria a escrever sobre a investigação bibliográfica, mas sem nos alongarmos referiremos apenas que a análise de documentos é uma fonte preciosa de recolha de dados porque, segundo Guga e Lincoln (1981), permite uma consulta repetida, constitui uma fonte de informação contextualizada e tem baixos custos de utilização.

Antes de nos referirmos aos pré-teste e um pós-teste, uma escala de atitudes, os mapas de conceitos construídos pelos alunos, vamos fazer algumas considerações importantes sobre os instrumentos de investigação em geral.

Numa investigação podem ser utilizados diversos instrumentos de pesquisa tais como escalas de atitudes, questionários, testes, mapas de conceitos, Vês heurísticos, etc.

As características que um instrumento de avaliação/investigação deve possuir são a validade, a fidelidade e a aplicabilidade Graça e Valadares, 1998,p.136). Na opinião de Wittrock (1989, as duas primeiras são características absolutamente essenciais de um qualquer instrumento de investigação.

A primeira das referidas características traduz em que medida um instrumento corresponde cabalmente à função subjacente à sua concepção. Se não pesquisa e/ou avalia o que se pretende, a informação por ele fornecida não tem valor em face dos objectivos previamente definidos. A validade não é uma característica absoluta de um instrumento, dependendo da sua utilização, pelo que ele pode ser válido apenas por alguns objectivos.

Um teste, por exemplo, pode ter ou não ter validade de conteúdo o que permite concluir acerca do domínio de determinados objectivos referentes a um certo conteúdo. A validação de conteúdo é um processo que determina em que medida o conjunto de

temas e objectivos do teste traduz uma amostra relevante e representativa do domínio de temas e objectivos acerca dos quais se pretende retirar conclusões em face dos resultados do teste.

A análise da validade do conteúdo de um instrumento de avaliação/investigação é essencialmente de tipo lógico, baseada na comparação entre os itens do instrumento e os objectivos e o processo a que corresponde (Graça e Valadares, 1998, p.37). Na perspectiva de Lindeman (1967), Landsheere (1979) e Goring (1981) citados por Lemos (1989, p.40) a validade de conteúdo é a mais desejada pelo professor na avaliação da aprendizagem. Ela é também a mais desejada pelo pesquisador, na recolha de dados a que está a proceder.

A construção de instrumentos avaliação/investigação com validade de conteúdo pode ser conseguida, se algumas condições forem respeitadas entre as quais podemos destacar as seguintes: todos os tópicos e objectivos que se querem avaliar/investigar deverão ser considerados, a construção da maior parte dos itens deve ser feita com base nos tópicos e objectivos mais relevantes, um bom equilíbrio entre os processos cognitivos envolvidos deverá ser conseguido e as relações estabelecidas entre itens e objectivos devem ser adequadas.

A validade facial pode ser garantida se um instrumento de avaliação/investigação construído por exemplo apenas por um professor, for analisado por um painel de validação composto por outros professores com experiência da mesma disciplina, portadores de bons conhecimentos de avaliação/investigação.

Os testes com uma boa validação de conteúdo apresentam geralmente validade facial, mas o inverso não é verdadeiro. A validade dos resultados de um instrumento de avaliação/investigação (a sua mais importante característica) é condicionada por diversos factores, entre os quais podemos referir a forma como decorreu o processo, a forma como o instrumento foi aplicado, a característica da população em que foi aplicado, etc.

A validade de um instrumento de avaliação/investigação pode diminuir de forma significativa devido a: instruções pouco claras, vocabulário e construção literária inadequados, nível de dificuldade inadequado dos itens, itens mal construídos, ambiguidade dos itens, inadequação dos itens aos resultados que se pretendem avaliar/pesquisar, tempo disponível inadequado para a sua aplicação, pequena dimensão (os seus itens não são representativos da amostra de itens adequados para testar os conteúdos e objectivos), distribuição inadequada dos itens e padrão de respostas adivinhável (Graça e Valadares, 1998, p.143).

No caso da presente investigação, o pré-teste, o pós-teste e o questionário foram validados pelo orientador do mestrado, por um professor do Ensino Superior na área de Ciências e Matemáticas, e dois professores de Matemática do Ensino Secundário.

Relativamente à escala de Lickert entendeu-se dispensar este tipo de validação por um painel, sendo a mesma efectuada pelo orientador da dissertação dada a sua experiência e a escassez de tempo disponível.

Por manifesta falta de tempo, também a análise estatística dos instrumentos de pesquisa restringiu-se ao pré-teste e ao pós-teste através do cálculo de diversos parâmetros que descrevemos mais adiante neste capítulo. No que respeita ao questionário e à escala de Lickert limitamo-nos a uma análise simples dos resultados obtidos com cada um destes instrumentos sem recorrer à determinação de parâmetros estatísticos como, por exemplo, o índice de dificuldade, o poder discriminante, etc.

Esta opção resultou, essencialmente, do facto de entendermos que os objectivos que orientaram a investigação não impunham em absoluto uma validação estatística muito aprofundada. A dimensão da amostra forçou-nos a um estudo mais qualitativo do que quantitativo. Assim sendo, procuramos garantir a validade da investigação mediante a análise factual, a análise de conteúdo e a triangulação dos dados obtidos pelos diferentes instrumentos utilizados, e considerados mais adequados a cada caso.

Como foi feita a recolha, tratamento e interpretação de dados nesta pesquisa

Instrumentos utilizados

1. Pré-teste e Pós-teste

Dadas as condicionantes à nossa actividade de investigação não foi possível efectuar a selecção aleatória dos alunos pelo que não pudemos aplicar um plano experimental puro.

Nesta investigação utilizámos um plano quase – experimental com pré-teste, pós-teste e grupo de controlo e que tem as seguintes características conforme, uma adaptação da nossa parte de, Carmo e Ferreira (1998, p.233-234): a turma experimental e a turma de controlo foram sujeitas a um pré-teste, a turma experimental foi submetida a uma estratégia de ensino com base na aplicação de avaliação Formativa/Formadora e a ambas as turmas foi administrado um pós-teste.

O “Tratamento” consistiu na aplicação de uma estratégia construtivista. Esta estratégia englobou materiais convenientemente preparados e adequados a ela que constam no anexo – V.

A aplicação do pré-teste (no anexo I) permitiu a determinação do grau de conhecimentos e capacidades prévias dos alunos no que se refere à Equações do 2º grau do 9ºano de escolaridade. Por sua vez, a utilização do pós-teste (no anexo II) teve como principal objectivo medir o grau de progressão no nível de conhecimentos e capacidades dos alunos e fazer a respectiva comparação com o pré-teste. Para além do tratamento global dos dados recolhidos com os testes, fez-se um tratamento separadamente para cada um dos seguintes objectivos gerais: conhecimento, compreensão e resolução de problemas.

O sentido esperado é o que a seguir se indica:

GE > GC

Basicamente, no final do “Tratamento” espera-se que os alunos do grupo experimental (GE) apresentem melhorias em relação ao grupo de controlo nas diversas variáveis mencionadas, não se esperando deste último qualquer alteração significativa.

A *variável independente* neste estudo está associada à metodologia e ao professor que lecciona (outra forma de referirmos a aplicação *versus* não aplicação do “tratamento” por grupo de alunos):

- GE (grupo experimental): é sujeito ao “tratamento”;
- GC (grupo de controlo): segue a metodologia expositiva tradicional e o professor responsável é o mesmo da turma/ grupo experimental.

As *variáveis dependentes* aparecem já determinadas, pelo que temos¹:

te_{cnh}: rendimento ao nível de conhecimento em provas matemáticas relativas a equações do 2º grau;

te_{cmp}: rendimento ao nível de compreensão em provas matemáticas relativas a equações do 2º grau;

te_{rpr}: rendimento ao nível de resolução de problemas em provas matemáticas relativas a equações do 2º grau;

¹ siglas relativas às variáveis associadas às provas de matemática apresentam a seguinte estrutura: **te** indica tratar-se de um teste (**t**) sobre equações (**e**); as três letras que se seguem são consoantes dos termos que designam o nível em questão (**cnh**-conhecimento, **cmp** – compreensão, **rpr** – resolução de problemas).

Em face dos objectivos formulados, procedemos à avaliação dos alunos, quer do grupo experimental (GE) quer do grupo de controlo (GC), em dois momentos: antes da

aplicação do tratamento (pré-teste) e após a sua conclusão (pós-teste). Esta avaliação, de índole quantitativa, integra as variáveis mais ligadas à aprendizagem na matemática.

Quanto as variáveis mais ligadas à aprendizagem na matemática, tomamos os seus desempenhos em provas especificamente por nós construídas. Estas provas (pré-teste e pós-teste), bem como as instruções de correcção encontram-se em anexos I e II).

As referidas provas de (pré-teste e pós-teste) foram elaborados após consulta dos arquivos de grupo de várias escolas a fim de determinar a tipologia das questões mais habituais, bem como os conteúdos que geralmente merecem mais atenção por parte dos professores, tendo sempre em vista o programa da disciplina e os objectivos do nosso estudo. Obtida uma primeira versão foi pedido o parecer dos juízes (o nosso orientador, colegas, delegados de grupos e outros professores. Feitas as alterações recomendadas, as referidas provas, obteve-se a versão final que foram depois aplicadas.

Na sua versão final estas provas constam dum teste sobre conteúdos relacionados com equações do 2º grau, designado por te (teste equações). Cada teste, previsto para 90 minutos, integrava componentes de três domínios diferentes: (1) domínio de conhecimento, situações que envolvem basicamente a evocação de factos; (2) o domínio de compreensão, situações que implicam a aplicação de conhecimentos; (3) resolução de problemas, situações geradoras de perplexidade e envolvendo algo de novo.

O Pré – Teste

O Pré – Teste na turma de controlo e na turma experimental teve as seguintes características:

- 1) Teste cotado para 100 pontos, assim distribuídos: domínio de conhecimento, 48 pontos (48%); domínio de compreensão, 30 pontos (30%); domínio de resolução de problemas, 22 pontos (22%).
- 2) O resultado obtido por cada aluno em cada domínio será traduzido em percentagem do valor total atribuído a esse domínio.

O Pós – Teste

O Pós – Teste na turma de controlo e na turma experimental teve as seguintes características:

- 1) Teste cotado para 100 pontos, assim distribuídos: domínio de conhecimento, 46 pontos (46%); domínio de compreensão, 33 pontos (33%); domínio de resolução de problemas, 21 pontos (21%).
- 2) O resultado obtido por cada aluno em cada domínio será traduzido em percentagem do valor total atribuído a esse domínio.

A Escala de Likert

As escalas de atitudes e opiniões são concebidas para medir o grau de intensidade das atitudes e das opiniões de um sujeito relativamente a um determinado fenómeno (Correia e Pardal, 1995,p.68).

Estes instrumentos permitem ao sujeito diversas opções de resposta, entre uma série graduada que lhe é proposta, acerca de um conjunto de proposições que dizem respeito a ele próprio, a outros indivíduos, a actividades diversas, a instituições, etc. As proposições componentes da escala devem ser cuidadosamente escolhidas de forma a permitirem uma efectiva medição de atitudes e de opiniões. Deste modo, características qualitativas podem posteriormente ser trabalhadas de forma quantitativa.

A construção de uma escala de atitudes e opiniões não obedece a um único procedimento, tendo ao invés uma razoável flexibilidade em face do objecto de estudo, da experiência e da sensibilidade do investigador mas, aquela característica, não se deve confundir com subjectivismo. A medição da intensidade das atitudes e opiniões de um sujeito exige a rejeição de qualquer tendência subjectiva. Se é certo que toda a avaliação é por natureza subjectiva, deve ser feito sempre um esforço para a objectivar o mais possível.

Neste âmbito, a construção de uma escala só é correcta se obedecer aos princípios de operacionalidade, de fidelidade e de validade de forma a que meçam o mais possível o que realmente se pretende medir e que forneçam resultados o mais aproximados que é possível, se reutilizadas em condições idênticas. A este propósito, as características fundamentais de um instrumento de avaliação serão desenvolvidas mais adiante neste capítulo.

Existem, no entanto, algumas dificuldades na construção da escala, em grande parte derivadas do carácter específico da recolha de informação que possibilita, e uma delas, é o estabelecimento dos intervalos de graduação.

Diversos são os tipos possíveis de escalas de medição de atitudes e opiniões, segundo Correia e Pardal (1995,p. 69): escalas de ordenação, escalas de intensidade, escala de Bogardus e escala de Lickert. Nesta investigação optamos pela escala de Lickert Porque a sua construção e uso regem-se por algumas normas muito simples.

Este tipo de escala, através do recurso a questões que oferecem um amplo conjunto de respostas, evita a rigidez e as limitações das alternativas “concordo-discordo”. Perante as questões apresentadas e, em regra, com cinco possibilidades de resposta, o inquirido indica se: concorda muito, concorda, não concorda nem discorda, discorda ou discorda muito. As respostas podem ser cotadas, respectivamente com as cotações de 0 (menos favorável ao que se pretende medir) a 16 (mais favorável). No entanto, se a proposição é negativa, a cotação tem de ser invertida. Por último, procede-se ao tratamento estatístico.

A escala de Lickert que utilizámos está inserida no anexo III. Com ela pretendemos caracterizar a atitude dos alunos perante a estratégia de ensino baseada na aplicação de avaliação formativa/formadora.

Esta caracterização abrangeu o parâmetro seguinte: a atitude dos alunos do 9º ano de escolaridade perante a aplicação da avaliação formativa/formadora na aprendizagem significativa de equações do 2º grau.

Tratamento e interpretação dos dados

O tratamento estatístico de dados foi efectuado utilizando o programa informático EXCEL.

Com a investigação procuramos obter uma resposta à questão-foco. Para que isso aconteça, formulamos hipóteses e procedemos a recolha das informações que elas exigiam. Através da análise e tratamento destas informações, obtidas a partir da aplicação dos diversos instrumentos, pudemos comparar os resultados observados com os esperados a partir das hipóteses.

Tal como referem Quivy e Campenhoudt (1998, p.211), a realidade é mais rica e mais diversificada do que as hipóteses elaboradas sobre ela. Uma observação cuidada revela frequentemente outros factos além dos esperados e outras relações não negligenciáveis.

Assim, a análise das informações permite também interpretar eventuais factos inesperados com a conseqüente revisão ou ajustamento das hipóteses. A partir daqui, poderão ser feitos aperfeiçoamentos ao modelo de análise assim como propostas pistas de reflexão para futuras investigações.

Normalmente, uma análise de dados é composta por três operações (Quivy e Campenhoudt (1998, p.216). Tendo isto em conta, a primeira operação que efectuamos consistiu na descrição dos dados, o que permitiu a sua apresentação na forma exigida pelas variáveis implicadas nas hipóteses, e de forma a que as características destas variáveis fossem claramente evidenciadas pela descrição.

Na segunda operação, procedemos à medição das relações entre as variáveis, de acordo com a forma como essas relações foram previstas pelas hipóteses. Na última etapa, comparamos as relações observadas com as que eram teoricamente esperadas a partir das hipóteses e medimos a diferença entre elas, pois desta diferença dependia o facto de as hipóteses serem ou não confirmadas.

Antes de procedermos agora à descrição do tratamento dos dados, torna-se pertinente lembrarmos questão-foco desta investigação:

- “Como poderá a avaliação formativa/formadora contribuir para a facilitação da aprendizagem significativa da Matemática?”

De forma a podermos responder à questão, aplicamos um pré-teste (anexo I) e um pós- teste (anexoII) e procedemos a análise dos seus resultados e respectiva comparação de forma a determinar se a evolução foi mais favorável na turma experimental ou turma de controlo. Ambos os documentos foram validados por um painel constituído por dois professores do ensino secundário com experiência no ensino da Matemática e por um professor do ensino superior. O pré-teste foi aplicado no mês de Março e o pós-teste no mês de Maio.

CAPÍTULO VI – RESULTADOS OBTIDOS

1. Resultados do pré-teste

1.1. Resultados globais do pré-teste na turma experimental

O pré-teste foi sujeito a uma análise estatística simples. Os resultados globais desse pré-teste na turma experimental constam na seguinte tabela:

Tabela VIII– Resultados globais do pré-teste na turma experimental

Percentagem	Frequência Absoluta	Média		
x_i	f_i	$x_i - \bar{x}_a$	$(x_i - \bar{x}_a)^2$	$f_i(x_i - \bar{x}_a)^2$
12	1	-30	900	900
18	1	-24	576	576
21	1	-21	441	441
22	1	-20	400	400
25	2	-17	289	578
27	1	-15	225	225
28	1	-14	196	196
31	3	-11	121	363
35	1	-7	49	49
37	3	-5	25	75
50	2	8	64	128
51	1	9	81	81
52	1	10	100	100
53	1	11	121	121
57	1	15	225	225
62	1	20	400	400
70	1	28	784	784
71	1	29	841	841
75	1	33	1089	1089
81	1	39	1521	1521
Total:	26		$\sum f_i(x_i - \bar{x}_a)^2$	9088

A variância resulta da seguinte fórmula:

$$\sigma^2 = \frac{\sum f_i(x_i - \bar{x}_a)^2}{\sum f_i}$$

$$\sigma^2 = 350$$

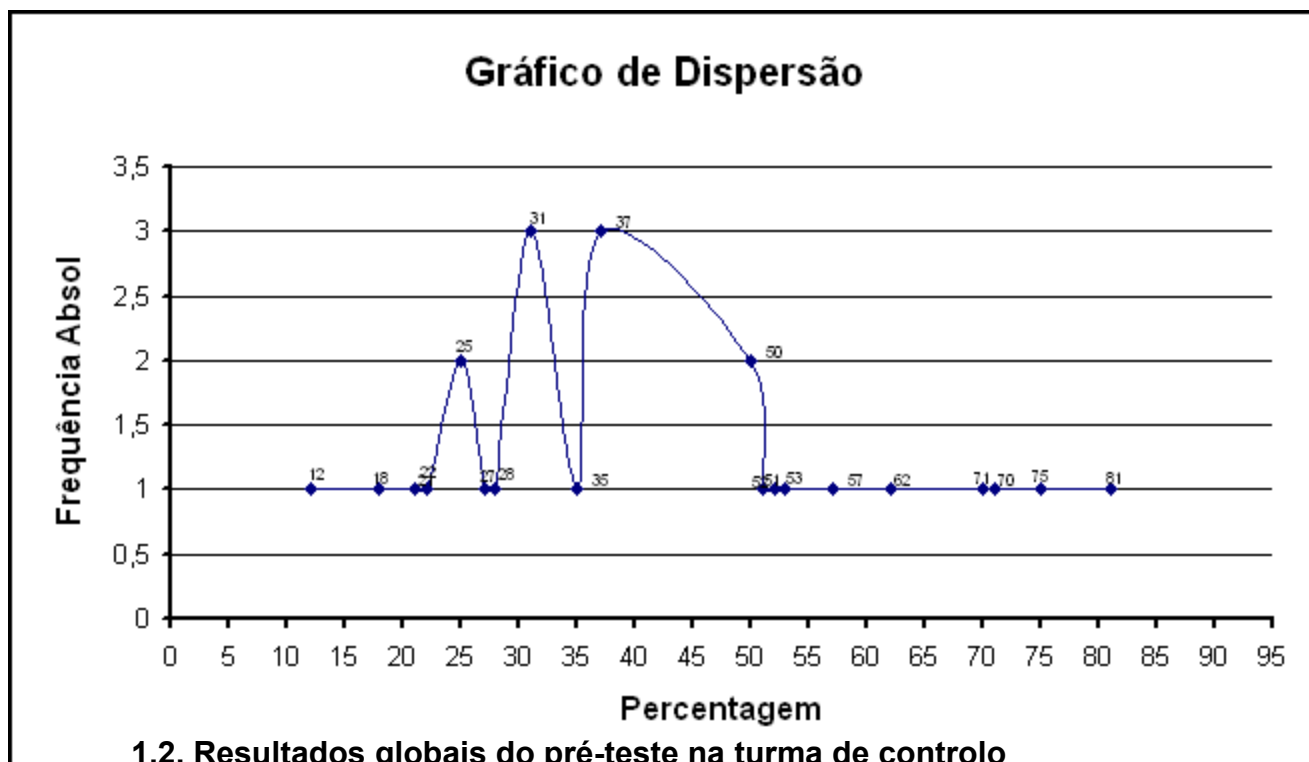
Por sua vez o desvio padrão resulta da raiz quadrada da variância:

$$\sigma = 18.7$$

A média aritmética ponderada é a seguinte:

$$\bar{X}_A = 42$$

Gráfico I - Gráfico de Dispersão – Turma experimental - Pré -Teste



Os resultados globais do pré-teste na turma de controlo constam na seguinte tabela:

Tabela IX– Resultados globais do pré-teste na turma de controlo

Percentagem	freq. Absoluta	Média		
xi	fi	xi- \bar{x}_a	(xi- \bar{x}_a) ²	fi(xi- \bar{x}_a) ²
5	1	-35	1225	1225
15	1	-25	625	625
17	2	-23	529	1058
23	1	-17	289	289
25	1	-15	255	225
27	2	-13	169	338
31	1	-9	81	81
37	3	-3	9	27
50	3	10	100	300
51	2	11	121	242
53	1	13	169	169
55	1	15	225	225
57	2	17	289	578
60	1	20	400	400
63	1	23	529	529
72	1	32	1024	1024
$\sum f_i(xi - \bar{x}_a)^2$				7335

A variância resulta da seguinte fórmula:

$$\sigma^2 = \frac{\sum f_i(xi - \bar{x}_a)^2}{\sum f_i}$$

$$\sigma^2 = 305.63$$

Por sua vez o desvio padrão resulta da raiz quadrada da variância:

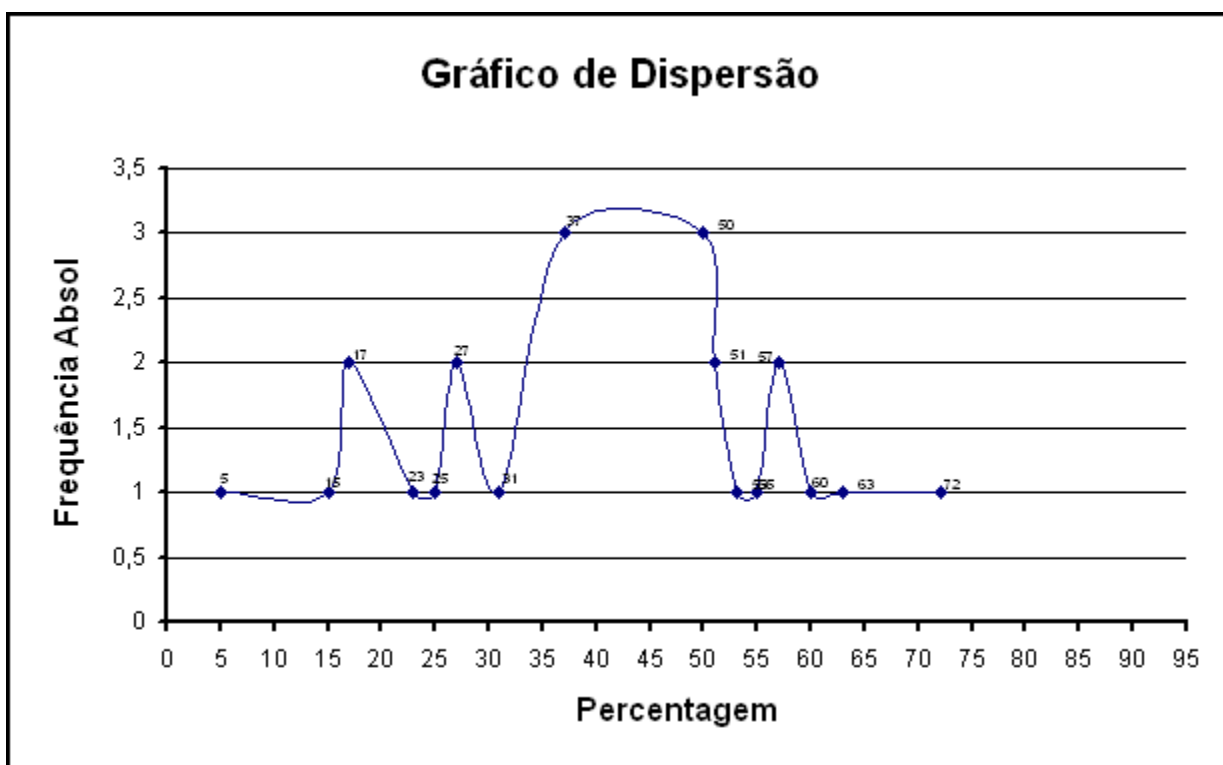
$$\sigma = 17.48$$

A média aritmética ponderada é a seguinte:

—

$$X_A = 40$$

Gráfico II - Gráfico de Dispersão – Turma de controlo - Pré -Teste



2. Resultados do pós-teste

2.1 Resultados globais do pós-teste na turma experimental

Os resultados globais desse pós-teste na turma experimental constam na seguinte tabela:

Tabela X- Resultados globais do pós-teste na turma experimental

Percentagem	Frequência Absoluta	Média		
x_i	f_i	$x_i - \bar{x}_a$	$(x_i - \bar{x}_a)^2$	$f_i(x_i - \bar{x}_a)^2$
11	1	-43	1849	1849
21	1	-33	1089	1089
23	1	-31	961	961
30	1	-24	576	576
32	1	-22	484	484
35	1	-19	361	361
37	1	-17	289	289
40	2	-14	196	392
50	1	-4	16	16
51	1	-3	9	9
52	2	-2	4	8
57	2	3	9	18
59	1	5	25	25
60	1	6	36	36
65	2	11	121	242
67	1	13	169	169
70	1	16	256	256
80	1	26	676	676
81	1	27	729	729
83	1	29	841	841
91	1	37	1369	1369
92	1	38	1444	1444
Total:	26		$\sum f_i(x_i - \bar{x}_a)^2$	11887

A variância resulta da seguinte fórmula:

$$\sigma^2 = \frac{\sum f_i(x_i - \bar{x}_a)^2}{\sum f_i}$$

$$\sigma^2 = 457.20$$

Por sua vez o desvio padrão resulta da raiz quadrada da variância:

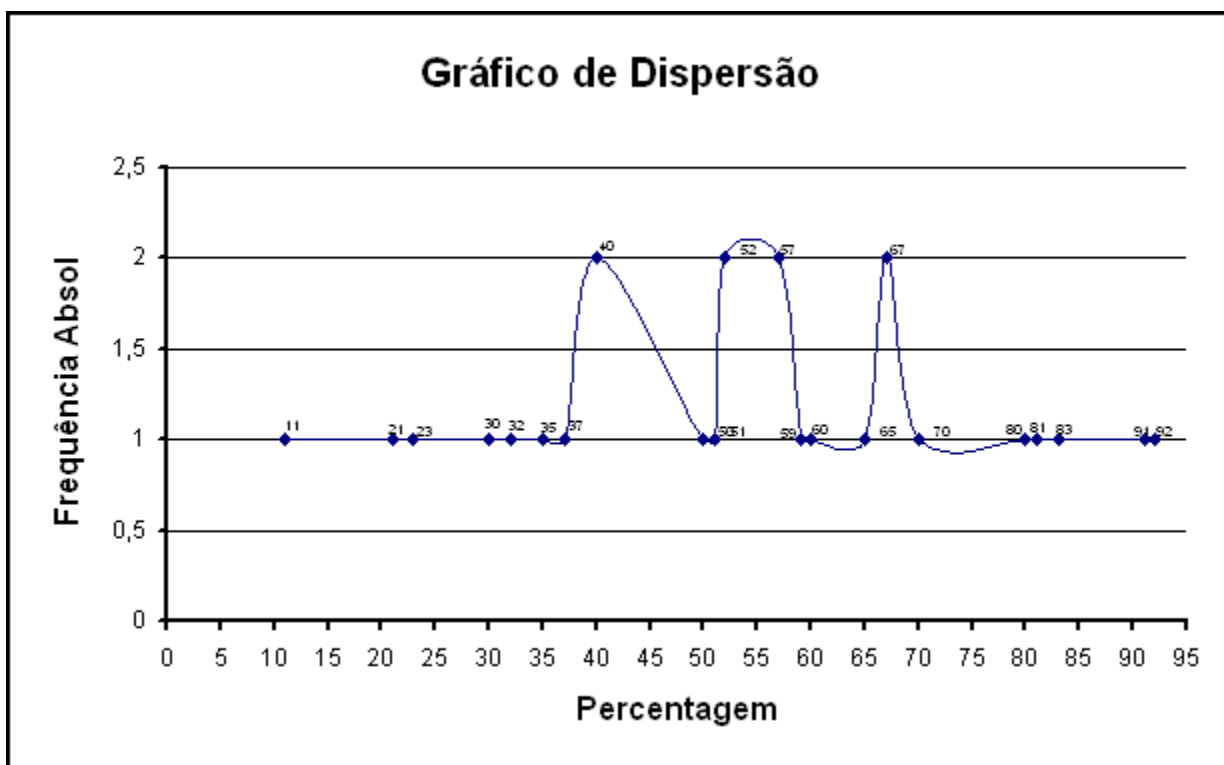
$$\sigma = 21.38$$

A média aritmética ponderada é a seguinte:

—

$$X_A = 54$$

Gráfico III Gráfico de Dispersão – Turma experimental – Pós – teste



2.2. Resultados globais do pós-teste na turma de controlo

O pós-teste foi sujeito a uma análise estatística simples. Os resultados globais desse pós-teste na turma de controlo constam na seguinte tabela:

Tabela XI– Resultados globais do pós-teste na turma de controlo

Percentagem	Frequência Absoluta	Média		
xi	fi	$xi - \bar{xa}$	$(xi - \bar{xa})^2$	$fi(xi - \bar{xa})^2$
12	1	-29	841	841
15	1	-26	676	676
18	1	-23	529	529
21	1	-20	400	400
22	1	-19	361	361
23	1	-18	324	324
24	1	-17	289	289
25	1	-16	256	256
27	1	-14	196	196
40	1	-1	1	1
42	2	1	1	2
50	2	9	81	162
52	1	11	121	121
53	3	12	144	432
55	2	14	196	392
57	1	16	256	256
62	1	21	441	441
70	1	29	841	841
73	1	32	1024	1024
Total:	24		$\sum fi(xi - \bar{xa})^2$	7544

A variância resulta da seguinte fórmula:

$$\sigma^2 = \frac{\sum fi(xi - \bar{xa})^2}{\sum fi}$$

Por sua vez o desvio padrão resulta da raiz quadrada da variância:

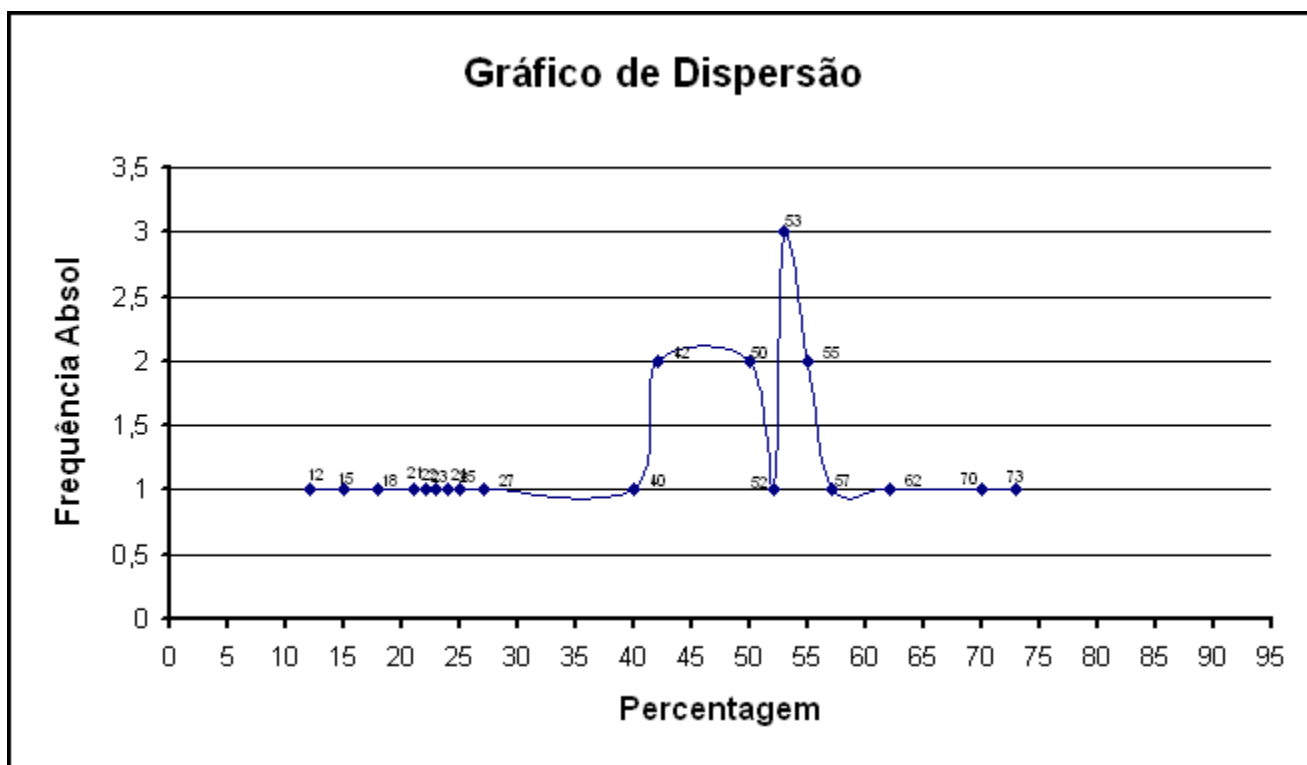
$$\sigma = 17.73$$

A média aritmética ponderada é a seguinte:

—

$$X_A = 41$$

Gráfico IV - Gráfico de Dispersão – Turma de Controlo - Pós-Teste



Tratamento separado por cada objectivo

Tal como se disse atrás, para além do tratamento global dos dados recolhidos com os testes, fez-se um tratamento separadamente para cada um dos seguintes objectivos gerais: conhecimento, compreensão e resolução de problemas.

Tabela XII.3 - Resultados em percentagem do *Pré-teste* obtidos pelos alunos da *turma de controlo* nos três domínios – (conhecimentos, compreensão e resolução de problemas)

GRUPO	N	Domínio de	Domínio de	Domínio de	Total
-------	---	------------	------------	------------	-------

GC – Pré-teste		conhecimento	compreensão	resolução de Problemas	
	1	8,2	4,5	2,3	15%
	2	11,04	6,9	5,06	23%
	3	14,88	9,3	6,82	31%
	4	30	18	2,2	50%
	5	24,48	15,3	11,22	51%
	6	17,77	11,1	8,14	37%
	7	14,9	9	1,1	25%
	8	15,36	9,3	2,2	27%
	9	23,04	18,2	8,8	50%
	10	24,48	15,3	11,22	51%
	11	8,16	5,1	3,74	17%
	12	17,76	11,1	8,14	37%
	13	25,44	15,9	11,66	53%
	14	28,8	18	13,2	60%
	15	27,33	17,1	12,54	57%
	16	8,16	5,1	3,74	17%
	17	26,4	16,5	12,1	55%
	18	15,4	9,3	2,2	27%
	19	27,36	17,1	12,54	57%
	20	30,24	18,9	13,86	63%
	21	17,76	11,1	8,14	37%
	22	3	1,8	0,22	5%
	23	30	18	2,2	50%
	24	34,56	12,65	6,71	72%

Tabela XIII.4 - Resultados em percentagem do *Pré-teste* obtidos pelos alunos da *turma experimental* nos três domínios – (conhecimentos, compreensão e resolução de problemas)

GRUPO	N	Domínio de conhecimento	Domínio de compreensão	Domínio de resolução	Total

GE – Pré-teste				de Problemas	
	1	14,40	9,0	7,48	31%
	2	10,56	6,6	4,84	22%
	3	15,84	10,20	8,58	35%
	4	8,64	5,4	3,96	18%
	5	16,8	10,5	9,24	37%
	6	25,44	15,9	11,6	53%
	7	12	7,5	5,5	25%
	8	17,76	11,1	8,12	37%
	9	14,40	9,0	7,48	31%
	10	24,96	15,6	11,44	52%
	11	12,96	8,1	5,94	27%
	12	33,6	21	15,4	70%
	13	13,44	8,4	6,16	28%
	14	34,08	21,30	15,62	71%
	15	12	7,5	5,5	25%
	16	28,8	18	14,96	62%
	17	16,8	10,5	9,24	37%
	18	24,48	15,3	11,22	51%
	19	5,76	3,6	2,64	12%
	20	36	22,5	16,5	75%
	21	27,36	17,1	12,54	57%
	22	10,08	6,3	4,62	21%
	23	24	15	11	50%
	24	38,88	24,30	17,82	81%
	25	24	15	11	50%
	26	14,40	9,0	7,48	31%

Tabela XIV.5 - Resultados em percentagem do Pós-teste obtidos pelos alunos da turma de controlo nos três domínios – (conhecimentos, compreensão e resolução de problemas)

GRUPO	N	Domínio de conhecimento	Domínio de compreensão	Domínio de resolução de Problemas	Total
GC –					
Pós-teste					
	1	12,96	8,1	5,94	27%
	2	12	7,5	5,5	25%
	3	10,08	6,3	4,62	21%
	4	25,44	15,9	11,6	53%
	5	27,36	17,1	12,54	57%
	6	19,2	12	8,8	40%
	7	11,04	6,9	5,06	23%
	8	11,52	7,2	5,28	24%
	9	24	15	11	50%
	10	24,48	15,3	11,22	51%
	11	10,56	6,6	4,84	22%
	12	20,16	12,6	9,24	42%
	13	24,96	15,6	11,44	52%
	14	26,4	16,5	12,1	26,4%
	15	20,16	12,6	9,24	42%
	16	7,2	4,5	3,3	15%

	17	25,44	15,9	11,6	53%
	18	8,64	5,4	3,96	18%
	19	29,76	18,6	13,64	62%
	20	33,6	21	15,40	70%
	21	20,16	12,6	9,24	42%
	22	5,76	3,6	2,64	12%
	23	26,4	16,5	12,1	55%
	24	35,04	21,9	16,06	73%

Tabela XV.6 - Resultados em percentagem do *Pós-teste* obtidos pelos alunos da *turma experimental* nos três domínios – (conhecimentos, compreensão e resolução de problemas)

GRUPO	N	Domínio de conhecimento	Domínio de compreensão	Domínio de resolução de Problemas	Total
GE – Pós-teste					
	1	27,36	17,1	12,54	57%
	2	15,36	9,6	7,04	32%
	3	24,48	15,3	11,22	51%
	4	17,76	11,1	8,14	37%
	5	24,96	15,6	11,44	52%
	6	33,6	21,0	15,4	70%
	7	14,4	9,0	6,6	30%
	8	28,32	17,7	12,98	59%
	9	19,20	12	8,8	40%
	10	32,16	20,1	14,74	67%
	11	11,04	6,9	5,06	23%
	12	39,84	24,90	18,26	83%
	13	19,2	12	8,8	40%
	14	43,68	27,30	20,02	91%
	15	27,3	17,1	12,54	57%
	16	38,88	24,30	17,82	81%
	17	24,96	15,6	11,44	52%

	18	32,16	20,10	14,74	67%
	19	5,28	3,3	2,42	11%
	20	38,40	24	17,6	80%
	21	31,20	19,5	14,30	65%
	22	10,08	6,3	4,62	21%
	23	24	15	11	50%
	24	44,16	27,6	20,24	92%
	25	28,8	18	13,20	60%
	26	16,8	10,5	7,7	35%

2.3. Resultados do pré-teste no domínio de *conhecimentos* na *turma de controlo* foram sujeitos a uma análise estatística simples

Tabela XVII.9 – Resultados do *pré-teste* no domínio de *conhecimentos* na *turma de controlo*

Percentagem	Frequência Absoluta
-------------	---------------------

xi	fi
3	1
8,16	2
8,2	1
11,04	1
14,88	1
14,90	1
15,36	2
17,77	3
24,48	2
25,44	1
26,4	1
27,36	2
28,8	1
30	3
30,24	1
34,56	1
Total:	24

A variância resulta da seguinte fórmula:

$$\sigma^2 = \frac{\sum f_i(x_i - \bar{x})^2}{\sum f_i}$$

$$\sigma^2 = 87,90$$

Por sua vez o desvio padrão resulta da raiz quadrada da variância:

$$\sigma = 9,38$$

A média aritmética ponderada é a seguinte:

—

$$X_A = 20,19$$

2.4. Resultados do pré-teste no domínio de *compreensão* na turma de controlo foram sujeitos a uma análise estatística simples

Constam na seguinte tabela:

Tabela XVII.10 – Resultados do pré-teste no domínio de compreensão na turma de controlo

Percentagem	Frequência Absoluta
x_i	f_i
1,8	1
4,5	1
5,1	2
6,9	1
9	1
9,3	3
11,1	3
18	4
15,3	2
15,9	1
16,5	1
17,1	2
18,9	1
12,65	1
Total:	24

A variância resulta da seguinte fórmula:

$$\sigma^2 = \frac{\sum f_i(x_i - \bar{x})^2}{\sum f_i}$$

$$\sigma^2 = 176,86$$

Por sua vez o desvio padrão resulta da raiz quadrada da variância:

$$\sigma = 13,30$$

A média aritmética ponderada é a seguinte:

—

$$X_A = 12,65$$

2.5. Os resultados do pré-teste no domínio de *resolução de problemas* na *turma de controlo* foram sujeitos a análise estatística simples.

Constam na seguinte tabela:

Tabela XVIII.11 – Resultados do pré-teste no domínio *resolução de problemas* na *turma de controlo*

Percentagem	Frequência Absoluta
xi	fi
0,22	1
1,1	1
2,2	6
3,74	2
5,03	1
6,71	1

6,82	1
8,14	3
11,22	2
11,66	1
12,1	1
12,54	2
13,2	1
13,86	1
Total:	24

A variância resulta da seguinte fórmula:

$$\sigma^2 = \frac{\sum fi(xi - \bar{xa})^2}{\sum fi}$$

$$\sigma^2 = 280,57$$

Por sua vez o desvio padrão resulta da raiz quadrada da variância:

$$\sigma = 16,75$$

A média aritmética ponderada é a seguinte:

$$X_A = 6,71$$

2.6. Os Resultados do *pré-teste* no domínio de *conhecimentos* na *turma experimental* foram sujeitos a análise estatística simples.

Constam na seguinte tabela:

Tabela XIX.12 – Resultados do *pré-teste* no domínio de *conhecimentos* na *turma experimental*

Percentagem	Frequência Absoluta
xi	fi
5,76	1
8,76	1
10,56	2
12	2
12,96	1
13,44	1
14,40	3
15,24	1
17,76	3
24	1
24,48	2
24,96	1
25,44	1
27,36	1
28,8	1
33,6	1
34,08	1
36	1
38,88	1
Total:	26

A variância resulta da seguinte fórmula:

$$\sigma^2 = \frac{\sum f_i(x_i - \bar{x})^2}{\sum f_i}$$

$$\sigma^2 = 116,74$$

Por sua vez o desvio padrão resulta da raiz quadrada da variância:

$$\sigma = 10,80$$

A média aritmética ponderada é a seguinte:

—

$$X_A = 19,44$$

2.7. Resultados do pré-teste no domínio de *compreensão* na *turma experimental* foram sujeitos a uma análise estatística simples.

Os resultados do pré-teste “domínio compreensão” na turma de controlo constam na seguinte tabela:

Tabela XX.13 – Resultados do pré-teste no domínio de compreensão na turma experimental

Percentagem	Frequência Absoluta
x_i	f_i
3,6	1
5,4	1
6,6	2
7,5	2
8,1	1
8,4	1

9	3
10,2	1
11,1	3
15	1
15,3	2
15,6	1
15,9	1
17,1	1
18	1
21	1
21,3	1
22,5	1
24,3	1
Total:	26

A variância resulta da seguinte fórmula:

$$\sigma^2 = \frac{\sum f_i(x_i - \bar{x})^2}{\sum f_i}$$

$$\sigma^2 = 213,145$$

Por sua vez o desvio padrão resulta da raiz quadrada da variância:

$$\sigma = 14,60$$

A média aritmética ponderada é a seguinte:

—

$$X_A = 12,16$$

2.8. Resultados do pré-teste no domínio de *resolução de problemas na turma experimental* foram sujeitos a análise estatística simples

Constam na seguinte tabela:

Tabela XXII.14 – Resultados do pré-teste no domínio de resolução de problemas na turma experimental

Percentagem	Frequência Absoluta
xi	fi
2,64	1
3,96	1
4,84	2
5,5	2
5,94	1
6,16	1
7,48	3
8,5	1
8,12	3
11	1
11,22	2
11,4	1
11,6	1
12,54	1
14,96	1
15,4	1
15,82	1
16,5	1
17,82	1
Total:	26

A variância resulta da seguinte fórmula:

$$\sigma^2 = \frac{\sum fi(xi - \bar{xa})^2}{\sum fi}$$

$$\sigma^2 = 303,76$$

Por sua vez o desvio padrão resulta da raiz quadrada da variância:

$$\sigma = 17,43$$

A média aritmética ponderada é a seguinte:

—

$$X_A = 9,25$$

2.9. Resultados do pós-teste no domínio de conhecimentos na turma de controlo foram sujeitos a uma análise estatística simples

Constam na seguinte tabela:

Tabela XXII.15 – Resultados do pós-teste no domínio de conhecimentos na turma de controlo

Percentagem	Frequência Absoluta
xi	fi
5,76	1
7,2	1
8,64	1
10,08	1
10,56	1
11,04	1
11,52	1
12	1
12,92	1
19,2	1
20,16	3
24	1
24,48	1
24,96	1

25,44	2
26,4	2
27,36	1
29,76	1
33,6	1
35,05	1
Total:	24

A variância resulta da seguinte fórmula:

$$\sigma^2 = \frac{\sum f_i(x_i - \bar{x}_a)^2}{\sum f_i}$$

$$\sigma^2 = 89,89$$

Por sua vez o desvio padrão resulta da raiz quadrada da variância:

$$\sigma = 9,48$$

A média aritmética ponderada é a seguinte:

—

$$X_A = 19,68$$

2.10. Resultados do pós-teste no domínio de compreensão na turma de controlo foram sujeitos a uma análise estatística simples

Constam na seguinte tabela:

Tabela XXIII.16 – Resultados do pós-teste no domínio de compreensão na turma de controlo

Percentagem	Frequência Absoluta
xi	fi
3,6	1
4,5	1
5,4	1
6,3	1
6,6	1
6,9	1
7,2	1
7,5	1
8,1	1
12	1
12,6	3
15	1
15,3	1
15,6	1
15,9	2
16,5	2
17,1	1
18,1	1
21	1

21,9	1
Total:	24

A variância resulta da seguinte fórmula:

$$\sigma^2 = \frac{\sum f_i(x_i - \bar{x}_a)^2}{\sum f_i}$$

$$\sigma^2 = 164,34$$

Por sua vez o desvio padrão resulta da raiz quadrada da variância:

$$\sigma = 12,82$$

A média aritmética ponderada é a seguinte:

—

$$X_A = 12,30$$

2.11. Resultados do pós-teste no domínio de resolução de problemas na turma de controlo foram sujeitos a análise estatística simples

Constam na seguinte tabela:

Tabela XXIV.17 – Resultados do pós-teste no domínio de resolução de problemas na turma de controlo

Percentagem	Frequência Absoluta
x_i	f_i
2,64	1
3,3	1
3,94	1
4,62	1
4,84	1
5,06	1
5,28	1
5,5	1
5,94	1
8,8	1
9,24	3
11	1

11,22	1
11,44	1
11,6	2
12,1	2
12,54	1
13,64	1
15,40	1
16,06	1
Total:	24

A variância resulta da seguinte fórmula:

$$\sigma^2 = \frac{\sum f_i(x_i - \bar{x}_a)^2}{\sum f_i}$$

$$\sigma^2 = 239,49$$

Por sua vez o desvio padrão resulta da raiz quadrada da variância:

$$\sigma = 15,48$$

A média aritmética ponderada é a seguinte:

—

$$X_A = 9,015$$

2.12. Resultados do pós-teste no domínio de conhecimentos na turma experimental foram sujeitos a uma análise estatística simples

Constam na seguinte tabela:

Tabela XXVI.18 – Resultados do pós-teste no domínio de conhecimentos na turma experimental

Porcentagem	Frequência Absoluta
xi	fi
5,28	1
10,08	1
11,04	1
14,40	1
15,36	1
16,80	1
17,76	1
19,20	2
24	1
24,48	1
24,96	2
27,36	2
28,32	1
28,80	1
31,20	1
32,16	2
33,60	1
38,40	1
38,88	1
39,84	1
43,68	1
44,16	1

Total:	26
--------	----

A variância resulta da seguinte fórmula:

$$\sigma^2 = \frac{\sum f_i(x_i - \bar{x}_a)^2}{\sum f_i}$$

$$\sigma^2 = 105,10$$

Por sua vez o desvio padrão resulta da raiz quadrada da variância:

$$\sigma = 10,25$$

A média aritmética ponderada é a seguinte:

—

$$X_A = 25,90$$

2.13. Resultados do pós-teste no domínio de compreensão na turma de experimental foram sujeitos a uma análise estatística simples

Constam na seguinte tabela:

Tabela XXVII.19 – Resultados do pós-teste no domínio de compreensão na turma de experimental

Percentagem	Frequência Absoluta
x_i	f_i
3,3	1
6,3	1
6,9	1
9	1
9,6	1
10,5	1
11,1	1
12	2
15	1
15,3	1
15,6	2
17,1	2
17,7	1
18	1
19,5	1

20,1	2
21	1
24	1
24,30	1
24,90	1
27,30	1
27,60	1
Total:	26

A variância resulta da seguinte fórmula:

$$\sigma^2 = \frac{\sum fi(xi - \bar{xa})^2}{\sum fi}$$

$$\sigma^2 = 137,45$$

Por sua vez o desvio padrão resulta da raiz quadrada da variância:

$$\sigma = 11,72$$

A média aritmética ponderada é a seguinte:

—

$$X_A = 16,20$$

2.14. Resultados do pós-teste no domínio de resolução de problemas na turma experimental foram sujeitos a análise estatística simples

Constam na seguinte tabela:

Tabela XXVII.20 – Resultados do pós-teste no domínio de resolução de problemas na turma experimental

Percentagem	Frequência Absoluta
xi	fi
2,42	1
4,62	1
5,06	1
6,60	1
7,04	1
7,70	1
8,14	1
8,80	2
11	1
11,22	1
11,44	2
12,54	2
12,98	1
13,20	1
14,30	1
14,74	2
15,40	1
17,60	1
17,82	1
18,26	1
20,02	2
Total:	26

A variância resulta da seguinte fórmula:

$$s^2 = \frac{\sum f_i(x_i - \bar{x})^2}{\sum f_i}$$

$$\sigma^2 = 215,67$$

Por sua vez o desvio padrão resulta da raiz quadrada da variância:

$$\sigma = 14,69$$

A média aritmética ponderada é a seguinte:

—

$$X_A = 11,58$$

Na tabela seguinte, apresentamos, respectivamente, os valores obtidos nos testes te (média e desvio padrão), nos dois momentos de avaliação (pré-teste e pós-teste).

Tabela XXVIII.8 – Resultados no teste te nos dois grupos (média e desvio padrão)

DOMÍNIO	GRUPO	N	PRÉ -TESTE		PÓS-TESTE	
			Média	DP	Média	DP
Conhecimento (tecnh)	GC	24	20,19	9,38	19,34	9,48
	GE	26	19,44	10,80	20,11	10,25
Compreensão (tecmp)	GC	24	12,65	13,30	12,09	12,82
	GE	26	12,16	14,60	12,57	11,72
Resolução de problemas (terpr)	GC	24	6,71	16,75	8,54	15,48
	GE	26	9,25	17,43	9,21	14,69

Os alunos foram avaliados num momento anterior à implementação do “tratamento” (pré-teste) e no seu final (pós-teste). As análises efectuadas consideram as comparações entre grupos e, simultaneamente, as evoluções havidas ao longo da aplicação do “tratamento” em cada um dos grupos.

Sem entrar, com considerações sobre níveis de significância estatística, os valores obtidos no pré-teste (te) permitem-nos constatar que os alunos do grupo de controlo (GC) partem de um melhor desempenho quer no domínio de conhecimento quer no domínio de compreensão. Porém, na resolução de problemas a situação altera-se, destacando-se agora o grupo experimental (GE), parecendo indicar que na resolução de problemas não basta saber operar e compreender os conceitos em jogo.

Passando agora à análise dos valores obtidos no pós-teste te e tendo ainda em conta os resultados do pré-teste, as oscilações observadas permitem-nos destacar o seguinte:

- O grupo GE foi o único que melhorou o rendimento em todos os domínios, suplantando no final, o grupo GC;

- O grupo GC, embora tendo aumentado o rendimento no domínio de resolução de problemas, verificou-se uma ligeira descida nos domínios de conhecimento e de compreensão.

Ainda em relação ao pré-teste, somos tentados a realçar o facto de, no domínio de conhecimento, os níveis de rendimento se apresentarem na mesma ordem dos níveis etários e do número de reprovações anteriores, o que, e tendo em conta tratar-se de conteúdos de carácter geral já abordados no programa do 8º ano, poderá estar ligado a uma maior familiarização dos alunos com o tipo de questões apresentadas, sem que isso implique maior compreensão ou capacidade de utilização dos conhecimentos na resolução de problemas, de facto, nestes domínios apresentam melhores resultados os alunos mais novos e com melhores desempenhos anteriores (GC).

Os resultados da comparação dos grupos GC e GE relativa ao pré-teste e pós-teste permite-nos constatar que o grupo experimental (GE) foi o único que progrediu em todos os domínios, com excepção no domínio de resolução de problemas que baixou ligeiramente. O grupo de controlo (GC) apenas conseguiu melhorar os seus desempenhos no domínio de resolução de problemas onde, mesmo assim não conseguiu suplantar o grupo experimental (GE).

O efeito do “Tratamento” parece reflectir-se em todos os domínios contemplados, principalmente no que se refere aos conteúdos, nele trabalhados e avaliados no teste te (equações do 2º grau). Em todos eles, o grupo experimental (GE) partiu da posição menos favorável e atingiu a media mais elevada. No nosso entender, os bons resultados obtidos pelo grupo experimental (GE) ficaram a dever-se:

- à criação e organização de ambientes onde, os estudantes tiveram oportunidades para demonstrarem os seus interesses pelo estudo da Matemática, trabalhando em grupo e partilhando opiniões num debate grupo/turma, discutindo ideias apresentadas, conferenciando, participando em projectos e outras actividades de interesse no campo dos estudos matemáticos.
- à criação e organização de ambientes ricos de informação e experiências, estimulando o aluno para que sinta necessidade e prazer em procurar e construir os conhecimentos, partindo de conceitos concretos, através de situações práticas, de construção de mapas de conceitos e materiais manipulativos.
- à criação de um ambiente social facilitador do diálogo aluno/professor e aluno/aluno, que contempla o confronto cognitivo e a partilha de experiências, possibilitando evidenciar dificuldades e representações subjectivas de conhecimento.

3. Resultados obtidos com a escala de Lickert

Tal como se disse atrás, na escala de Lickert aplicada aos alunos havia itens com objectivos iguais, construídos de maneiras diferentes e colocados

desordenadamente. Esses itens com objectivos idênticos procuraram recolher dados correspondentes às seguintes categorias:

Tabela XXIX.1 - Estudo de Coerência na Escala de Likert

Categories	Itens
A – Abordagem da resolução de equações do 2º grau	a – Gostei do modo como aprendi a resolução de equações do 2º grau j - O modo como foi abordada a resolução de equações do 2º grau não foi eficiente
B– Ensino das equações do 2º grau	b - O ensino das equações do 2º grau foi interessante g - O ensino das equações do 2º grau deveria ser bastante melhorado
C – Tradução dos problemas em equações	c - Achei simples a tradução de um problema em equações f - Equacionar um problema não é fácil i) A passagem de um problema para equações foi difícil k) Achei acessível o processo de passagem de um problema para equações
D – Compreensão do conceito de equação	d) A discussão do conceito de equações foi enriquecedora e) O conceito de equações foi eficientemente abordado entre nós h) A estratégia para compreender o conceito de equações não foi a melhor l) Deveria ter-se adoptado um processo mais eficiente para ajudar a compreender

o que é uma equação

Pelo facto de serem itens respeitantes a categorias iguais e colocados desordenadamente, o objectivo é verificar qual a posição dos alunos face a cada uma destas categorias tentando ao mesmo tempo garantir a fiabilidade interna das respostas com base na sua coerência interna.

Alguns itens foram colocados de forma afirmativa e outros de forma negativa.

Nos itens afirmativos os pontos foram atribuídos por ordem decrescente: +16, +12, +8, +4, 0, como a seguir se indica:

Escala de Avaliação

	+16	+12	+8	+4	0
	Concordo Muito	Concordo	Não Concordo Nem Discordo	Discordo	Discordo Muito
	CM	C	NCD	D	DM

Nos itens negativos os pontos foram atribuídos por ordem crescente: 0,+4,+8,+12,+16, como a seguir se indica:

Escala de Avaliação

	0	+4	+8	+12	16
	Concordo Muito	Concordo	Não Concordo Nem Discordo	Discordo	Discordo Muito
	CM	C	NCD	D	DM

Finalmente foi feita uma tabela para ilustrar se há ou não coerência nas respostas dos alunos.

Para cada categoria atribuímos uma classificação. Esta classificação foi definida de acordo com três parâmetros: Coerência Total, Coerência Aceitável e Incoerência.

O aluno 1:

no item *a* respondeu C – “concordo”

no item *j* respondeu D – “discordo”

Categoria	Item a	C	Coerência
A	Item j	D	Total

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *b* respondeu C – “concordo”

no item *g* respondeu D – “discordo”

Categoria	Item b	C	Coerência
B	Item g	D	Total

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *c* respondeu C – “concordo”

no item *f* respondeu D – “discordo”

no item *i* respondeu D – “discordo”

no item *k* respondeu C – “concordo”

Categoria C	Item c	C	Coerência
	Item f	D	
	Item i	D	
	Item k	C	Total

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *d* respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

no item *e* respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

no item *h* respondeu NCD – “não concordo nem discordo ”

no item *l* respondeu NCD – “não concordo nem discordo ”

Categoria D	Item d	NCD	Coerência Total
	Item e	NCD	
	Item h	NCD	
	Item l	NCD	

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

O aluno 2:

no item *a* respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

no item *j* respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

Categoria A	Item a	NCD	Coerência Total
	Item j	NCD	

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *b* respondeu C – “concordo”

no item *g* respondeu D – “discordo”

Categoria B	Item b	C	Coerência Total
	Item g	D	

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *c* respondeu D – “discordo”

no item *f* respondeu C – “concordo”

no item i respondeu C – “concordo”

no item k respondeu D – “discordo”

Categoria C	Item c	D	Coerência
	Item f	C	
	Item i	C	
	Item k	D	Total

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item d respondeu CM – “concordo muito”

no item e respondeu CM– “concordo muito”

no item h respondeu DM – “discordo muito”

no item l respondeu DM – “discordo muito”

Categoria D	Item d	CM	Coerência
	Item e	CM	
	Item h	DM	
	Item l	DM	Total

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

O aluno 3:

no item a respondeu C – “concordo”

no item j respondeu D – “discordo”

Categoria A	Item a	C	Coerência Total
	Item j	D	

Como se verifica na tabela há coerência nas respostas

no item b respondeu C – “concordo”

no item g respondeu D – “concordo”

Categoria	Item b	C	Coerência
B	Item g	D	Total

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *c* respondeu C – “concordo”

no item *f* respondeu C – “concordo”

no item *i* respondeu C – “concordo”

no item *k* respondeu C – “concordo”

Categoria C	Item c	C	Incoerência
	Item f	C	
	Item i	C	
	Item k	C	

Como se verifica na tabela há incoerência nas respostas

no item *d* respondeu C – “concordo”

no item *e* respondeu C – “concordo”

no item *h* respondeu D – “discordo”

no item *l* respondeu D – “discordo”

Categoria D	Item d	C	Coerência
	Item e	C	
	Item h	D	Total
	Item l	D	

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

O aluno 4:

no item *a* respondeu D – “discordo”

no item *j* respondeu CM – “concordo muito”

Categoria	Item a	D	Coerência
A	Item j	CM	Aceitável

Como se verifica na tabela há coerência aceitável nas respostas

no item *b* respondeu DM – “discordo”

no item *g* respondeu CM – “concordo muito”

Categoria	Item b	DM	Coerência
B	Item g	CM	Total

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *c* respondeu CM – “concordo muito”

no item *f* respondeu DM – “discordo muito”

no item *i* respondeu DM – “discordo muito”

no item *k* respondeu C – “concordo”

Categoria C	Item c	CM	Coerência Aceitável
	Item f	DM	
	Item i	DM	
	Item k	C	

Como se verifica na tabela há coerência aceitável nas respostas

no item *d* respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

no item *e* respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

no item *h* respondeu NCD – “não concordo nem discordo ”

no item *l* respondeu NCD – “não concordo nem discordo ”

Categoria D	Item d	NCD	Coerência Total
	Item e	NCD	
	Item h	NCD	
	Item l	NCD	

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

O aluno 5:

no item *a* respondeu CM – “concordo muito”

no item j respondeu DM – “discordo muito”

Categoria	Item a	CM	Coerência
A	Item j	DM	Total

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item b respondeu CM – “concordo muito”

no item g respondeu DM – “não concordo nem discordo”

Categoria	Item b	CM	Coerência
B	Item g	DM	Total

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item c respondeu C – “concordo”

no item f respondeu D – “discordo”

no item i respondeu DM – “discordo muito”

no item k respondeu CM – “concordo muito”

Categoria C	Item c	C	Coerência Total
	Item f	D	
	Item i	DM	
	Item k	CM	

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item d respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

no item e respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

no item h respondeu NCD – “não concordo nem discordo ”

no item l respondeu NCD – “não concordo nem discordo ”

Categoria D	Item d	NCD	Coerência Total
	Item e	NCD	
	Item h	NCD	
	Item l	NCD	

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

O aluno 6:

no item *a* respondeu C – “concordo”

no item *j* respondeu D – “discordo”

Categoria	Item a	C	Coerência
A	Item j	D	Total

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *b* respondeu C – “concordo”

no item *g* respondeu D – “ discordo”

Categoria	Item b	C	Coerência
B	Item g	D	Total

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *c* respondeu D –“discordo”

no item *f* respondeu D – “discordo”

no item *i* respondeu D – “discordo”

no item *k* respondeu D – “discordo”

Categoria C	Item c	D	Incoerência
	Item f	D	
	Item i	D	
	Item k	D	

Como se verifica na tabela há incoerência nas respostas

no item d respondeu NCD – “não concordo nem discordo”
 no item e respondeu NCD – “não concordo nem discordo”
 no item h respondeu NCD – “não concordo nem discordo ”
 no item l respondeu NCD – “não concordo nem discordo ”

Categoria D	Item d	NCD	Coerência Total
	Item e	NCD	
	Item h	NCD	
	Item l	NCD	

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

O aluno 7:

no item a respondeu D – “discordo”
 no item j respondeu D – “discordo”

Categoria	Item a	D	Incoerência
A	Item j	D	

Como se verifica na tabela há incoerência nas respostas

no item b respondeu D – “discordo”
 no item g respondeu C – “concordo”

Categoria	Item b	D	Coerência
B	Item g	C	Total

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item c respondeu C – “concordo”
 no item f respondeu D – “discordo”

no item i respondeu D – “discordo”

no item k respondeu C – “concordo”

Categoria C	Item c	C	Coerência
	Item f	D	
	Item i	D	
	Item k	C	Total

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item d respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

no item e respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

no item h respondeu NCD – “não concordo nem discordo ”

no item l respondeu NCD – “não concordo nem discordo ”

Categoria D	Item d	NCD	Coerência
	Item e	NCD	
	Item h	NCD	
	Item l	NCD	Total

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

O aluno 8:

no item a respondeu CM – “concordo muito”

no item j respondeu DM – “discordo muito”

Categoria A	Item a	CM	Coerência Total
	Item j	DM	

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *b* respondeu CM – “concordo muito”

no item *g* respondeu DM – “discordo muito”

Categoria	Item b	CM	Coerência
B	Item g	DM	Total

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *c* respondeu C – “concordo”

no item *f* respondeu C – “concordo”

no item *i* respondeu C – “concordo”

no item *k* respondeu C – “concordo”

Categoria C	Item c	C	Incoerência
	Item f	C	
	Item i	C	
	Item k	C	

Como se verifica na tabela há incoerência nas respostas

no item *d* respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

no item *e* respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

no item *h* respondeu DM – “discordo muito”

no item *l* respondeu C – “concordo”

Categoria D	Item d	NCD	Incoerência
	Item e	NCD	
	Item h	DM	
	Item l	C	

Como se verifica na tabela há incoerência nas respostas

O aluno 9:

no item *a* respondeu C – “concordo”

no item *j* respondeu D – “discordo”

Categoria	Item a	C	Coerência
A	Item j	D	Total

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *b* respondeu CM – “concordo muito”

no item *g* respondeu DM – “discordo muito”

Categoria	Item b	CM	Coerência
B	Item g	DM	Total

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *c* respondeu C – “concordo”

no item *f* respondeu D – “discordo”

no item *i* respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

no item *k* respondeu C – “concordo”

Categoria C	Item c	C	Incoerência
	Item f	D	
	Item i	NCD	
	Item k	C	

Como se verifica na tabela há incoerência nas respostas

no item *d* respondeu C – “concordo”

no item *e* respondeu C – “concordo”

no item *h* respondeu D – “discordo”

no item *l* respondeu D – “discordo”

Categoria D	Item d	C	Coerência Total
	Item e	C	
	Item h	D	
	Item l	D	

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

O aluno 10:

no item *a* respondeu C – “concordo”

no item *j* respondeu D – “discordo”

Categoria A	Item a	C	Coerência Total
	Item j	D	

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *b* respondeu CM – “concordo muito”

no item *g* respondeu DM – “discordo muito”

Categoria B	Item b	CM	Coerência Total
	Item g	DM	

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *c* respondeu D – “discordo”

no item *f* respondeu D – “discordo”

no item *i* respondeu D – “discordo”

no item *k* respondeu D – “discordo”

Categoria C	Item c	D	Incoerência
	Item f	D	
	Item i	D	
	Item k	D	

Como se verifica na tabela há incoerência nas respostas

no item *d* respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

no item *e* respondeu C M– “concordo muito”

no item *h* respondeu DM– “discordo muito”

no item *l* respondeu DM – “discordo muito”

Categoria D	Item d	NCD	Incoerência
	Item e	CM	
	Item h	DM	
	Item l	DM	

Como se verifica na tabela há incoerência nas respostas

O aluno 11:

no item *a* respondeu C – “concordo”

no item *j* respondeu C – “concordo”

Categoria A	Item a	C	Incoerência
	Item j	C	

Como se verifica na tabela há incoerência nas respostas

no item *b* respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

no item *g* respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

Categoria B	Item b	NCD	Coerência Total
	Item g	NCD	

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item c respondeu C – “concordo”

no item f respondeu C – “concordo”

no item i respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

no item k respondeu C – “concordo”

Categoria C	Item c	C	Incoerência
	Item f	C	
	Item i	NCD	
	Item k	C	

Como se verifica na tabela há incoerência nas respostas

no item d respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

no item e respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

no item h respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

no item l respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

Categoria D	Item d	NCD	Coerência Total
	Item e	NCD	
	Item h	NCD	
	Item l	NCD	

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

O aluno 12:

no item a respondeu DM – “discordo muito”

no item j respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

Categoria A	Item a	DM	Incoerência
	Item j	NCD	

Como se verifica na tabela há incoerência nas respostas

no item b respondeu DM – “discordo muito”

no item *g* respondeu CM – “concordo muito”

Categoria	Item b	DM	Coerência
B	Item g	CM	Total

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *c* respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

no item *f* respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

no item *i* respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

no item *k* respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

Categoria C	Item c	NCD	Coerência Total
	Item f	NCD	
	Item i	NCD	
	Item k	NCD	

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *d* respondeu DM – “discordo muito”

no item *e* respondeu DM – “discordo muito”

no item *h* respondeu CM – “concordo muito”

no item *l* respondeu CM – “concordo muito”

Categoria D	Item d	DM	Coerência Total
	Item e	DM	
	Item h	CM	
	Item l	CM	

Como se verifica na tabela há coerência nas respostas

O aluno13:

no item *a* respondeu C – “concordo ”

no item j respondeu D – “discordo”

Categoria	Item a	C	Coerência
A	Item j	D	Total

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item b respondeu C – “concordo”

no item g respondeu D – “discordo”

Categoria	Item b	C	Coerência
B	Item g	D	Total

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item c respondeu D – “discordo”

no item f respondeu D – “discordo”

no item i respondeu D – “discordo”

no item k respondeu D – “discordo”

Categoria C	Item c	D	Incoerência
	Item f	D	
	Item i	D	
	Item k	D	

Como se verifica na tabela há incoerência nas respostas

no item d respondeu C – “concordo”

no item e respondeu C – “concordo”

no item h respondeu D – “discordo”

no item l respondeu D – “discordo”

Categoria D	Item d	C	Coerência Total
	Item e	C	
	Item h	D	
	Item l	D	

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

O aluno 14:

no item *a* respondeu DM – “discordo muito”

no item *j* respondeu CM – “concordo muito”

Categoria	Item a	DM	Coerência
A	Item j	CM	Total

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *b* respondeu DM – “discordo muito”

no item *g* respondeu CM – “concordo muito”

Categoria	Item b	DM	Coerência
B	Item g	CM	Total

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *c* respondeu D – “discordo”

no item *f* respondeu C – “concordo muito”

no item *i* respondeu C – “concordo muito”

no item *k* respondeu D – “discordo muito”

Categoria C	Item c	D	Coerência Total
	Item f	C	
	Item i	C	
	Item k	D	

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *d* respondeu DM – “discordo muito”
 no item *e* respondeu DM – “discordo muito”
 no item *h* respondeu CM – “concordo muito”
 no item *l* respondeu CM – “concordo muito”

Categoria D	Item d	DM	Coerência
	Item e	DM	
	Item h	CM	Total
	Item l	CM	

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

O aluno 15:

no item *a* respondeu C – “concordo”
 no item *j* respondeu C – “concordo”

Categoria	Item a	C	Incoerência
A	Item j	C	

Como se verifica na tabela há incoerência nas respostas

no item *b* respondeu CM – “concordo muito”
 no item *g* respondeu DM – “discordo muito”

Categoria	Item b	CM	Coerência
B	Item g	DM	
			Total

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *c* respondeu C – “concordo”

no item *f* respondeu C – “concordo”

no item *i* respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

no item *k* respondeu C – “concordo”

Categoria C	Item c	C	Incoerência
	Item f	C	
	Item i	NCD	
	Item k	C	

Como se verifica na tabela há incoerência nas respostas

no item *d* respondeu CM – “concordo muito”

no item *e* respondeu CM– “concordo muito”

no item *h* respondeu DM– “discordo muito”

no item *l* respondeu DM – “discordo muito”

Categoria D	Item d	CM	Coerência Total
	Item e	CM	
	Item h	DM	
	Item l	DM	

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

O aluno16:

no item *a* respondeu CM – “concordo muito”

no item *j* respondeu DM– “discordo muito”

Categoria A	Item a	CM	Coerência Total
	Item j	DM	

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *b* respondeu CM – “concordo muito”

no item *g* respondeu DM – “discordo muito”

Categoria	Item b	CM	Coerência
B	Item g	DM	Total

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *c* respondeu C – “concordo”

no item *f* respondeu D – “discordo”

no item *i* respondeu D – “discordo”

no item *k* respondeu C – “concordo”

Categoria C	Item c	C	Coerência Total
	Item f	D	
	Item i	D	
	Item k	C	

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *d* respondeu CM – “concordo muito”

no item *e* respondeu CM – “concordo muito”

no item *h* respondeu DM – “discordo muito”

no item *l* respondeu DM – “discordo muito”

Categoria D	Item d	CM	Coerência Total
	Item e	CM	
	Item h	DM	
	Item l	DM	

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

O aluno17:

no item *a* respondeu C – “concordo”

no item *j* respondeu D – “discordo”

Categoria	Item a	C	Coerência
A	Item j	D	Total

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *b* respondeu C – “concordo”

no item *g* respondeu D – “discordo”

Categoria	Item b	CM	Coerência
B	Item g	DM	Total

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *c* respondeu C – “concordo”

no item *f* respondeu C – “concordo”

no item *i* respondeu C – “concordo”

no item *k* respondeu C – “concordo”

Categoria C	Item c	C	Incoerência
	Item f	C	
	Item i	C	
	Item k	C	

Como se verifica na tabela há incoerência nas respostas

no item *d* respondeu C – “concordo”

no item *e* respondeu C – “concordo”

no item *h* respondeu D – “discordo”

no item *l* respondeu D – “discordo”

Categoria D	Item d	C	Coerência Total
	Item e	C	
	Item h	D	
	Item l	D	

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

O aluno 18:

no item *a* respondeu C – “concordo”

no item *j* respondeu D – “discordo”

Categoria A	Item a	C	Coerência Total
	Item j	D	

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *b* respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

no item *g* respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

Categoria B	Item b	NCD	Coerência Total
	Item g	NCD	

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *c* respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

no item *f* respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

no item *i* respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

no item *k* respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

Categoria C	Item c	NCD	Coerência Total
	Item f	NCD	
	Item i	NCD	
	Item k	NCD	

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *d* respondeu NCD – “discordo”

no item *e* respondeu NCD – “concordo”

no item *h* respondeu NCD – “concordo”

no item *l* respondeu NCD – “concordo”

Categoria D	Item d	NCD	Coerência Total
	Item e	NCD	
	Item h	NCD	
	Item l	NCD	

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

O aluno 19:

no item *a* respondeu C – “concordo”

no item *j* respondeu D – “discordo”

Categoria A	Item a	C	Coerência Total
	Item j	D	

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *b* respondeu C – “concordo”

no item *g* respondeu DM – “discordo muito”

Categoria B	Item b	C	Coerência Aceitável
	Item g	DM	

Como se verifica na tabela há coerência aceitável nas respostas

no item c respondeu C – “concordo”

no item f respondeu C – “concordo”

no item i respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

no item k respondeu C – “concordo”

Categoria C	Item c	C	Incoerência
	Item f	C	
	Item i	NCD	
	Item k	C	

Como se verifica na tabela há incoerência nas respostas

no item d respondeu CM – “concordo muito”

no item e respondeu CM– “concordo muito”

no item h respondeu DM– “discordo muito”

no item l respondeu DM– “discordo muito”

Categoria D	Item d	CM	Coerência Total
	Item e	CM	
	Item h	DM	
	Item l	DM	

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

O aluno 20:

no item a respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

no item j respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

Categoria	Item a	NCD	Coerência
A	Item j	NCD	Total

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *b* respondeu C – “concordo”

no item *g* respondeu D – “discordo”

Categoria	Item b	C	Coerência
B	Item g	D	Total

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *c* respondeu C – “concordo”

no item *f* respondeu D – “discordo”

no item *i* respondeu D – “discordo”

no item *k* respondeu C – “concordo”

Categoria C	Item c	C	Coerência Total
	Item f	D	
	Item i	D	
	Item k	C	

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *d* respondeu CM– “concordo muito”

no item *e* respondeu CM – “concordo muito”

no item *h* respondeu DM – “discordo muito”

no item *l* respondeu DM – “discordo muito”

Categoria D	Item d	CM	Coerência Total
	Item e	CM	
	Item h	DM	
	Item l	DM	

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

O aluno 21:

no item *a* respondeu CM – “concordo muito”

no item *j* respondeu DM – “discordo muito”

Categoria	Item a	CM	Coerência
A	Item j	DM	Total

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *b* respondeu CM – “concordo muito”

no item *g* respondeu DM– “discordo muito”

Categoria	Item b	CM	Coerência
B	Item g	DM	Total

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *c* respondeu C – “concordo”

no item *f* respondeu C – “concordo”

no item *i* respondeu C – “concordo”

no item *k* respondeu C – “concordo”

Categoria C	Item c	C	Incoerência
	Item f	C	
	Item i	C	
	Item k	C	

Como se verifica na tabela há incoerência nas respostas

no item *d* respondeu CM – “concordo muito”

no item *e* respondeu CM – “concordo muito”

no item *h* respondeu DM – “discordo muito”

no item *l* respondeu DM – “discordo muito”

Categoria D	Item d	CM	Coerência
	Item e	CM	
	Item h	DM	
	Item l	DM	Total

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

O aluno 22:

no item *a* respondeu C – “concordo”

no item *j* respondeu D – “discordo”

Categoria	Item a	C	Coerência
A	Item j	D	Total

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *b* respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

no item *g* respondeu NCD – “não concordo nem discordo ”

Categoria	Item b	NCD	Coerência
B	Item g	NCD	Total

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *c* respondeu C – “concordo”

no item *f* respondeu D – “discordo”

no item *i* respondeu D – “discordo”

no item *k* respondeu C – “concordo”

Categoria C	Item c	C	Coerência
	Item f	D	
	Item i	D	
	Item k	C	Total

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *d* respondeu C – “concordo”
 no item *e* respondeu C – “concordo”
 no item *h* respondeu D – “discordo”
 no item *l* respondeu D – “discordo”

Categoria D	Item d	C	Coerência Total
	Item e	C	
	Item h	D	
	Item l	D	

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

O aluno 23:

no item *a* respondeu NCD – “não concordo nem discordo”
 no item *j* respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

Categoria A	Item a	NCD	Coerência Total
	Item j	NCD	

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *b* respondeu C – “concordo”
 no item *g* respondeu CM – “concordo muito”

Categoria B	Item b	C	Incoerência
	Item g	CM	

Como se verifica na tabela há incoerência nas respostas

no item *c* respondeu D – “discordo”
 no item *f* respondeu D – “discordo”

no item *i* respondeu D – “discordo”

no item *k* respondeu D – “discordo”

Categoria C	Item c	D	Incoerência
	Item f	D	
	Item i	D	
	Item k	D	

Como se verifica na tabela há incoerência nas respostas

no item *d* respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

no item *e* respondeu C – “concordo”

no item *h* respondeu C – “concordo”

no item *l* respondeu C – “concordo”

Categoria D	Item d	NCD	Incoerência
	Item e	C	
	Item h	C	
	Item l	C	

Como se verifica na tabela há incoerência nas respostas

O aluno 24:

no item *a* respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

no item *j* respondeu C – “concordo”

Categoria A	Item a	NCD	Incoerência
	Item j	C	

Como se verifica na tabela há incoerência nas respostas

no item *b* respondeu CM – “concordo muito”

no item *g* respondeu DM – “discordo muito”

Categoria	Item b	CM	Coerência
B	Item g	DM	Total

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *c* respondeu NCD — “não concordo nem discordo”

no item *f* respondeu NCD — “não concordo nem discordo”

no item *i* respondeu NCD — “não concordo nem discordo”

no item *k* respondeu –NCD - “não concordo nem discordo”

Categoria C	Item c	NCD	Coerência
	Item f	NCD	
	Item i	NCD	
	Item k	NCD	

Como se verifica na tabela há coerência nas respostas

no item *d* respondeu CM – “concordo muito”

no item *e* respondeu CM – “concordo muito”

no item *h* respondeu DM – “discordo muito”

no item *l* respondeu DM – “discordo muito”

Categoria D	Item d	CM	Coerência Total
	Item e	CM	
	Item h	DM	
	Item l	DM	

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

O aluno 25:

no item *a* respondeu NCD – “não concordo nem discordo”

no item *j* respondeu C – “concordo”

Categoria	Item a	NCD	Incoerência
A	Item j	C	

Como se verifica na tabela há incoerência nas respostas

no item *b* respondeu DM – “discordo muito”

no item *g* respondeu CM – “concordo muito”

Categoria	Item b	DM	Coerência
B	Item g	CM	Total

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *c* respondeu D – “discordo”

no item *f* respondeu C — “concordo”

no item *i* respondeu C — “concordo”

no item *k* respondeu - D - “discordo”

Categoria C	Item c	D	Coerência Total
	Item f	C	
	Item i	C	
	Item k	D	

Como se verifica na tabela há coerência Total nas respostas

no item *d* respondeu CM – “concordo muito”

no item *e* respondeu CM “concordo muito”

no item *h* respondeu DM – “discordo muito”

no item *l* respondeu DM – “discordo muito”

Categoria D	Item d	CM	Coerência Total
	Item e	CM	
	Item h	DM	
	Item l	DM	

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

O aluno 26:

no item *a* respondeu CM – “concordo muito”

no item *j* respondeu DM — “discordo muito”

Categoria	Item a	CM	Coerência
A	Item j	DM	Total

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *b* respondeu DM – “concordo muito”

no item *g* respondeu CM – “concordo muito”

Categoria	Item b	DM	Coerência
B	Item g	CM	Total

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *c* respondeu D — “discordo”

no item *f* respondeu C — “concordo”

no item *i* respondeu C — “concordo”

no item *k* respondeu D — “discordo”

Categoria C	Item c	D	Coerência Total
	Item f	C	
	Item i	C	
	Item k	D	

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

no item *d* respondeu C - “concordo”

no item *e* respondeu C – “concordo”

no item *h* respondeu D - “discordo”

no item *l* respondeu D- “discordo”

Categoria D	Item d	C	Coerência Total
	Item e	C	
	Item h	D	
	Item l	D	

Como se verifica na tabela há coerência total nas respostas

Para uma mais fácil análise global da maior ou menor fiabilidade baseada na coerência interna nas respostas aos itens de cada categoria construiu-se a tabela seguinte:

Tabela XXX.2 – Posição dos alunos face a cada uma das categorias na Escala de Likert

Aluno	Categoria A		Categoria B		Categoria C				Categoria D			
	a	j	b	g	c	f	i	k	d	e	h	l
1	C - D		C - D		C - D - D - C					NCD-NCD-NC	D-NCD	
2	NCD -NCD		C - D		D - C - C - D					CM - CM - DM-	DM	
3	C - D		C - D		C - C - C - C					C - C - D - D		
4	D - CM		DM - CM		CM - DM - DM -C					NCD-NCD-NCD-NCD		
5	CM - DM		CM - DM		C - D - DM - CM					NCD-NCD-NCD-NCD		
6	C - D		C - D		D - D - D - D					NCD-NCD-NCD- NCD		
7	D - D		D - C		C - D - D - C					NCD-NCD- NCD-NCD		
8	CM - DM		CM - DM		C - C - C - C					NCD- NCD- DM-C		
9	C - D		CM - DM		C - D - NCD - C					C - C - D - D		
10	C - D		CM - DM		D - D - D - D					NCD- CM - DM -DM		
11	C - C		NCD - NCD		C - C - NCD - C					NCD - NCD-NCD-NCD		
12	DM - NCD		DM - CM		NCD-NCD-NCD-NCD					DM - DM - CM - CM		
13	C - D		C - D		D - D - D - D					C - C - D - D		
14	DM - CM		DM - CM		D - C - C - D					DM - DM - CM - CM		
15	C - C		CM - DM		C - C - NCD - C					CM- CM - DM - DM		
16	CM - DM		CM - DM		C - D - D - C					CM - CM - DM - DM		
17	C - D		C - D		C - C - C -C					C - C - D - D		
18	C - D		NCD - NCD		NCD-NCD-NCD-NCD					NCD-NCD-NCD-NCD		
19	C - D		CM - DM		C - C - NCD - C					CM - CM - DM-DM		
20	NCD - NCD		C - D		C - D - D - NCD					CM - CM - DM - DM		
21	CM -DM		CM - DM		C - C - C - C					CM- CM - DM - DM		
22	C - D		NCD -NCD		C - D - D - C					C - C - D - D		

23	NCD- NCD	C - CM	D - D - D - D	NCD- C - C - C
24	NCD - C	CM - DM	NCD-NCD-NCD-NCD	CM- CM - DM - DM
25	NCD - C	DM - CM	D - C - C - D	CM- CM - DM - DM
26	CM - DM	DM - CM	D - C - C - D	C- C- D - D
Fiabilidade	Existe fiabilidade	Existe fiabilidade	Pouca fiabilidade	Alguma fiabilidade

A categoria em que se registou menor fiabilidade das respostas foi a C respeitante a tradução dos problemas em equações.

Este facto deve-se a, nesta área, os alunos sentirem muitas dificuldades, pois trata-se de uma área que exige muita reflexão e raciocínio.

Por esta razão como a maior parte dos alunos não tinha certeza do que estavam a fazer, limitaram-se a responder por acaso.

CONCLUSÕES, IMPLICAÇÕES E SUGESTÕES PARA FUTURAS INVESTIGAÇÕES

1. Introdução

A conclusão de um trabalho é uma das partes que os leitores costumam ler em primeiro lugar, tal como destacam Quivy e Campenhoudt (1998, p. 243). Através dessa leitura, poderemos ter uma ideia do interesse da investigação, sem ter de ler toda a dissertação. Partilhando das ideias destes autores, procuramos expor as conclusões que resultam desta investigação, ao mesmo tempo que apresentamos algumas sugestões.

Com esta pesquisa tentamos enriquecer os nossos conhecimentos acerca de instrumentos que ajudem a ensinar, o que de certa forma, corresponde a uma grande vontade de “aprender a ensinar”.

Da experiência de ensino, nomeadamente no 3º ciclo do ensino Básico, apercebemo-nos do insucesso na disciplina de Matemática. Assim, pretendemos através do trabalho com alunos em contexto real retirar ensinamentos que poderão ser úteis no combate a este flagelo.

Apesar de não podermos generalizar os dados obtidos, acreditamos que as conclusões retiradas desta investigação constituem caminhos seguros de reflexão acerca de uma temática fundamental no novo século – o processo de ensino/aprendizagem das ciências, e em particular do da Matemática.

2. Resumo das principais conclusões

Ao longo deste capítulo descrevemos as principais orientações que em termos de matemática (conteúdo) e em termos de metodologia (procedimentos) seguimos na aplicação da avaliação formativa/formadora, na definição das temáticas das sessões, na construção de mapas conceptuais, na identificação das tarefas de aprendizagem a propor e na realização de cada uma dessas tarefas. Por razões de índole curricular, associado à importância efectiva do tema, o programa centrou-se na equação do 2º grau.

Assim, deveremos ter em mente a possibilidade de se criarem condições ou situações diversificadas e motivadoras, ao nível da matemática, com vista a combater e travar o insucesso escolar registado nesta área.

Para isso ter-se-á de demonstrar que a matemática é uma disciplina agradável, divertida, criativa e muito útil. Ao mesmo tempo, tentar relacioná-la com os quotidianos

reais da escola, da família, da comunidade e, por conseguinte, do bem estar da sociedade.

Antes de apresentarmos, de forma resumida, as conclusões retiradas desta investigação, relembremos a questão-foco e os objectivos principais.

A questão – foco é:

Será que a aplicação da avaliação formativa/formadora em que os alunos experienciem o ensino-aprendizagem da matemática de uma forma algo diferente das suas experiências anteriores ajudará a ultrapassar estas dificuldades?

A investigação aqui apresentada, que reflecte a nossa preocupação, teve por base a aplicação da avaliação formativa/formadora na aprendizagem significativa de uma unidade didáctica da matemática “Equações do 2º grau ao nível do 9ºano de escolaridade”.

Os objectivos principais desta investigação foram os seguintes:

- Verificar se a utilização da avaliação formativa/formadora em contraste com a avaliação tradicional produz ou não uma aprendizagem mais significativa da matemática;
- Verificar em que condições a utilização da avaliação formativa/formadora poderá produzir uma melhoria da aprendizagem significativa da Matemática;

- Que dificuldades sentem os alunos do 9º ano na construção de mapas conceptuais?

Para operacionalizar a questão – foco formalizamos as seguintes questões:

- A aplicação da avaliação formativa/formadora contribui para uma aprendizagem mais significativa de equações do 2º grau do que uma estratégia do ensino mais tradicional?

- Como se caracteriza a atitude dos alunos do 9º ano de escolaridade perante a aplicação da avaliação formativa/formadora na aprendizagem de equações do 2º grau?

- Que dificuldades sentem os alunos do 9ª ano na construção de mapas conceptuais?

De forma a podermos responder à primeira questão, aplicamos aos dois grupos de alunos, um pré-teste e um pós-teste e procedemos à análise dos seus resultados e respectiva comparação. Desta análise resultou que, de facto, algumas melhorias foram observadas no desempenho dos alunos do grupo experimental (GE), com particular ênfase no domínio de conhecimento do teste te (Tabela XXVIII.8). Comparativamente aos resultados obtidos pelos alunos do grupo de controlo (GC), o grupo experimental (GE) conseguiu inverter a situação que lhe era globalmente desfavorável no pré-teste ultrapassando o grupo de controlo (GC), embora nem sempre as diferenças tenham sido muito acentuadas. Naturalmente que, dado o tempo relativamente curto de que dispusemos para aplicar o tratamento, a diferença entre as duas turmas não é muito significativa. Mas podemos afirmar, sem qualquer margem de dúvida, que a referida estratégia foi mais eficaz que o ensino tradicional na aprendizagem de equações do 2º grau.

Para obter uma resposta à segunda questão operacional, elaborámos uma escala de atitudes aplicada aos alunos da turma experimental com a qual pretendemos caracterizar a atitude dos alunos perante a aplicação de avaliação formativa/formadora. Esta caracterização focalizou-se nas categorias A – abordagem da resolução de equações do 2º grau; B – ensino das equações do 2º grau; C – tradução de problemas em equações; D – compreensão do conceito de equações.

Relativamente a categoria A:

- 10 alunos concordaram com o item a – gostei do modo como aprendí a resolução de equações do 2º grau e discordaram do item j - o modo como foi abordado a resolução de equações do 2º grau não foi eficiente;
- 5 alunos concordaram muito com o item a e discordaram muito do item j .
- 1 aluno discordou muito do item a e concordou muito com o item j .
- 3 alunos não concordaram nem discordaram em relação a qualquer um dos itens a ou j .
- 7 alunos apresentaram respostas sem sentido ou seja sem coerência nenhuma, não havendo por isso qualquer fiabilidade nas respostas.

Em média, 38,46% dos alunos gostaram do modo como aprenderam a resolução de equações do 2º grau, 19,23% gostaram muito, 3,85% não gostaram nada, 11,54% não concordaram nem discordaram e 26,92% apresentaram respostas sem sentido ou seja sem coerência nenhuma.

Em suma, mais que 50% dos alunos (57,69%) gostaram do modo como aprenderam a resolução de equações do 2º grau.

Relativamente a categoria B:

- 7 alunos concordaram com o item b – o ensino das equações do 2º grau foi interessante e discordaram do item g - o ensino das equações do 2º grau deveria ser bastante melhorado;

- 9 alunos concordaram muito com o item b e discordaram muito do item g .

- 5 alunos discordaram muito do item b e concordaram muito com o item g .

- 3 alunos não concordaram nem discordaram em relação a qualquer um dos itens b ou g .

- 2 alunos apresentaram respostas sem sentido ou seja sem coerência nenhuma, não havendo por isso qualquer fiabilidade nas respostas.

Em média, 26,92% dos alunos acharam interessante o ensino das equações do 2º grau, 34,62% acharam muito interessante, 19,23% não acharam muito interessante, 11,54% não concordaram nem discordaram e 7,69% apresentaram respostas sem sentido ou seja sem coerência nenhuma.

Em suma, mais que 60% dos alunos (61,54%) acharam interessante o ensino das equações do 2º grau.

Relativamente a categoria C:

- 8 alunos concordaram com o item c – achei simples a tradução de um problema em equações e com o item k – achei acessível o processo de passagem de um problema para equações e discordaram do item f – equacionar um problema não é fácil e do item i – a passagem de um problema para equações foi difícil;

- 6 alunos discordaram do item c – achei simples a tradução de um problema em equações e do item k – achei acessível o processo de passagem de um problema para equações e concordaram com o item f – equacionar um problema não é fácil e com o item i – a passagem de um problema para equações foi difícil;

- 4 alunos não concordaram nem discordaram em relação a qualquer um dos itens c, f, i ou k .

- 8 alunos apresentaram respostas sem sentido ou seja sem coerência nenhuma, não havendo por isso qualquer fiabilidade nas respostas.

Em média, 30,77% dos alunos acharam simples a tradução de um problema em equações, 23,08% acharam difícil, 15,38% não concordaram nem discordaram e 30,77% apresentaram respostas sem sentido ou seja sem coerência nenhuma, não havendo por isso qualquer fiabilidade.

Nos itens de categoria C (tradução de um problema em equações) se registaram maiores divergências. As causas destas divergências, devem-se ao facto de nesta área os alunos sentirem-se muitas dificuldades, pois trata-se de uma área onde exige muita reflexão e raciocínio. Por esta razão como a maior parte dos alunos não tinha certeza do que estavam a fazer, limitaram-se a responder por acaso.

Relativamente a categoria D:

- 6 alunos concordaram com o item d – a discussão do conceito de equações foi enriquecedora e com o item e – o conceito de equações foi eficientemente abordado entre nós e discordaram do item h – a estratégia para compreender o conceito de equações não foi a melhor e do item l – deveria ter-se adoptado um processo mais eficiente para ajudar a compreender o que é uma equação ;

- 8 alunos concordaram muito com o item d – a discussão do conceito de equações foi enriquecedora e com o item e – o conceito de equações foi eficientemente abordado entre nós e discordaram muito do item h – a estratégia para compreender o conceito de equações não foi a melhor e do item l – deveria ter-se adoptado um processo mais eficiente para ajudar a compreender o que é uma equação;

- 2 alunos discordaram muito do item d – a discussão do conceito de equações foi enriquecedora e do item e – o conceito de equações foi eficientemente abordado entre nós e concordaram muito com o item h – a estratégia para compreender o conceito de equações não foi a melhor e com o item l – deveria ter-se adoptado um processo mais eficiente para ajudar a compreender o que é uma equação ;

- 9 alunos não concordaram nem discordaram em relação a qualquer um dos itens *d, e, h* ou *l*.

- 1 aluno apresentou respostas sem sentido ou seja sem coerência nenhuma, não havendo por isso qualquer fiabilidade nas respostas.

Em média, 23,08% dos alunos entenderam que a discussão do conceito de equações foi enriquecedora, 30,77% entenderam que foi muito enriquecedora, 7,69% entenderam que não foi muito enriquecedora 34,62% não concordaram nem discordaram e 3,85% apresentaram respostas sem sentido ou seja sem coerência nenhuma, não havendo por isso qualquer fiabilidade.

Em suma, mais que 50% dos alunos (53,85%) entenderam que a discussão do conceito de equações foi enriquecedora.

Para obter uma resposta à 3ª questão, quanto a análise dos mapas de conceitos construídos pelos grupos de alunos, permite-nos destacar os seguintes aspectos:

- o conceito mais geral foi indicado de forma correcta por todos os grupos;
- a estrutura dos mapas de conceitos é dendrítica com pouca excepções;
- um grupo de alunos optou por uma escolha repetitiva de palavras de ligação;
- todos os grupos acrescentaram conceitos aos inicialmente propostos, ao mesmo tempo que a maioria não omitiu nenhum dos conceitos propostos;

Com base na análise efectuada aos mapas de conceitos construídos pelo grupo de alunos podemos afirmar que existe uma relação hierárquica significativa, o que se pode comprovar tendo em conta parâmetros como por exemplo a escolha do conceito mais geral, a estrutura dendrítica dos mapas conceptuais, as palavras de ligação e a indicação das ligações entre os conceitos. Na maior parte dos casos, as palavras de ligação indicadas são perfeitamente adequadas, permitindo a obtenção de proposições correctas.

Relativamente ao rigor científico das ligações estabelecidas entre conceitos podemos considerar que, de uma forma geral, ele é satisfatório. A maior parte dos mapas conceptuais não contém nenhum erro deste tipo.

O único aspecto em que os alunos mostraram grandes dificuldades foi no estabelecimento de ligações cruzadas o que é perfeitamente natural dado que este processo não é fácil para mais quando o número de mapas conceptuais construídos não foi muito significativo.

3- Implicações

Os resultados desta investigação apontam no sentido de que o recurso `a aplicação de uma avaliação formativa/formadora é de grande utilidade na promoção de uma aprendizagem mais eficaz e motivadora e de atitudes mais favoráveis perante o estudo da Matemática.

Quer o que resultou dos dados recolhidos quer o que pudemos comprovar através da observação das actividades desenvolvidas com os alunos mostram que a aplicação da avaliação formativa/formadora contribui significativamente para a motivação de quem aprende, factor tão importante numa época em que muito se fala da falta de motivação dos alunos para o estudo da Matemática.

Assim, recomendamos convictamente a sua utilização não só nas aulas de Matemática mas também noutras disciplinas. A avaliação formativa/formadora constituirá, desta forma, uma preciosa estratégia no combate ao insucesso escolar.

4- Sugestões para futuras investigações

Naturalmente, um trabalho como este apenas abrange alguns aspectos de uma temática muito mais vasta. Um trabalho de investigação não deve terminar, na nossa opinião, no momento de apresentação pública da dissertação. Qualquer trabalho indica caminhos de reflexão que devidamente explorados, em tempo útil, poderão enriquecer a investigação que lhe serviu de suporte.

Assim, seria útil que investigações posteriores contemplassem:

- a aplicação da avaliação formativa/formadora noutras unidades temáticas e noutros anos de escolaridade;
- O pré-teste e o pós-teste devem ser diferentes;
- a aplicação da avaliação formativa/formadora com amostras de maior dimensão;
- o estudo das potencialidades dos mapas de conceitos nas diversas formas de avaliação.

A avaliação é a peça central da “modernidade escolar”. Neste aspecto faz sentido voltar a abordar este tema. Com a reforma do sistema educativo, consagrada na lei de Bases de 1986, reformularam – se os objectivos da Educação, principalmente, ao nível do Ensino Básico. Com a sua universalização aumentou a heterogeneidade de interesses e motivações dos alunos o que implicou o desenvolvimento de novas metodologias de ensino. (Queirós e Trigo-Santos, 1997). A avaliação deve considerar o que actualmente se sabe sobre o modo como se aprende e a importância desempenhada pelos aspectos idiossincráticos do aluno.

A avaliação focalizou-se durante várias décadas nos exames e noutro tipo de testes tendo nos últimos anos sido constatada a insuficiência daquele tipo de avaliação e talvez mesmo a sua falta de validade e fiabilidade.

Estamos completamente de acordo com a afirmação de Stiggins e Conklin (1992), p.196 citados por Queirós e Trigo Santos, 1997, p. 598): “não é possível uma instrução eficaz sem uma avaliação eficaz das aprendizagens dos estudantes”. Para estes autores, os professores apenas “podem tomar decisões informadas se dominarem os conhecimentos e os requisitos de práticas avaliativas seguras como parte da sua preparação profissional”.

O reconhecimento da insuficiência e inadequação das metodologias tradicionais de avaliação aos actuais objectivos da escola não justifica a sua rejeição e pelo contrário a complementaridade entre formas mais tradicionais e mais inovadoras deve ser procurada de acordo com os objectivos do ensino, e com a realidade de cada escola, o que permitirá a existência de metodologias de avaliação mais válidas e fiáveis (Queirós e Trigo-Santos, 1997, p.594).

Tal como referem, entre outros autores, Estrela e Nóvoa (1992, p.11 citados por Queirós e Trigo-Santos, 1997, p.594), o mais importante é o desenvolvimento de avaliação em tempo útil “ sob a pena do esforço da avaliação ser inútil e inoportuno. Por isso, as dinâmicas avaliativas pertencem cada vez mais ao durante e não ao após.

Outra questão importante em matéria de avaliação diz respeito à preparação dos professores. A investigação mostra que as suas perspectivas pessoais construídas ao longo da sua vida de estudantes, podem dificultar o aparecimento de novas formas de actuação impedindo a inovação na Educação.

Em face do anteriormente exposto, parece-nos urgente a implementação de práticas diversificadas de avaliação. Neste contexto, o mapa de conceitos surge como um dos possíveis instrumentos desta diversificação, defendida, entre outros, por Novak e Gowin (1988) segundo os quais para motivar os estudantes no sentido que utilizem uma maior parte do seu potencial humano há que diversificar a gama de técnicas de avaliação.

Também o documento Orientações curriculares para o 3º ciclo do Ensino Básico (DEB, 2001, p. 16) reflecte a mesma convicção:

...devem ser criados novos instrumentos de avaliação do conhecimento científico dos alunos de modo a:

- reduzir a ênfase tradicional da avaliação de componentes específicas e compartimentadas do conhecimento dos alunos;

-aumentar a ênfase da avaliação das competências dos alunos, desenvolvidas em experiências educativas diferenciadas.

Na mesma página deste documento, e partilhámos dessa opinião, afirma-se que a avaliação deve influenciar positivamente o ensino e a aprendizagem da Ciência, incentivando os professores e os alunos a incidirem nos aspectos mais importantes da aprendizagem e em actividades relacionadas com o desenvolvimento de competências de diferentes domínios do currículo das Ciências.

Retomando a reflexão sobre os mapas conceptuais, Moreira e Buchweitz (1993, p. 58), entre outros, propõem a sua utilização como instrumento de avaliação. Segundo estes autores, o tipo de informação que se obtém é, em princípio, qualitativo, porém, provavelmente, mais útil do que respostas memorizadas dadas a um teste convencional. O mapa de conceitos é um instrumento simples que permite ao professor saber “onde está o aluno” e, se com este houver oportunidade de discutir o mapa, os resultados poderão ser surpreendentes em termos de uma avaliação da aprendizagem.

As preocupações com as questões relativas à avaliação justificam plenamente o recurso a diversas metodologias de que os mapas conceptuais são apenas um exemplo. A sua utilidade no processo de ensino – aprendizagem significativa parece indiscutível, apesar dos problemas de subjectividade subjacentes, tal como acontece com outras formas de avaliação sobretudo quando se pretende fazer corresponder a um conhecimento aprendido um valor numérico.

BIBLIOGRAFIA

- Abrecht, R.** (1986). *A Avaliação Formativa. Coleção Práticas Pedagógicas. 1ª edição.* Rio Tinto: Edições ASA.
- Allal, L.** (1982) Cours : *Evaluation pédagogique, régulation des processus de formation*, Fascicule I (2ª. Edition), Université de Genève, Centrale des photocopies (1984, 3ª édition).
- Allal, L., Cardinet, J. e Perrenourd, Ph. (éd)** (1979) *L'évaluation formative dans un enseignement différencié*, Berne, Peter Lang (1989, 5ª édition).
- Almeida, Leandro S. e Freire, Teresa** (2000). *Metodologia da Investigação em Psicologia e Educação. 2.ª Edição.* Braga:
- Almeida, Élia Pereira de; Ramo, Filomena** (1992). *Insucesso e Abandono Escolar.* Ministério da Educação: Gabinete de estudos e Planeamento.

- Almeida, L.S. (1993).** *Rentabilizar o ensino-aprendizagem para o treino cognitivo dos alunos.* In L.S. Almeida (Org.), *Capacitar a escola para o sucesso.* V.N. de Gaia: Edipsico.
- António, C. (2000).** *Manual de Matemática – 9º ano de escolaridade 1ª edição* Carnaxide: Constância Editores, S.A.
- Associação de Professores de Matemática (1998).** *Matemática 2001 - diagnóstico e recomendações para o ensino e aprendizagem da Matemática.* Lisboa: APM & IIE.
- Ausubel, D. (1963).** *The Psychology of Meaningful Verbal Learning.* New York: Gunne and Stratton.
- Ausubel, D. (1968).** *Educational Psychology: A Cognitive View.* New York: Holt Rinehart and Winston.
- Ausubel, D., Novak, J., Hanesian, H. (1978).** *Educational Psychology: A Cognitive View. 2ª ed.* New York: Holt Rinehart and Winston.
- Ausubel, D. (1981).** *Psicologia Educacional (Tr.).* Rio de Janeiro: Interamericana.
- Barros, A.M. & Almeida, L.S. (1991).** *Dimensões sociocognitivas do desempenho escolar.* In L.S. Almeida (Ed.) *Cognição e Aprendizagem Escolar.* Porto: Associação dos Psicólogos Portugueses.
- Behr, M., Lesh, R., Post, T. & Silver, E. (1983).** *Racional-Number Concepts.*
- Bruner, J. S. (1972).** *Hacia una teoria de la instrucción.* Barcelona: Montaner & Simón.
- Bogdan, R., Biklen, S. (1994).** *Investigação Qualitativa em Educação.* Porto: Porto Editora.
- Bonniol J. J. (2001).** *Modelos de avaliação.* Porto Alegre: Artmed Editora.
- Borges, E. (1998).** *Os mapas conceptuais como instrumentos facilitadores da aprendizagem significativa em Biologia celular.* Dissertação de Mestrado. Campo Grande: Universidade Católica Dom Bosco.
- Borges dos Santos, M.L. (1992).** *Estudantes de Escolas Superiores de Educação. Representações e Estratégias, (Tese de Mestrado).* Lisboa: F.C.U.L.
- Buchweitz, B. (1981).** *An Epistemological Analysis of Curriculum and Assessment of Concept Learnig in the Physics Laboratory.*
- Brickman, N. e Taylor, L. (1996).** *Aprendizagem activa.* Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian

- Brown, J. e tal** (1989). *Situated Cognition and the culture of learning*. Educational Researcher, 18 (1).
- Bruner, J.** (1998). *O processo da Educação*. Lisboa: Edições 70.
- Bloom, B.** (1972) *Apprendre pour maîtriser*, Paris, Payot.
- Bonniol, J.~J.**(1986) «*Recherche et formations : pour une problématique de l'évaluation formative* », in *De Ketele, J,~M. (éd.) : L'Evaluation ;approche descriptive ou prescriptive ?*, Bruchelles, De Boek.
- Brunner, J.S.** (1973) *La pédagogie par la découverte*, Paris, Payot.
- Cadinet, J.** (1982a) «*l'évaluation formative à l'école primaire* », in *Rapport SIPRI*, Cahier 4, Nauchâtel, IRDP (op. cit.).
- Campos, Cristina D.** (1996). *Concepções e práticas de professores sobre avaliação das aprendizagens (Tese de mestrado)*. Lisboa: Ciências da Educação (Avaliação Educativa), Universidade Católica Portuguesa.
- Campos, C.M.** (1996). *Concepções e práticas de professores sobre avaliação das aprendizagens*. Lisboa: Universidade Católica Portuguesa.
- Cook, A.** (1985). *Clarification of propositions in science teaching*. European Journal of Science Education, 7 (1).
- Cosme, A. e Trindade, R.** (2001). *Área de Estudo Acompanhado – o essencial para ensinar a aprender. 3ª edição*. Porto: Edições Asa.
- Davis e tal** (1993). *Transitions from objectivism to constructivism in science education*. International Journal of Science Education, Vol. 15, nº 6.
- D' Ambrosio, B. S. & Campos, T. .M. M.** (1992). *Pre-service teachers' representations of children's understanding of mathematical concepts: conflicts and conflict resolution*. Educational Studies in Mathematics, 23, 213-230.
- Departamento de Educação Básica** (1999). *Ensino Básico – Competências Gerais e Transversais*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Dewey, J.** (1956). *The Child and the curriculum, the school and society*. Chicago: University of Chicago Press.
- Dolle, J.** (1999). *Para compreender Jean Piaget*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Driver, R.** (1986). *Psicologia cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos*. Enseñanza de las Ciencias, 4.

- Driver, R.** (1986). *Student's thinking and the learning of science: constructivism view*. The School Science Review, 67.
- Efklides, A.** (1991). *Aptidões Cognitivas e o Desempenho na Matemática*.
- Fernandes, D.** (2005). *Avaliação das aprendizagens: Desafios às Teorias, Práticas e Políticas*. Lisboa: Texto Editores.
- Fernandes, D.** (1997). *Avaliação na escola básica obrigatória: fundamentos para uma mudança de práticas*. In Pedro da Cunha (Org.). *Educação em debate*, pp. 275-294. Lisboa: Universidade Católica Portuguesa.
- Hamers, J. e Overtoom, M.** (1998). *Programas Europeus de Ensinar a Pensar: Tendências e Avaliação*. Inovação, nº11 (2).
- Hermano C. e Manuela F.** (1998). *Metodologia da Investigação*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Leal, L.** (1993). *Avaliação da aprendizagem num contexto de inovação curricular*. Lisboa: Associação de Professores de Matemática.
- Lei de Bases do Sistema Educativo (LBSE)**. Lei nº 46/86 de 14/10.
- Lemos, V.** (1989). *O critério do sucesso – técnicas de avaliação da aprendizagem*. 3ª Edição. Lisboa: Texto Editora.
- Lester, F. e Kroll, D.** (1990). *Assessing student growth in mathematical problem solving*. In G. Kulm Ed.), *Assessing Higher order thinking in mathematics*. Pp. 53-70. Washington: AAAS.
- Martins, M. P.**(1996). *Avaliação das aprendizagens em Matemática: Concepções dos professores (Tese de mestrado)*. Lisboa: Universidade Católica Portuguesa.
- Martins, M. P.** (1996). *Avaliação das aprendizagens em matemática*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Ministério de Educação.** (1995). *Programa da disciplina de Matemática – 9º ano de escolaridade*. Lisboa: Departamento de Educação Básica.
- Mintzes, J., Wandersee, J. e Novak, J. e J.** (2000). *Ensinando ciência para a compreensão – uma visão construtivista*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- Moreira, M.** (1979). *Concept maps as a tool for teaching*. *Journal of College Science Teaching*, 8.
- Moreira, M.** (2000). *Aprendizaje significativo: teoria e práctica*. Madrid: Visor Dis.,S.A.

- Moreira, M. e Buchweitz, B.** (1993). *Novas Estratégias de Ensino-Aprendizagem*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- Moreira, M. e Novak, J.** (1998). *Investigation en enseñanza de las ciencias en la universidad de Cornell: esquemas teoricos, cuestiones centrales y abordos metodologicos*. Enseñanza de las Ciencias, 6.
- Neves, M. e Neves, A.**(2004). *Manual de Matemática – 9º ano de escolaridade 1ª edição* Porto: Porto Editora.
- Novak, J.** (1976). *Understanding the learning process and effectiveness of teaching methods in the classroom, laboratory and field*. Science Education, 60.
- Novak, J.** (1976)/1981). *Uma teoria de Educação*. São Paulo: Livraria Pioneira Editora.
- Novak J. D. e Gowin D. B.** (1999). *Aprender a aprender*. Lisboa: Plátano Universitária.
- Novak, J.** (1988). *Construtivismo humano: um consenso emergente*. Enseñanza de Las Ciências, 6.
- Novak, J.** (1988). *Learning Science and the Science of Learning*. Studies in Science Education, 15.
- Novak, J.** (1991). *Ayudar a los alumnos a aprender cómo aprender*. La opinión de um profesor-investigador. Enseñanza de las Ciencias, 9.
- Novak, J.** (1993). *Human constructivismo: A unificación of Psychological and onstruct Psychology*, 6.
- Novak, J. e Gowin, D.** (1988). *Aprender a Aprender. (tra). 1ª Edição*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- Nunziat, G.,** (1984) “*Évaluation formative et reussite scolaire*”, in Collège (revue) n° 2, mars, Aix/Marseille.
- Oliveira, M.**(1996). *A metáfora, a analogia e a construção do conhecimento científico no ensino e na aprendizagem. Uma abordagem didáctica. Tese de doutoramento*. Lisboa: Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Nova.
- Peres, A.C.** (2000). *Concepções e práticas avaliativas de professores de matemática do 2º Ciclo do Ensino Básico*. Lisboa: Universidade Católica Portuguesa.
- Piaget, J.** (1977). *O desenvolvimento do pensamento – equilibração das estruturas cognitivas*. Lisboa: Publicações D. Quixote.

- Piaget, J.** (1966). *La naissance de l'intelligence chez l'enfant*. Neuchâtel : Delachaux et Niestlé.
- Resnick, L. B. & Ford, W.W.** (1990). *La enseñanza de las matemáticas y sus fundamentos psicológicos (trad. Española)*. Barcelona: Paidós e Ministerio de Educación y Ciencia.
- Resnick, L.** (1987). *Education and Learning to think*. Washington: National Academy Press.
- Ribeiro, L.** (1989). *Avaliação da Aprendizagem. 1ª Edição*. Lisboa: Texto Editora.
- Ribeiro, A. e Ribeiro, L.** (1990). *Planificação e Avaliação do Ensino- Aprendizagem*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Ribeiro, A.** (1999). *Desenvolvimento Curricular. 8ª Edição*. Lisboa: Texto Editora.
- Santos, Maria L.** (2002). *Os professores do 1º ciclo do ensino básico: suas práticas e concepções sobre avaliação* (Tese de mestrado). Lisboa: Ciências da Educação, Universidade Católica portuguesa.
- Sprinthall, N. e Sprinthall, R.** (1994). *Psicologia Educacional*. Lisboa: McGraw-Hill.
- Tuckman, B.** (2000). *Manual de Investigação em Educação*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Valadares, J. e Graça, M.** (1998). *Avaliando para melhorar a aprendizagem*. Lisboa: Plátano.

Sites Consultados:

Apoio Matemática:

www.portoeditora.pt/manuais

Augusto Taveira Afinal, A Matemática é ou não difícil?. Revista Educação e Matemática: APM

<http://www.cnedu.pt/>

<http://www.dgfv.min.edu.pt/>

www.educar.pt

<http://www.educar.pt/pdfrecomendacoes> matematica.pdf

www.netprof.pt

Meaningful Learning – Theory and principles of education:

<http://web.Missouri.edu/~cipjg/ed35x10bmngflrng.html>

Constructivism:

http : www.coe.uh.edu/~ichen/ebook/ET-IT/constr.htm

Concept Mapping Bibliography :

http://users.edte.utwente.nl/lanzing/cm_bibli.htm

Jean Piaget:

<http://www.piaget.org/>

Constructing Knowledge in the classroom:

<http://www.sedl.org/scimath/compass/01n03/1.html>

ANEXOS

ANEXO I - PRÉ-TESTE

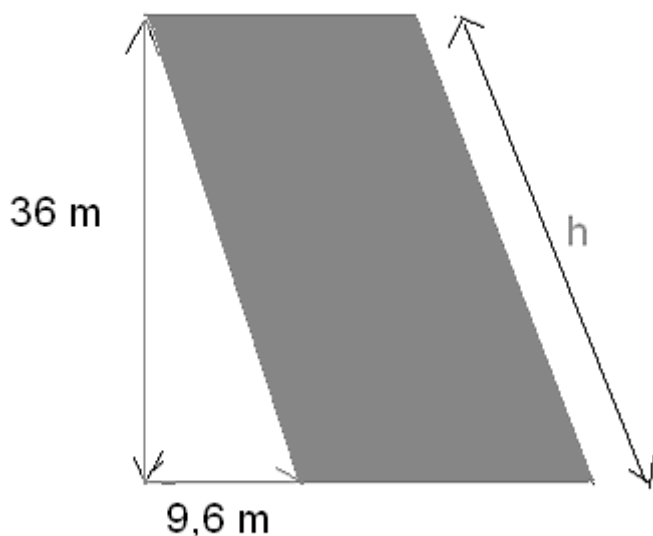
Avaliação Em Matemática (Pré – Teste Teq)

ESCOLA _____ ANO ___ TURMA _____

NOME _____

1 – Quem chega a Lisboa, entrando pelo Tejo, encontra uma torre “torta”, mas elegante, que alberga o Centro de Coordenação e Controlo de Tráfego Marítimo.

A torre tem a forma de um prisma quadrangular oblíquo. A sua altura é de 36 m, e a torre está inclinada a sul, segundo um ângulo de 75° . Se o sol incidisse a pique sobre a torre, esta projectaria uma sombra rectangular, em que um dos lados mediria, aproximadamente, 9,6 m, como está representado na figura.



1.1 – Qual é a medida do comprimento – h – da torre?

Apresenta todos os cálculos que efectuares e indica o resultado aproximado às unidades.

2 – Completa o tracejado de modo a obteres uma afirmação verdadeira.

2.1 – $(x+4)^2 = x^2 + \dots + 16$

2.2 – $(4 - a)^2 = 16 - 8a + \dots$

2.3 – $b^2 - 25 = (b + \dots)(\dots - 5)$

2.4 – $(x + \dots)^2 = x^2 + \dots + 49$

3 – Na equação $x^2 + 3x = -8x + 5$ indica:

3.1 – o 1º membro _____

3.2 – o 2º membro _____

3.3 – os termos _____

3.4 – o grau da equação _____

4- Das seguintes igualdades e expressões transcreve as que são equações:

4.1 – $x^2 + 5x$

4.2 – $5 + 3x4 = 17$

4.3 – $4x + 3 = 8x^2$

4.4 – $2 + 5x3 = x$

5 – Verifica se -2 é solução da equação $x^2 - 2x - 8 = 0$

6 – Resolve as seguintes equações

6.1 - $(x + 4) x = 0$

6.2 - $(x - 3) (x+1) = 0$

7 – Resolve as seguintes equações:

7.1 - $x^2 + 4x = 0$

7.2 - $4x^2 - 8x = -12x$

7.3 - $4x^2 = 36$

8 – É dado o seguinte problema:

Calcula o raio de uma circunferência cuja área é 78.5 cm^2 .

8.1. – Escreve uma equação que permita resolvê-lo.

8.2. – Resolve o problema.

9 – Escreve uma equação para o seguinte problema:

Qual é o número, cuja soma do seu quadrado com o seu dobro é igual a zero?

9.1 – Resolve o problema.

10 – O que se pretende na resolução de uma equação?

11 – A partir da equação $(x+3) (2x-5) = 0$ exemplifica como a resolverias, aplicando a lei do anulamento do produto.

12 – Escreve uma equação para o seguinte problema:

O quadrado de um número é igual a dez vezes esse número. Qual é o número?

13 – Quais são as soluções da equação: $x^2 + 10x + 25 = 0$

AVALIAÇÃO EM MATEMÁTICA (PRÉ – TESTE teq)

PRÉ-TESTE

OBSERVAÇÃO:

Teste cotado para 100 pontos, assim distribuídos: domínio de conhecimento, 48 pontos (48%); domínio de compreensão, 30 pontos (30%); domínio de resolução de problemas, 22 pontos (22%).

O resultado obtido por cada aluno em cada domínio será traduzido em percentagem do valor total atribuído a esse domínio.

TURMA DE CONTROLO - (GC)

e

TURMA EXPERIMENTAL - (GE)

Domínio de Conhecimento - 48 pontos ou 48%

Domínio de Compreensão - 30 pontos ou 30%

Domínio de Resolução de problemas - 22 pontos ou 22%

Objectivos Gerais das Questões Do Pré-Teste

- 1- Investigar os conhecimentos e capacidades dos alunos à partida para o estudo das equações do 2º grau.

Tabela XXXI.22 - OBJECTIVOS ESPECIFICOS DASQUESTÕES DO PRÉ – TESTE:

Investigar se os alunos sabem:

QUESTÃO	COTAÇÃO	OBJECTIVO	DOMÍNIO
1.1	8	Determinar o valor da incógnita, aplicando o teorema de Pitágoras.	Compreensão
2.1	1	-Completar o tracejado em equações do 2º grau de modo a obter uma afirmação verdadeira.	Compreensão
2.2	1	-Completar o tracejado em equações do 2º grau de modo a obter uma afirmação verdadeira.	Compreensão
2.3	1	-Completar o tracejado em equações do 2º grau de modo a obter uma afirmação verdadeira.	Compreensão
2.4	1	-Completar o tracejado em equações do 2º grau de modo a obter uma afirmação verdadeira.	Compreensão
3.1	1	-Identificar membros, termos e grau de uma equação.	Compreensão
3.2	1	-Identificar membros, termos e grau de uma equação.	Compreensão
3.3	1	-Identificar membros, termos e grau de uma equação.	Compreensão
3.4	1	-Identificar membros, termos e grau de uma equação.	Compreensão
4.1	1	- Distinguir equações de expressões.	Compreensão
4.2	1	- Distinguir equações de expressões.	Compreensão
4.3	1	- Distinguir equações de expressões.	Compreensão
4.4	1	- Distinguir equações de expressões.	Compreensão
5	7	-Verificar solução de uma equação do 2º grau	Conhecimento
6.1	3.5	-Resolver uma equação do 2º grau aplicando a lei do anulamento do produto	Conhecimento
6.2	3.5	-Resolver uma equação do 2º grau aplicando a lei do anulamento do produto	Conhecimento
7.1	4	-Resolver uma equação do 2º grau aplicando a lei do anulamento do produto	Conhecimento
7.2	4	-Resolver uma equação do 2º grau aplicando a lei do anulamento do produto	Conhecimento
7.3	4	-Resolver uma equação do 2º grau aplicando a lei do anulamento do produto	Conhecimento
8.1	7	- Traduzir o enunciado de um problema da linguagem da linguagem corrente para a linguagem matemática.	Conhecimento
8.2	6	-Determinar o raio de uma circunferência	Resolução de problemas
9.1	8	-Resolver um problema envolvendo equações do 2º	Resolução de

		grau aplicando a lei do anulamento do produto.	problemas
10	5	-Interpretar a solução de uma equação	Compreensão
11	3 5	-Resolver uma equação do 2º grau aplicando a lei do anulamento do produto.	Conhecimento Compreensão
12	6 4	-- Traduzir o enunciado de um problema da linguagem da linguagem corrente para a linguagem matemática. -Resolver um problema envolvendo equações do 2º grau aplicando a lei do anulamento do produto.	Conhecimento Resolução de problemas
13	6 4	-Resolver uma equação do 2º grau aplicando os casos notáveis da multiplicação e lei do anulamento do produto.	Conhecimento Resolução de problemas

CrITÉrios De Correção/Classificação Específicos Do Pré-Teste

- 1.....8 Pontos
- 1.1- Determinar o valor da incógnita, aplicando o teorema de Pitágoras.....8 Pontos.
- 2.....4 Pontos
- 2.1.Completa correctamente $(x^2+16x + 64 = (x + 8)^2)$ 1 Ponto
- 2.2.Completa correctamente $(x - 3)^2 = x^2 - 6x + 9$ 1 Ponto
- 2.3.Completa correctamente $(b^2 - 25 = (b + 5)(b - 5))$1 Ponto
- 2.4.Completa correctamente $(x + 7)^2 = x^2 + 14x + 49$1 Ponto
- 3.....4 Pontos
- 3.1.Indica correctamente $x^2 + 3x$ 1 Ponto
- 3.2.Indica correctamente $- 8x + 5$ 1 Ponto
- 3.3.Indica correctamente $x^2; 3x; -8x; 5$1 Ponto
- 3.4.Indica correctamente 2° grau.....1 Ponto
- 4.....4 Pontos
- 4.1.Indica correctamente - não é equação.....1 Ponto
- 4.2.Indica correctamente - não é equação.1 Ponto
- 4.3.Indica correctamente é equação1 Ponto
- 4.4.Indica correctamente é equação.....1 Ponto
- 5.....7 Pontos
- Verifica correctamente $x = -2$7 Pontos
- 6.....7 Pontos
- 6.1.Aplica a lei do anulamento do produto.....2 Pontos
- Dá a solução correcta.....1.5 Pontos
- 6.2.Aplica a lei do anulamento do produto.....2 Pontos

Dá a solução correcta.....	1.5 Pontos
7.....	12 Pontos
7.1.Põe o termo comum em evidência.....	2 Pontos
Aplica a lei do anulamento do produto.....	1 Ponto
Dá a solução correcta.....	1 Ponto
7.2.Reduz a forma canónica e põe o termo comum em evidência.....	2 Pontos
Aplica a lei do anulamento do produto.....	1 Ponto
Dá a solução correcta.....	1 Ponto
7.3.Acha o valor da incógnita.....	3 Pontos
Dá a solução correcta.....	1 Ponto
8.....	13 Pontos
8.1 - Equaciona correctamente.....	7 Pontos
8.2- Resolve o problema e dá a solução correcta.....	6 Pontos
9.....	8 Pontos
- Equaciona correctamente.....	2 Pontos
9.1- Põe o termo comum em evidência.....	2 Pontos
-Aplica a lei do anulamento do produto.....	2 Pontos
- Dá a solução correcta.....	2 Pontos
10.....	5 Pontos
- Sabe o que se pretende na resolução de uma equação.....	5 Pontos
11.....	8 Pontos
-Aplica a lei do anulamento do produto.....	3 Pontos
- Dá a solução correcta.....	5 Pontos

- 12.....10 Pontos
- Equaciona correctamente.....2 Pontos
 - Põe o termo comum em evidência.....2 Pontos
 - Aplica a lei do anulamento do produto.....2 Pontos
 - Dá a solução correcta.....4 Pontos
- 13.....10 Pontos
- Aplica os casos notáveis da multiplicação.....3 Pontos
 - Aplica a lei do anulamento do produto.....3 Pontos
 - Dá a solução correcta.....4 Pontos

ANEXO II – PÓS-TESTE

Avaliação Em Matemática (Pós – Teste Teq)

OBSERVAÇÃO:

Teste cotado para 100 pontos, assim distribuídos: domínio de conhecimento, 46 pontos (46%); domínio de compreensão, 33 pontos (33%); domínio de resolução de problemas, 21 pontos (21%).

O resultado obtido por cada aluno em cada domínio será traduzido em percentagem do valor total atribuído a esse domínio.

TURMA DE CONTROLO - (GC)

e

TURMA EXPERIMENTAL - (GE)

Domínio de Conhecimento - 46 pontos ou 46%

Domínio de Compreensão - 33 pontos ou 33%

Domínio de Resolução de problemas - 21 pontos ou 21%

PÓS -TESTE

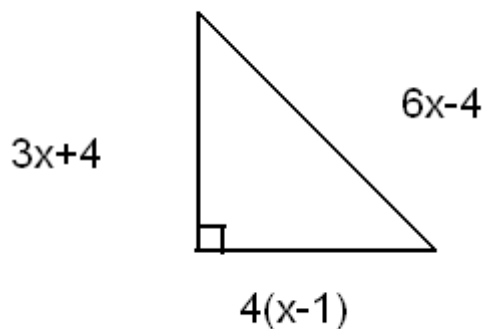
AVALIAÇÃO EM MATEMÁTICA (PÓS – TESTE teq)

ESCOLA _____ ANO ___ TURMA _____

NOME _____

Leia atentamente o enunciado de cada uma das questões e escreva todos os cálculos e justificações que achar necessárias.

1 – Tendo em conta a figura, determina:



a) O valor de x .

b) A área do triângulo.

Apresenta todos os cálculos que efectuares e indica o resultado aproximado às unidades.

2 – Completa o tracejado de modo a obteres uma afirmação verdadeira.

2.1 – $x^2 + 16x + \dots = (x + \dots)^2$

2.2 – $(x - \dots)^2 = \dots - 6x + \dots$

2.3 – $b^2 - 25 = (b + \dots)(\dots - 5)$

2.4 – $(x + \dots)^2 = x^2 + \dots + 49$

3 – Na equação $x^2 + 3x = -8x + 5$ indica:

3.1 – o 1º membro _____

3.2 – o 2º membro _____

3.3 – os termos _____

3.4 – o grau da equação _____

4- Das seguintes igualdades e expressões transcreve as que são equações:

4.1 – $x^2 + 5x$

4.2 – $5 + 3x4 = 17$

4.3 – $4x + 3 = 8x^2$

4.4 – $2 + 5x3 = x$

5 – Verifica se -2 é solução da equação $x^2 - 2x - 8 = 0$

6 – Resolve as seguintes equações:

$$6.1 - (x + 4)x = 0$$

$$6.2 - (x - 3)(x + 1) = 0$$

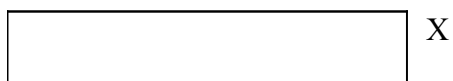
7 – Resolva as seguintes equações:

$$7.1 - x^2 + 4x = 0$$

$$7.2 - 4x^2 - 8x = -12x$$

$$7.3 - 4x^2 = 36$$

8 – A área do rectângulo representado na figura é 210 m².



-5

X+6

- a) Determina o valor de x.
- b) Calcula o perímetro do rectângulo.

9 – Escreve uma equação para o seguinte problema:

Qual é o número, cuja soma do seu quadrado com o seu dobro é igual a zero?

9.1 – Resolva o problema.

10 – O que se pretende na resolução de uma equação?

11 – O porquinho Lulu diz à porquinha Mini: “Tu só tens três bolotas. Eu tenho mais do que tu.”

“Então quantas tens?” Eu tenho mais do que tu.”

“Então quantas tens?” – perguntou a Mini.

O Lulu respondeu:

“O número das minhas bolotas é tal que, se calcular metade do quadrado, obtenho o triplo desse número.”

Quantas bolotas tem o Lulu?

12 – Escreve uma equação para o seguinte problema:

O quadrado de um número é igual ao seu triplo. Qual é o número?

13 – Quais são as soluções da equação: $x^2 + 10x + 25 = 0$

14 – Qual é o número que adicionado a 6 vezes a sua raiz quadrada positiva se converte em 135?

15- Um indivíduo possui um jardim de forma quadrada.

Decidiu ampliá-lo, construindo ao longo de três lados, um passeio de 1,5 m. O jardim, passou a ter uma área de $67,5 \text{ m}^2$.

Qual era a sua área antes de ser ampliada?

Objectivos Gerais Das Questões Do Pós-Teste

1-Investigar os conhecimentos e capacidades dos alunos após o estudo das equações do 2º grau.

Tabela XXXII.23 - OBJECTIVOS ESPECIFICOS DASQUESTÕES DO PÓS – TESTE:

Investigar se os alunos sabem:

QUESTÃO	COTAÇÃO	OBJECTIVO	DOMÍNIO
1a)	2	-Escrever a relação entre os lados de um triângulo rectângulo, aplicando o teorema de Pitágoras.	Compreensão
	4	-Determinar o valor da incógnita, aplicando a fórmula resolvente.	Conhecimento
1b)	4	-Determinar área de um triângulo rectângulo.	Conhecimento
2.1	1	-Completar o tracejado em equações do 2º grau de modo a obter uma afirmação verdadeira.	Compreensão
2.2	1	-Completar o tracejado em equações do 2º grau de modo a obter uma afirmação verdadeira.	Compreensão
2.3	1	-Completar o tracejado em equações do 2º grau de modo a obter uma afirmação verdadeira.	Compreensão
2.4	1	-Completar o tracejado em equações do 2º grau de modo a obter uma afirmação verdadeira.	Compreensão
3.1	1	-Identificar membros, termos e grau de uma equação.	Compreensão
3.2	1	-Identificar membros, termos e grau de uma equação.	Compreensão
3.3	1	-Identificar membros, termos e grau de uma equação.	Compreensão
3.4	1	-Identificar membros, termos e grau de uma equação.	Compreensão
4.1	1	- Distinguir equações de expressões.	Compreensão
4.2	1	- Distinguir equações de expressões.	Compreensão
4.3	1	- Distinguir equações de expressões.	Compreensão
4.4	1	- Distinguir equações de expressões.	Compreensão
5	7	-Verificar solução de uma equação do 2º grau	Conhecimento
6.1	3,5	-Resolver uma equação do 2º grau aplicando a lei do anulamento do produto	Conhecimento
6.2	3,5	-Resolver uma equação do 2º grau aplicando a lei do anulamento do produto	Conhecimento
7.1	3	-Resolver uma equação do 2º grau aplicando a lei do anulamento do produto	Conhecimento
7.2	3	-Resolver uma equação do 2º grau aplicando a lei do anulamento do produto	Conhecimento
7.3	3	-Resolver uma equação do 2º grau aplicando a lei do anulamento do produto	Conhecimento
8a)	5	-Resolver um problema envolvendo equações do 2º grau aplicando a fórmula resolvente.	Resolução de problemas
8b)	3	-Determinar o perímetro de um rectângulo	Conhecimento

9.1	8	-Resolver um problema envolvendo equações do 2º grau aplicando a fórmula resolvente.	Compreensão
10	5	-Interpretar a solução de uma equação	Compreensão
11	2	- Traduzir o enunciado de um problema da linguagem da linguagem corrente para a linguagem matemática.	Conhecimento
	5	-Resolver um problema envolvendo equações do 2º grau aplicando a lei do anulamento do produto.	Compreensão
12	2	-- Traduzir o enunciado de um problema da linguagem da linguagem corrente para a linguagem matemática.	Conhecimento
	6	-Resolver um problema envolvendo equações do 2º grau aplicando a lei do anulamento do produto.	Compreensão
13	7	-Resolver um problema envolvendo equações do 2º grau aplicando os casos notáveis da multiplicação e lei do anulamento do produto.	Conhecimento
			Resolução de problemas
14	2	-Traduzir o enunciado de um problema da linguagem corrente para a linguagem matemática.	Conhecimento
	5	-Resolver um problema envolvendo equações do 2º grau aplicando a fórmula resolvente.	Resolução de problemas
15	2	- Traduzir o enunciado de um problema da linguagem corrente para a linguagem matemática.	Conhecimento
	6	-Resolver um problema envolvendo equações do 2º grau aplicando a fórmula resolvente.	Resolução de problemas

CrITÉrios de Correção/Classificação Específicos do Pós-Teste

- 1.....10 Pontos
- a)-Escrever a relação entre os lados de um triângulo rectângulo, aplicando o teorema de Pitágoras.....2 Pontos.
- b) -Determinar o valor da incógnita, aplicando a fórmula resolvente....4 Pontos
- 2.....4 Pontos
- 2.1.Completa correctamente $(x^2+16x + 64 = (x + 8)^2$ 1 Ponto
- 2.2.Completa correctamente $(x - 3)^2 = x^2 - 6x + 9$ 1 Ponto
- 2.3.Completa correctamente $(b^2 - 25 = (b + 5)(b - 5)$1 Ponto
- 2.4.Completa correctamente $(x + 7)^2 = x^2 + 14x + 49$1 Ponto
- 3.....4 Pontos
- 3.1.Indica correctamente x^2+3x 1 Ponto
- 3.2.Indica correctamente $-8x+5$ 1 Ponto
- 3.3.Indica correctamente $x^2; 3x; -8x; 5$1 Ponto
- 3.4.Indica correctamente 2° grau.....1 Ponto
- 4.....4 Pontos
- 4.1.Indica correctamente - não é equação.....1 Ponto
- 4.2.Indica correctamente - não é equação.1 Ponto
- 4.3.Indica correctamente é equação1 Ponto
- 4.4.Indica correctamente é equação.....1 Ponto
- 5.....7 Pontos
- Aplica a fórmula resolvente.....5 Pontos
- Dá a solução correcta.....2 Pontos

6.....	6 Pontos
6.1.Aplica a lei do anulamento do produto.....	2 Pontos
Dá a solução correcta.....	1 Ponto
6.2.Aplica a lei do anulamento do produto.....	2 Pontos
Dá a solução correcta.....	1 Ponto
7.....	9 Pontos
7.1.Põe o termo comum em evidência.....	1 Ponto
Aplica a lei do anulamento do produto.....	1 Ponto
Dá a solução correcta.....	1 Ponto
7.2.Reduz a forma canónica e põe o termo comum em evidência.....	1 Ponto
Aplica a lei do anulamento do produto.....	1 Ponto
Dá a solução correcta.....	1 Ponto
7.3.Acha o valor da incógnita.....	2 Pontos
Dá a solução correcta.....	1 Ponto
8.....	8 Pontos
a) - Equaciona correctamente $(x+6)(x-5) = 210$	1.5 Ponto
- Reduz a forma canónica.....	2 Pontos
- Aplica a fórmula resolvente.....	2 Pontos
- Acha o valor da incógnita.....	1 Ponto
b) – Acha o perímetro do rectângulo.....	1.5 Pontos
9.....	8 Pontos
- Equaciona correctamente.....	2 Pontos
9.1- Põe o termo comum em evidência.....	2 Pontos
- Aplica a lei do anulamento do produto.....	2 Pontos
- Dá a solução correcta.....	2 Pontos

- 10.....5 Pontos
- Sabe o que se pretende na resolução de uma equação.....5 Pontos
- 11.....7 Pontos
- Equaciona correctamente.....2 Pontos
- Põe o termo comum em evidência.....2 Pontos
- Aplica a lei do anulamento do produto.....2 Pontos
- Dá a solução correcta.....1 Ponto
- 12.....6 Pontos
- Equaciona correctamente.....2 Pontos
- Põe o termo comum em evidência.....2 Pontos
- Aplica a lei do anulamento do produto.....1 Pontos
- Dá a solução correcta.....1 Pontos
- 13.....7 Pontos
- Aplica os casos notáveis da multiplicação.....3 Pontos
- Aplica a lei do anulamento do produto.....3 Pontos
- Dá a solução correcta.....1 Ponto
- 14.....7 Pontos
- Equaciona correctamente.....2 pontos
- Reduz a forma canónica.....2 Pontos
- Aplica a fórmula resolvente.....2 Pontos
- Acha o valor da incógnita.....1 Ponto
- 15.....8 Pontos
- Equaciona correctamente.....3 pontos
- Reduz a forma canónica.....2 Pontos
- Aplica a fórmula resolvente.....2 Pontos
- Acha o valor da incógnita.....1 Ponto

ANEXO III – ESCALA DE LICKERT

1-Na tabela seguinte são feitas *algumas afirmações acerca do modo como decorreu o processo de ensino - aprendizagem - avaliação referente ao tema equações do 2º grau.*

Coloque uma cruz que traduza o seu grau de concordância ou discordância em um dos quadrados tendo em conta os seguintes significados

Escala de Avaliação

Concordo Muito	Concordo	Não concordo Nem Discordo	Discordo	Discordo Muito
CM	C	NCD	D	DM

Gostei do modo como aprendi a resolução
De equações do 2º grau

CM C NCD D DM

O ensino das Equações do 2º grau foi interessante

CM C NCD D DM

Achei simples a tradução de um problema em equações

CM C NCD D DM

A discussão do conceito de equações foi enriquecedora

CM C NCD D DM

O conceito de equações foi eficientemente abordado entre nós

CM C NCD D DM

Equacionar um problema não é fácil

CM C NCD D DM

O ensino das Equações do 2º grau deveria ser bastante melhorado

CM C NCD D DM

A estratégia para compreender o conceito de equações não foi a melhor

CM C NCD D DM

A passagem de um problema para equações foi difícil

CM C NCD D DM

O modo como foi abordado a resolução de equações do 2º grau não foi muito eficiente

CM C NCD D DM

Achei acessível o processo de passagem de um problema para equações

CM C NCD D DM

Deveria ter-se adoptado um processo mais eficiente

CM C NCD D DM

para ajudar a compreender o que é uma equação



ANEXO IV – MAPAS DE CONCEITOS CONSTRUÍDOS PELOS ALUNOS

Análise Dos Mapas De Conceitos Construídos Pelos Alunos

Procuramos de forma mais detalhada abordar os aspectos principais que poderão dar uma ideia adequada de todo o trabalho desenvolvido. Assim, na análise dos cinco mapas de conceitos construídos por cada grupo de alunos consideramos os seguintes parâmetros: escolha do conceito mais geral; hierarquização dos conceitos; selecção das palavras de ligação; ligações entre conceitos; indicação do sentido das ligações entre conceitos; disposição espacial do mapa.

Com base nesta análise procuramos classificar o mapa de cada grupo de alunos com a existência ou não de relação hierárquica significativa..

Da análise exaustiva que realizamos para cada um dos mapas de conceitos construídos pelo grupo de alunos da turma experimental destacamos como mais significativo:

Grupo nº 1:

O grupo indicou de forma correcta o conceito mais geral, assim como o sentido das ligações entre conceitos. As palavras de ligação são adequadas. A estrutura dos mapas é dendrítica com poucas excepções.

O grupo acrescentou conceitos adicionais relevantes e os ligou formando assim proposições com sentido.

Da análise efectuada podemos concluir que existe relação hierárquica significativa.

Grupo nº 2:

O grupo indicou correctamente o conceito mais geral, assim como o sentido das ligações entre conceitos. As palavras de ligação são adequadas. O mapa tem estrutura dendrítica sem incluírem ligações cruzadas.

O grupo acrescentou conceitos adicionais relevantes e os ligou formando assim proposições com sentido.

Da análise efectuada podemos concluir que existe relação hierárquica significativa.

Grupo nº 3:

O grupo indicou correctamente o conceito mais geral, assim como o sentido das ligações entre conceitos. As palavras de ligação seleccionadas são adequadas. O mapa tem estrutura dendrítica. Não existem ligações cruzadas.

O grupo acrescentou conceitos adicionais relevantes e os ligou formando assim proposições com sentido.

Da análise efectuada podemos concluir que existe relação hierárquica significativa.

Grupo nº 4:

O grupo indicou de forma correcta o conceito mais geral. O sentido das ligações entre conceitos foram representados. No entanto, verificamos a repetição de palavras de ligação. A estrutura dos mapas é dendrítica com poucas excepções.

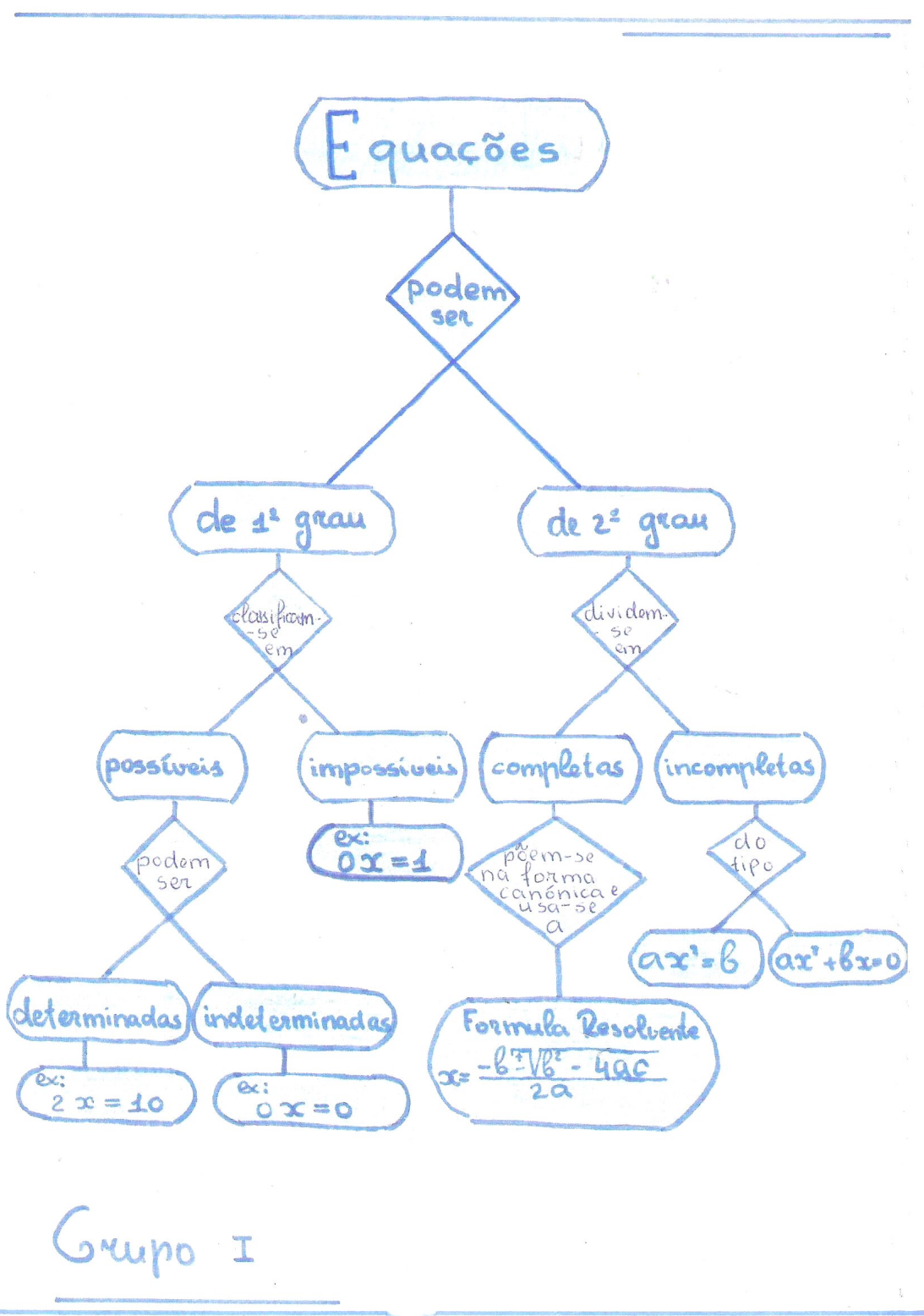
O grupo acrescentou conceitos adicionais relevantes e os ligou formando assim proposições com sentido.

Da análise efectuada podemos concluir que existe relação hierárquica significativa.

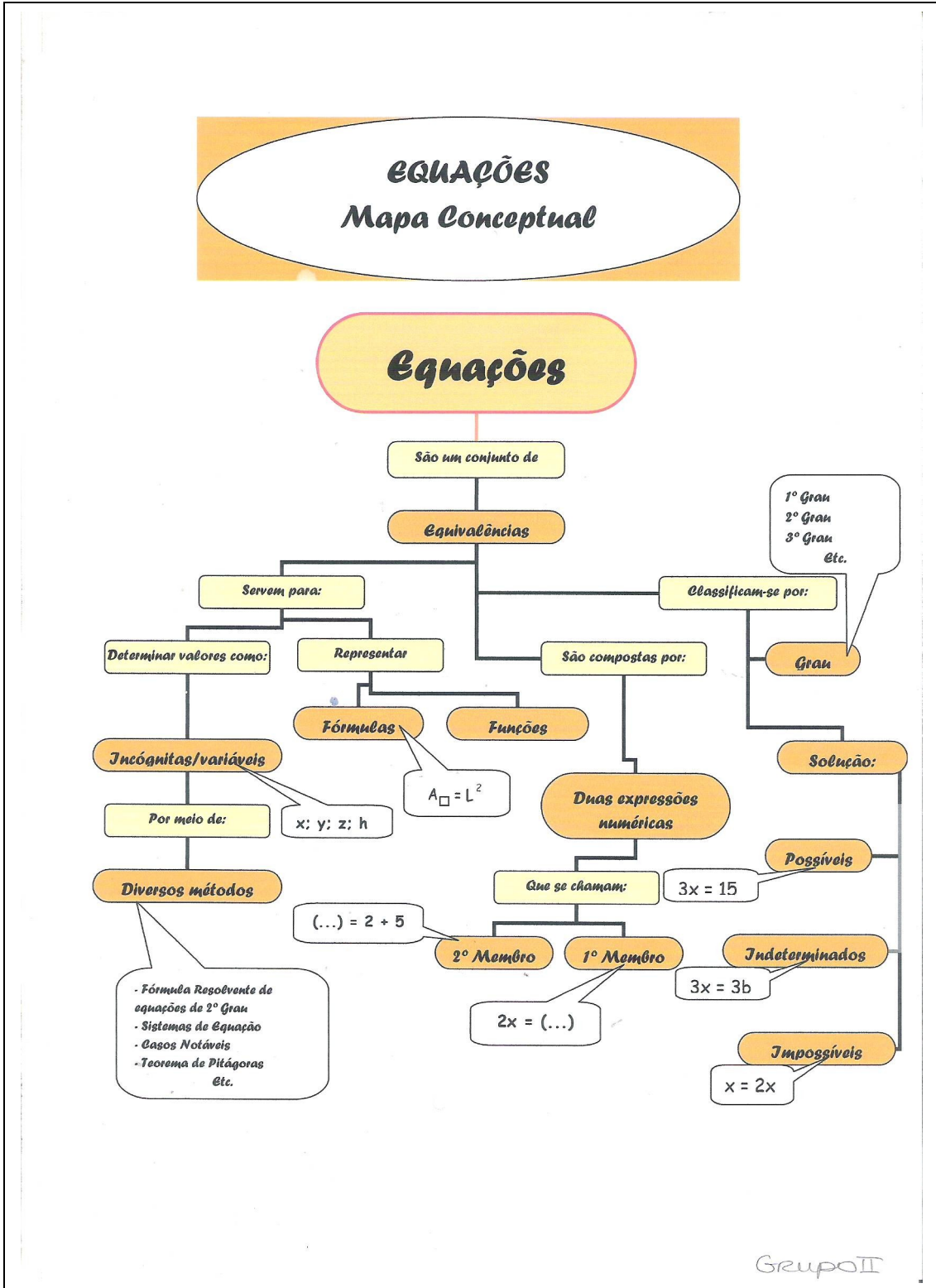
Grupo nº 5:

O grupo indicou correctamente o conceito mais geral, assim como o sentido das ligações entre conceitos. Em todas as situações, o grupo não distinguiu de forma adequada conceitos e palavras de ligação.

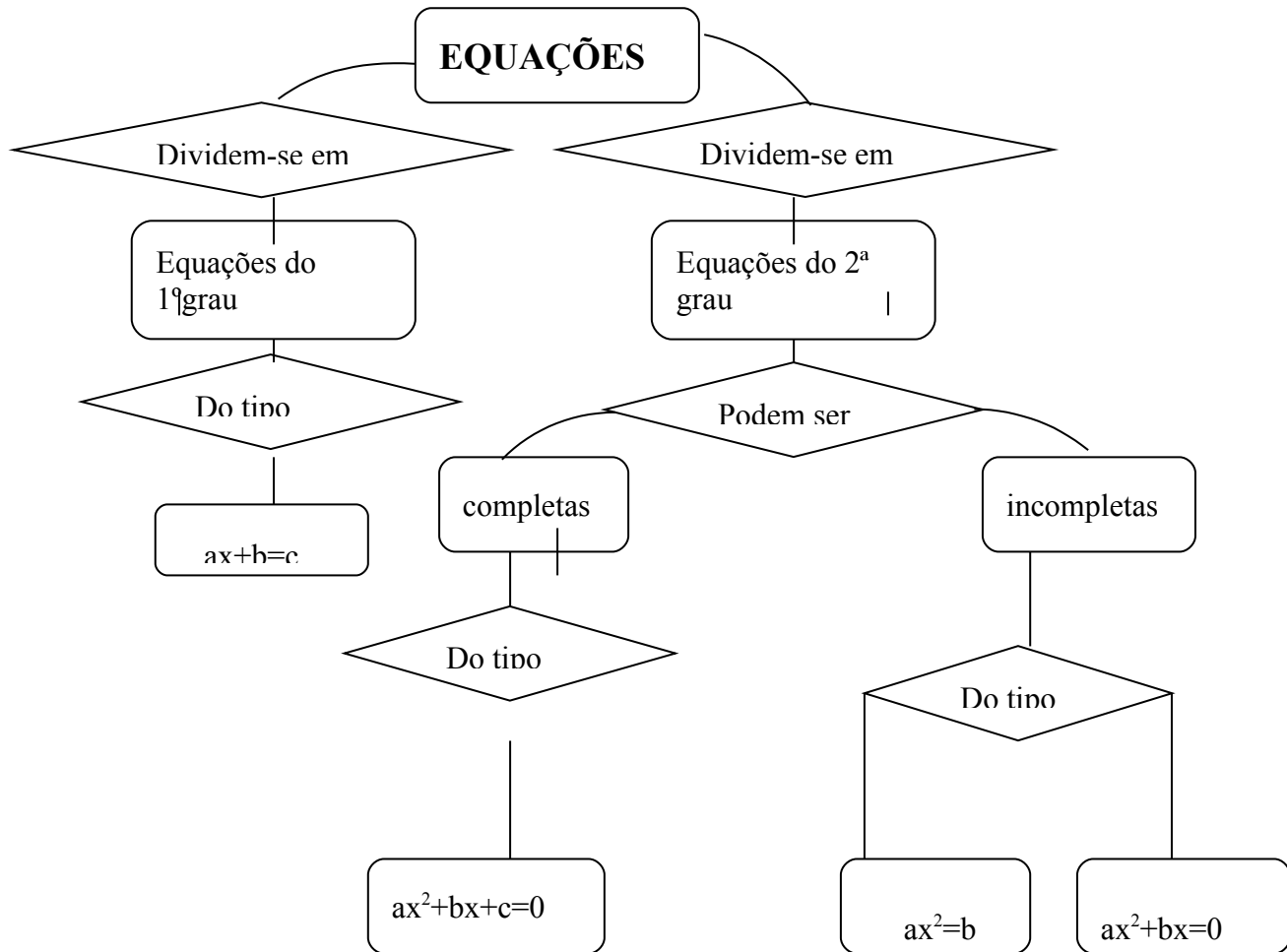
Da análise efectuada podemos concluir que existe relação hierárquica significativa.



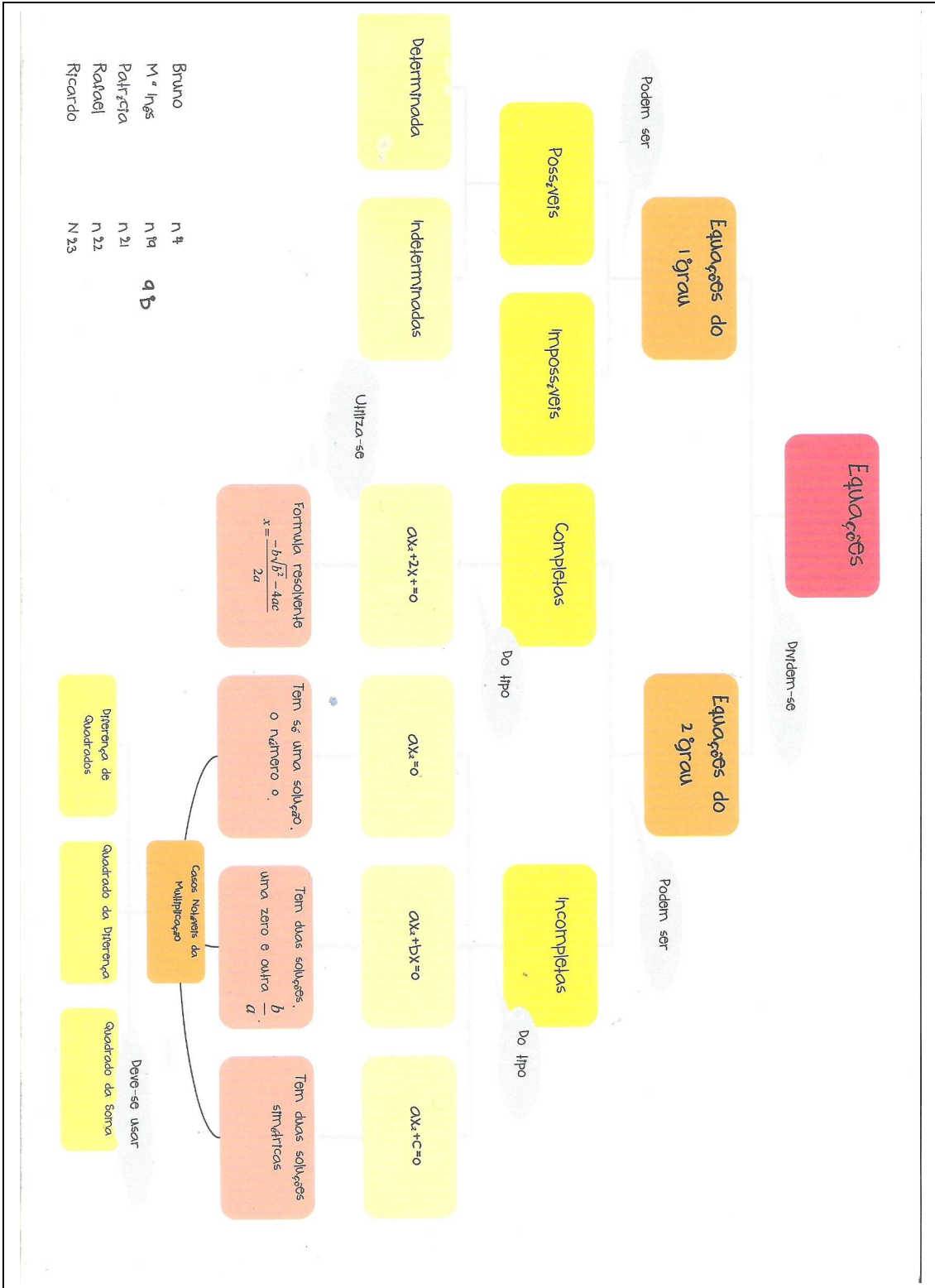
Grupo I



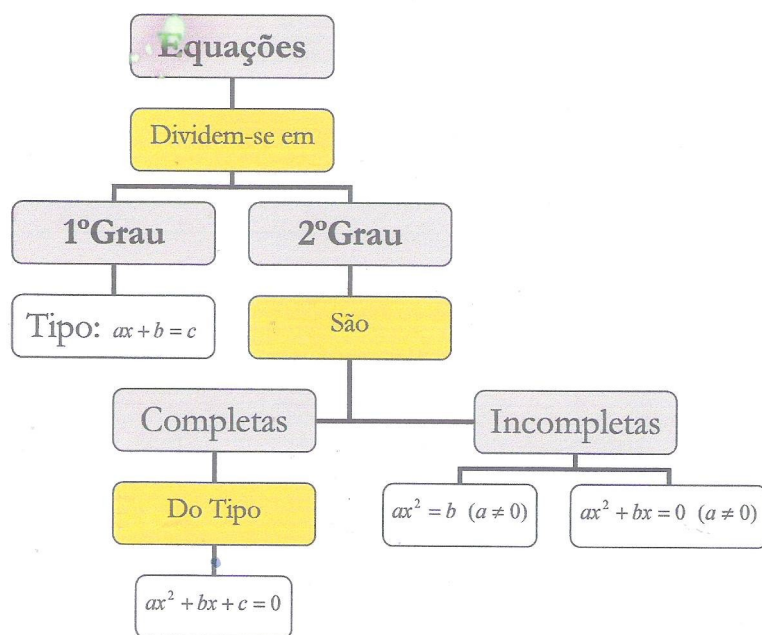
MAPA CONCEPTUAL



GRUPO - III



Mapa Conceptual – Grupo 5



ANEXO V – CARACTERIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO DO “TRATAMENTO”

Neste capítulo tratam-se os aspectos referentes à temática do tratamento e à sua justificação, bem como os aspectos mais importantes ao nível das sessões, das actividades de ensino e das metodologias de aplicação do tratamento.

A temática do tratamento e a sua justificação

Contemplaram-se no tratamento conteúdos matemáticos relativos à equações do 2º grau e que se enquadravam nos programas escolares do oitavo e nono anos de escolaridade em vigor no 3º ciclo.

Para além dos conteúdos matemáticos, que constituíram a quase totalidade do programa, exploraram-se, também, algumas actividades versando aspectos de desempenho mais ligados a dimensões psicológicas. Neste último caso, enfatizaram-se aspectos sócios afectivos como as motivações, as expectativas e as representações pessoais do desempenho e da capacidade matemática.

A incidência da avaliação formativa/formadora nas equações do 2º grau, justifica-se, fundamentalmente, por duas ordens de razões: a sua importância no estudo da Matemática para o nível de escolaridade considerado e as dificuldades habituais que os alunos revelam neste tema. A importância do estudo do tema para os alunos do 9º ano de escolaridade pode ser visto no desenvolvimento da álgebra com base na aritmética, isto é, esta constitui um pré-requisito daquela. Em tal etapa, o “conceito de variável” enquanto incógnita e representante dos elementos de um conjunto), constituindo um tema organizador de todo o programa do 7º, 8º e 9º anos de escolaridade, permite a transição da aritmética para a álgebra num sentido indutivo e numa perspectiva de generalização (a álgebra é assim vista como a generalização da aritmética).

As equações, tal como no ano anterior, deverão estar estreitamente ligada à resolução de problemas. A pesquisa de soluções constituirá ainda uma actividade com

interesse para os alunos, permitindo-lhes usar várias técnicas e experimentar vários processos (cálculo mental, calculadora, computadores, enquadramentos de soluções, valores aproximados de raízes, etc.).

Para Behr, Lesh, Post e Silver (1983) a importância dos conceitos sobre os números racionais pode ser vista como melhorando a capacidade de lidar com problemas do dia-a-dia, desenvolvendo e expandindo as estruturas mentais necessárias ao desenvolvimento intelectual e facilitando o estudo das operações algébricas elementares. Por sua vez, o reforço das competências de cálculo através da aplicação da avaliação formativa/formadora tem a ver com a importância das mesmas competências, mesmo que nem sempre tão valorizadas. Efklides (1991) chegou a resultados que apontam as capacidades de cálculo como a componente básica da aprendizagem na Matemática deste nível escolar.

Ao mesmo tempo dirigindo-se a aplicação formativa/formadora a alunos com particulares dificuldades na matemática e em face das grandes dificuldades operativas, valorizamos a componente de cálculo nesta aplicação como forma de possibilitarmos aos alunos a aquisição, treino e generalização de tais destrezas básicas.

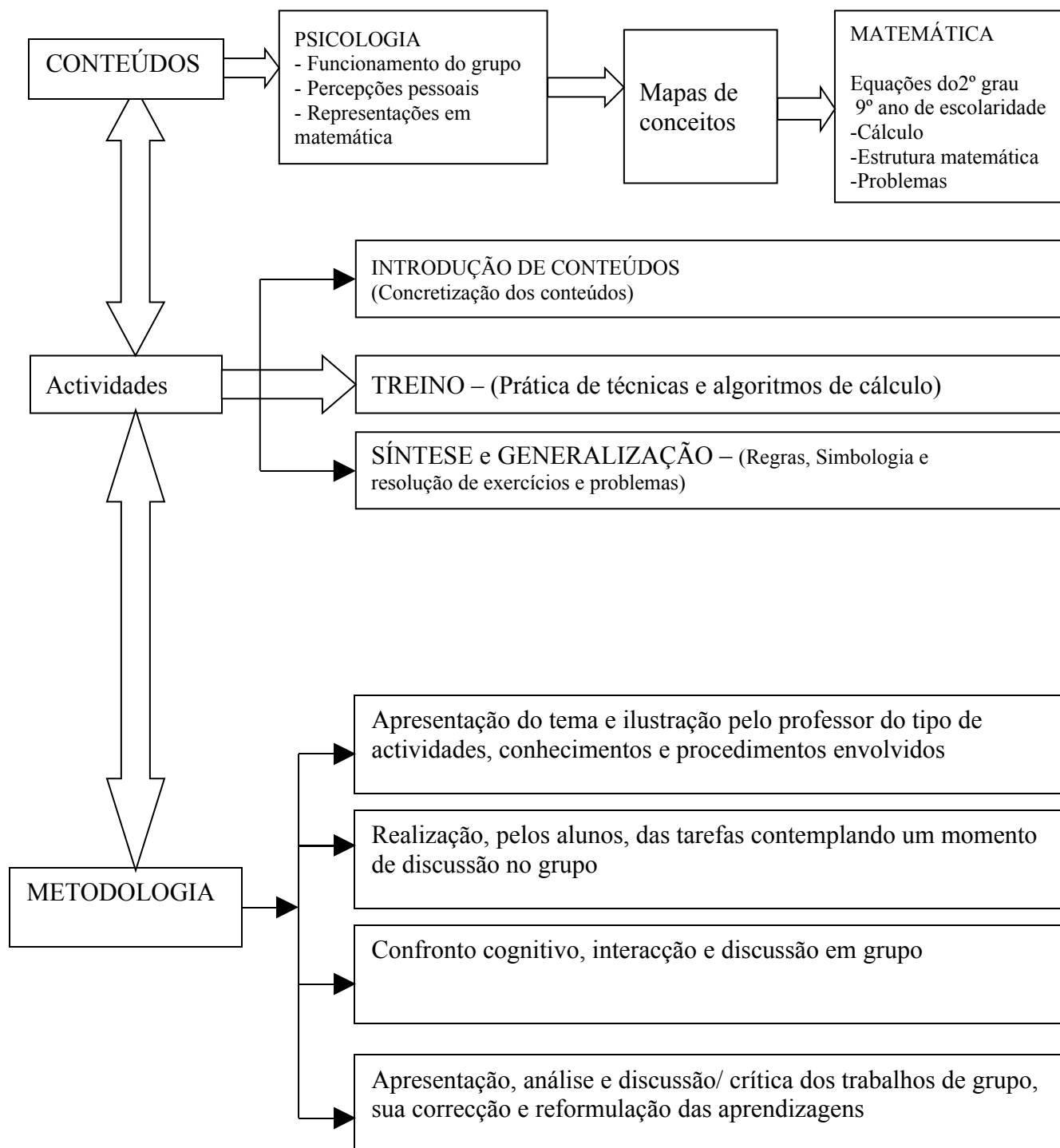
Quanto às dificuldades dos alunos nesta temática, e em especial no que se refere as equações do 2º grau, podem destacar-se alguns argumentos.

No nosso entender, o facto dos professores considerarem as equações como um dos tópicos do currículo mais difíceis de ensinar deve compreender-se pela elevada abstracção que geralmente é exigida aos alunos nas actividades de ensino-aprendizagem. As dificuldades dos alunos resultam de um ensino excessivamente formal ao mesmo tempo que se desliga do concreto. Para vencer estas barreiras, propõe que as noções fundamentais de equações do 2º grau sejam introduzidas de modo espontâneo, privilegiando a compreensão do aluno acerca da necessidade de resolução de equações e proporcionando uma visão mais alargada sobre equações.

Em resumo, podemos desta forma justificar, por razões ligadas aos conteúdos curriculares e por razões ligadas à própria aprendizagem da matemática e desenvolvimento cognitivo dos alunos, a nossa opção por uma avaliação formativa/formadora mais centrada no conhecimento, na compreensão dos conteúdos e conceitos e resolução de problemas.

**Descrição do Tratamento – Aplicação da Avaliação
formativa/formadora**

Quadro I – Descrição sintética do tratamento



Conteúdos do Tratamento

Contemplaram-se no tratamento conteúdos programáticos da disciplina de Matemática e incluíram-se algumas actividades mais ligadas a dimensões psicológicas. Os diferentes conteúdos tratados distribuíram-se pelas treze sessões de ensino-aprendizagem, cada uma teve uma duração de aproximadamente 90 minutos. Na Tabela seguinte apresentam-se os conteúdos de cada uma das sessões do tratamento.

Tabela XXXIII.21 - Sessões do tratamento e respectivos conteúdos

Sessões	Conteúdos
Secção 1	Funcionamento do grupo, percepções e representações na matemática. “Familiarização dos alunos com a aplicação da avaliação formativa/formadora”
Sessão 2	Início ao estudo de mapas conceptuais.
Secção 3	Actividades prévias para preparar a elaboração dos mapas conceptuais.
Secção 4	Aplicação em educação dos mapas conceptuais.
Secção 5	Início ao estudo de Equações do 2º grau.
Sessão 6	Equações do 2º grau incompletas.
Sessão 7	Continuação do estudo sobre Equações do 2º grau incompletas.
Sessão 8	Equações do 2º grau completas.
Sessão 9	Continuação do estudo sobre Equações do 2º grau completas.
Sessão 10	Problemas do 2º grau.
Sessão 11	Problemas e Desafios Complementares. Construção de um mapa conceptual sobre equações.
Sessão 12	Apresentação, discussão e correcção dos trabalhos.
Sessão 13	Apresentação, discussão e correcção dos trabalhos.

Componente psicológica

Observando a tabela anterior, verifica-se que na sessão 1 foi dedicada a aspectos que podemos aproximar de variáveis psicológicas dos alunos, ela destina-se, fundamentalmente, à apresentação dos elementos do grupo, ao estabelecimento de regras de funcionamento do grupo e à discussão das expectativas e representações dos alunos acerca da matemática, quer enquanto conjunto de conteúdos a aprender, quer como domínio de desempenho. A inclusão deste tema no programa decorre da importância hoje atribuída a variáveis sócio-cognitivo-motivacionais (atribuições causais, locus de controlo, desânimo aprendido e ansiedade na matemática), enquanto variáveis mediadoras do bom ou fraco rendimento dos alunos Barros e Almeida, 1991). Assim, esperava-se que, logo na primeira sessão, o professor aplicador do tratamento e os próprios alunos vivenciassem estas cognições, sentimentos e representações, e permanecessem atentos a estes factores de índole motivacional, afectivos e cognitivos ao longo da implementação de todo o programa.

Tendo em vista a alteração de cognições pessoais negativas e representações da aprendizagem e do desempenho na matemática inibidoras da acção dos alunos (aspectos muito frequentes neste tipo de alunos), o professor aplicador devia, nesta primeira sessão e ao longo do programa, reforçar ou procurar reformular tais imagens e cognições pessoais consoante facilitassem ou constituíssem um obstáculo à aprendizagem, respectivamente. Na prática e a título de exemplo, o professor aplicador devia reforçar as verbalizações positivas e reformular as negativas, seria importante consciencializar os alunos da dependência entre as expectativas e atribuições actuais que fazem e as suas aprendizagens anteriores, era decisivo salientar a possibilidade de alterarem as suas expectativas e atribuições em face de novos momentos de aprendizagem e de desempenho, e era necessário realçar a importância do esforço, da persistência e do empenho como alternativas a um discurso onde o insucesso escolar na matemática aparece associado ao azar.

Os aspectos de índole psicológicos foram também considerados aquando da definição das actividades de ensino-aprendizagem e contribuíram decididamente para a formulação da dinâmica das sessões. Já na primeira sessão se esperava que os alunos formulassem e cumprissem regras de funcionamento do grupo que fossem

potencializadoras de um ambiente de participação e de respeito, requisitos estes entendidos como indispensáveis ao envolvimento e aproveitamento de todos os alunos. Estes aspectos, especificamente tratados na primeira sessão, deviam ser valorizados e desenvolvidos ao longo de toda o tratamento, procurando-se implementar uma dinâmica na participação, no confronto cognitivo, num espírito de ajuda mútua entre os alunos (e entre estes e o professor), na interiorização dos conhecimentos e na construção de competências de resolução de problemas e de atitudes resolutivas.

Ainda na sessão 1, foi feita uma pequena abordagem acerca da avaliação formativa/formadora com o objectivo de familiarizar os alunos com este tipo de avaliação uma vez que no decorrer do estudo desta unidade “equações do 2º grau” iríamos aplicar a avaliação formativa/formadora.

Referimos aos alunos que tendo em conta as dificuldades habituais que apresentam na matemática, apostamos na aplicação de uma avaliação formativa/formadora no processo de ensino-aprendizagem que, aplicado na própria sala de aula, permitisse leccionar de uma forma algo diferente esta unidade temática, numa perspectiva de recuperação de alunos com baixos rendimentos na disciplina. A avaliação formativa/formadora incide na unidade “Equações do 2º Grau”, tema considerado importante ao nível do 9º ano de escolaridade por duas razões: o elevado peso relativo ao cálculo e resolução de problemas no respectivo programa escolar e as habituais dificuldades dos alunos neste tema.

A importância da estrutura cognitiva do aluno na respectiva aprendizagem confere uma especial relevância ao conhecimento dessa estrutura, o qual só se consegue com uma avaliação formativa correcta. A finalidade deste tipo de avaliação, em que o aluno tem um papel activo, é de fornecer informações que permitam uma adaptação do ensino às diferenças individuais observadas na aprendizagem de cada um.

Referimos ainda que com este modelo de avaliação, dirigido principalmente aos processos mentais do aluno em detrimento dos produtos de aprendizagem, procura-se averiguar os progressos e dificuldades de aprendizagens e as causas dessas dificuldades,

entendendo-se os erros como normais e característicos de determinado nível de aprendizagem. Daqui resulta a adaptação das actividades de ensino de acordo com as informações recolhidas.

Demos a conhecer que na avaliação formativa, o professor deve estar atento ao processo e estratégias utilizadas por cada aluno, a fim de lhe ser possível fornecer uma orientação no decurso da aprendizagem e não uma actuação a posteriori. Uma forma evoluída de avaliação formativa é a avaliação formadora. Enquanto a avaliação formativa tradicional permite aquilatar acerca do progresso da aprendizagem do aluno no decorrer desta e regulá-la externamente, a avaliação formadora valoriza a meta-aprendizagem ajudando o aluno a aprender a aprender e está muito mais voltada para a regulação por cada aluno da sua aprendizagem.

Assim, deveremos ter em mente a possibilidade de se criarem condições ou situações diversificadas e motivadoras, ao nível da matemática, com vista a combater e travar o insucesso escolar registado nesta área.

Para isso ter-se-á de demonstrar que a matemática é uma disciplina agradável, divertida, criativa e muito útil. Ao mesmo tempo, tentar relacioná-la com os quotidianos reais da escola, da família, da comunidade e, por conseguinte, do bem estar da sociedade.

A aplicação de avaliação formativa/formadora na sala de aula dá uma nova dinâmica ao estudo da matemática. Sendo um trabalho de pares, onde a interacção é uma prática constante, e onde os alunos trabalham em grupo partilhando opiniões num debate grupo/turma, os bons alunos poderão arrastar consigo outros alunos menos bons que, a pouco e pouco podem ganhar motivação e hábitos de estudo, com vista a criarem apetência, para enfrentarem, duma maneira interactiva, uma disciplina séria e bastante importante na vida futura destes jovens.

Neste tipo de trabalho de pares, em que o aluno tem um papel activo leva muitos alunos à participação, contribuindo as suas respostas ou soluções para, tempos mais tarde, eles observarem os seus progressos ou sucessos. Pensamos que estes trabalhos não se dirigem exclusivamente à exploração de conteúdos matemáticos, mas favorecem igualmente, a concentração, o raciocínio, o cálculo, a discussão e a destreza matemática, tão necessária ao arranque de novas etapas no estudo desta disciplina.

Mapas de Conceitos

Pela observação do Quadro seguinte verifica-se a existência de três momentos na abordagem dos mapas de conceitos:

-Na segunda sessão fez-se uma pequena abordagem sobre os mapas conceptuais para a aprendizagem significativa.

Referimos que os mapas de conceitos afiguram-se-nos como uma ferramenta útil para ajudar os estudantes a reflectir sobre a estrutura do conhecimento e sobre o processo de produção do conhecimento, isto é, sobre o metaconhecimento.

Os mapas conceptuais têm por objectivo representar relações significativas entre conceitos na forma de proposições. Uma proposição consiste em dois ou mais termos conceptuais ligados por palavras de modo a formar uma unidade semântica. Na sua forma mais simples, um mapa de conceitos consta apenas de dois conceitos unidos por uma palavra de ligação de modo a formar uma proposição. Por exemplo. “o céu é azul” representa um mapa conceptual simples formado por uma proposição válida referente aos conceitos “céu” e “azul”.

Os mapas conceptuais servem para tornar claro, tanto aos professores como aos alunos, o pequeno número de ideias chave em que eles se devem focar para uma

tarefa de aprendizagem específica. Um mapa conceptual também pode funcionar como um mapa rodoviário visual, mostrando alguns dos trajectos que se podem seguir para ligar os significados de conceitos de forma a que resultem proposições. Depois de terminada uma tarefa de aprendizagem, os mapas conceptuais mostram um resumo esquemático do que foi aprendido.

Uma vez que a aprendizagem significativa se produz mais facilmente quando os novos conceitos ou significados conceptuais são englobados sob outros conceitos mais amplos, mais inclusivos, os mapas conceptuais devem ser hierárquicos; isto é, os conceitos mais gerais e mais inclusivos devem situar-se no topo do mapa, com os conceitos cada vez mais específicos, menos inclusivos, colocados sucessivamente debaixo deles.

- Na terceira sessão fez-se uma pequena abordagem sobre como iniciar os estudantes na elaboração de mapas conceptuais

Como sucede com qualquer acto de ensino, não há nenhum modo óptimo de introduzir os mapas conceptuais. Apresentamos várias abordagens, as quais já foram todas experimentadas, numa ou noutra situação, e que parecem igualmente prometedoras.

Em todos os casos, começamos por apresentar aos estudantes a ideia de conceito. Esta apresentação pode consistir um conjunto de actividades relacionadas com a aprendizagem e a memória, que temos desenvolvido e utilizado em estudantes do 2º e 3º ciclos do ensino básico. A ideia pode também ser introduzida mais simplesmente pela definição directa de conceitos, objectos, acontecimentos e regularidades. O exemplo seguinte mostra alguns processos que consideramos eficazes às crianças dos graus um a três do ensino básico.

Em primeiro lugar, queremos adiantar a ideia de que a melhor forma de facilitar a aprendizagem significativa dos estudantes é ajudá-los explicitamente a verem a

natureza e o papel dos conceitos, bem como as relações entre os conceitos, tal como existem nas suas mentes e como existem “lá fora”, no mundo ou em instruções escritas ou orais. Esta é uma ideia simples mas profunda; os estudantes podem demorar meses ou anos a reconhecerem que o que eles ouvem, vêem, sentem ou cheiram está em parte dependente dos conceitos que eles têm nas suas mentes. Este objectivo é fundamental num programa destinado a ajudar os estudantes a aprenderem a aprender.

Em segundo lugar, propomos procedimentos que ajudarão os estudantes a extrair conceitos específicos (palavras) de material escrito ou oral e a identificar relações entre esses conceitos. Para isso, é necessário isolar conceitos e palavras de ligação, reconhecer que embora ambos sejam importantes unidades de linguagem, eles desempenham papéis diferentes na transmissão do significado.

Introduzimos actividades prévias para preparar a elaboração dos mapas conceptuais, conforme se mostra no exemplo seguinte:

Estratégias para a introdução dos mapas conceptuais nos graus um a três do ensino básico

1. Pedimos às crianças para fecharem os olhos e perguntamos-lhes se elas vêem alguma imagem na sua mente quando pronuncia palavras que lhes são familiares, como por exemplo cão, cadeira e erva. Ao princípio, utilizamos nomes de “objectos”.
2. Depois de as crianças responderem escrevemos cada uma das palavras no quadro. Pedimos às crianças mais exemplos.
3. Continuamos depois com nomes de “acontecimentos”, como chover, saltar, cozer...; pedimos às crianças mais exemplos, escrevendo as palavras no quadro.
4. Pronunciamos palavras que não são familiares às crianças e perguntamos-lhes se elas vêem alguma imagem na sua mente. (Procure num dicionário palavras curtas que as crianças desconhecem, tais como “conceito”).

5. Ajudamos as crianças a reconhecerem que as palavras têm para elas significado quando conseguem representar mentalmente uma imagem ou um significado.

6. Perguntamos se alguns dos alunos da turma eram bilingues, e mandamos-lhes introduzir algumas palavras estrangeiras que eles conheçam para ilustrar que diferentes pessoas usam termos diversos com o mesmo significado.

7. Introduzimos a palavra conceito e explicamos que conceito é a palavra que usamos para designar a “imagem” de algum tipo de objectos ou acontecimento. Revemos algumas das palavras que escrevemos no quadro e perguntamos às crianças se todas essas palavras são conceitos; perguntamos-lhes se elas provocam o aparecimento de uma imagem na sua mente.

8. Escrevemos no quadro palavras tais como o, é, são, quando, que, então. Perguntamos às crianças se estas palavras lhes provocam o aparecimento de imagens na mente. Elas deveriam reconhecer que, ao contrário dos casos anteriores, não se tratam de conceitos; são antes, palavras de ligação que se usam na linguagem para ligar as palavras em frases que têm um significado especial.

9. Intitulamos os exemplos dados de “palavras de ligação” e pedimos aos estudantes mais exemplos.

10. Construimos pequenas frases com dois conceitos e uma palavra de ligação. Por exemplo, o céu é azul, as cadeiras são duras, os lápis têm mina.

11. Explicamos às crianças que a maior parte das palavras do dicionário são conceitos. (Pedimos-lhes que rodeassem com um círculo os termos conceptuais, numa cópia de um dicionário infantil). Os termos conceptuais e as palavras de ligação utilizam-se tanto na linguagem oral como na escrita (excepto no caso das crianças muito pequenas).

12. Realçamos o facto de certas palavras serem nomes próprios. Os nomes de pessoas, de locais ou de coisas específicas não são conceitos.

13. Dissemos as crianças para construírem algumas frases curtas da sua autoria, utilizando os conceitos e as palavras de ligação escritos no quadro ou outras palavras se assim o desejarem.

14. Dissemos a uma criança para ler uma frase e perguntamos a outra quais são os conceitos e quais as palavras de ligação.

15. Passamos às crianças a ideia de que ler é aprender a reconhecer termos impressos que representam conceitos e palavras de ligação. Perguntamos-lhes se é ou não mais fácil para elas lerem palavras para as quais já possuem um conceito na mente. Demos-lhes exemplos de conceitos familiares e não familiares que lhes tenham sido apresentados antes e de palavras tais como quando, então, enquanto e ali e perguntamos-lhes quais que são normalmente mais fáceis de ler.

- Na 4ª sessão, os alunos dispuseram de um espaço para poderem aplicar e construir em grupo um mapa de conceito bem como para desenvolverem as suas competências essenciais nesta área. O tema escolhido foi equações do 1º grau.

Foi pedido aos grupos de alunos para seleccionar seis ou oito conceitos chave que fossem fundamentais para compreender este tema, e também que elaborassem um mapa que relacionasse tais conceitos e caso achassem necessários que acrescentassem conceitos adicionais relevantes e os ligassem de modo a formarem proposições que tivessem sentido. No caso em que existam relações hierárquicas significativas entre os conceitos que se apresentam em primeiro lugar, pode ser útil ordená-los. Para grupos com mais dificuldades ajudamos os estudantes a identificarem três ou quatro conceitos importantes e utilizá-los para iniciar a construção do mapa conceptual. Os estudantes puderam então identificar mais facilmente outros conceitos relevantes e adicioná-los para formarem os seus próprios mapas conceptuais.

Considerando que a aprendizagem significativa é um processo contínuo mediante o qual, através da aquisição de novas relações proposicionais, o significado dos conceitos é ampliado, tal como vimos anteriormente nesta dissertação, “ os mapas conceptuais constituem um método para mostrar, tanto ao professor como ao aluno, que houve uma autêntica reorganização cognitiva” (Novak e Gowin, 1988, p.125), na medida em que indicam, com relativa precisão, o grau de diferenciação dos conceitos que um aluno possui.

O mapa conceptual reflecte o lema de “aprender a aprender”, porque o aluno, através da sua construção, participa de forma activa na sua própria aprendizagem, tendo maior liberdade e criatividade no estudo de qualquer matéria.

De uma forma mais abrangente, podemos afirmar que a construção dos mapas conceptuais desenvolve as potencialidades de quem aprende porque:

- partindo das suas experiências relaciona os conteúdos cognitivos com os conteúdos conceptuais explicitados no instrumento conferindo grande importância às ideias prévias surgidas da própria realidade do aluno;
- aquando da construção do instrumento, o discente é obrigado a procurar informação para enriquecer os seus conteúdos, implicando-se de forma activa na tarefa;
- o aluno é conduzido à opção por determinados conceitos, seleccionando os que devem incluir-se no instrumento e optando por determinado esquema de hierarquização dos mesmos;
- constitui um bom meio para a reflexão do aluno acerca dos mecanismos próprios da aprendizagem, ajudando-o a aprender qualquer conteúdo por si mesmo;
- quando o instrumento é construído em grupo, os alunos podem partilhar e negociar os significados aprendidos com os seus colegas, o que exige o respeito pelas opiniões dos outros e a recusa de qualquer imposição não justificada;
- o aluno pode avaliar o seu próprio processo de aprendizagem, detectando as concepções erradas inseridas no instrumento ou os erros e acertos na hierarquização e diferenciação progressiva dos conceitos, assim como na reconciliação integradora dos mesmos.

Na perspectiva do que temos vindo a reflectir, parece-nos propositada a citação seguinte:

O mapa conceptual não é uma mera abstracção de conceitos. Aqueles que o têm utilizado já puderam comprovar a sua validade para desenvolver o conhecimento reflexivo, ou seja como consequência de um processo de maturidade pessoal, nascido do esforço individual e do trabalho partilhado, que exige a interacção e o debate com os outros. (Ontoria A. e t al, 1999, p.58)

Procurando reforçar as nossas ideias podemos afirmar, de acordo com a opinião de Moreira e Buchweitz(1993,p.58), que a utilização dos mapas de conceitos pelos alunos pode ser feita com vários objectivos: a tomada de consciência de um novo assunto a aprender, a estruturação da nova informação, o resumo da matéria estudada e a facilitação da memorização.

Nas páginas seguintes procuraremos apresentar uma síntese dos trabalhos desenvolvidos, as pesquisas directamente relacionadas com o contributo destes instrumentos para a aprendizagem.

No que respeita, então, à relação mapa conceptual-aprendizagem, duas equipas de investigadores, Novak e Wandersee (1990) e Novak e Gowin (1999) concluíram que os mapas conceptuais podem ajudar os alunos a organizar a matéria, o que facilita a sua aprendizagem.

No que concerne ao desenvolvimento da compreensão dos alunos, Cook (1985) defende que estes instrumentos constituem um contributo fundamental, ajudando quem aprende a interiorizar conceitos e a relacioná-los.

Pankratius (1990), ao pesquisar também a eficácia na aprendizagem da utilização dos mapas conceptuais, conclui que as classificações dos grupos de alunos que recebem o ensino com mapas de conceitos são mais elevadas do que as dos grupos sujeitos a um ensino mais tradicional. Do seu trabalho resulta também que a utilização destes instrumentos, antes e durante o ensino, é mais eficaz para a aprendizagem que a modalidade em que o seu uso se restringe à fase posterior. Como dificuldade no recurso aos referidos instrumentos, indica o tempo necessário para familiarizar os alunos com a sua construção.

Na mesma linha de investigação, Roth (1994) refere que os mapas de conceitos, quando construídos em grupo, facilitam a aprendizagem devido à discussão sobre a selecção das palavras de ligação e das relações entre conceitos. Em 1988, Okebukola e Jegede haviam demonstrado, também, que alunos que

constroem colaborativamente mapas de conceitos alcançam uma melhor aprendizagem significativa relativamente aos que trabalham individualmente.

Por sua vez Valadares (1995), na sua dissertação de doutoramento, refere baseado na sua experiência, que os mapas de conceitos são uma boa ferramenta para a descoberta dos “segredos” da mente do aluno por parte dos professores.

Na aprendizagem significativa, um dos aspectos mais importantes é a motivação para aprender. A este propósito, Graça e Valadares (1998,p.27) referem que:

a construção de mapas conceptuais tem algo de lúdico e desperta o entusiasmo, suscita a curiosidade de aprender, particularmente em alunos pouco motivados pelo ensino memorístico a que muitas vezes são sujeitos, mas capazes de representar os seus conhecimentos de forma criativa e significativa.

Muitos alunos classificados como “incapazes de aprender” são na realidade crianças inteligentes que não têm habilidade nem motivação para a aprendizagem memorística, mas que são capazes de ser melhores alunos da turma quando lhes é dada a oportunidade de representarem os seus conhecimentos de uma forma criativa e significativa (Melby-Robb,1982,citado por Novak e Gowin, 1999, p.57).

Componente matemática

Os conteúdos matemáticos sobre equações do 2º grau foram organizados em tornos de nove sessões, da sessão 5 à sessão 13 (ver quadro II).

Na **quinta sessão** foi dito aos alunos que no 8º ano, já teriam dedicado algum tempo ao estudo das equações. Este tema será agora retomado, sendo-lhes propostas novas questões e fazendo-lhes recordar o estudo de operações com polinómios.

Os conhecimentos adquiridos no ano passado sobre as equações seriam muito importantes nesta sessão, pelo que sugerimos que fizessem uma breve revisão, recordando em especial que:

- A resolução de uma equação literal do 1º grau requer os mesmos procedimentos utilizados para as equações numéricas.

- Regras para resolver equações:

1ª Regra: podemos mudar um termo de um membro para o outro trocando-lhe o sinal – **Regra da adição**

2ª Regra: Podemos multiplicar ou dividir ambos os membros pelo mesmo número (diferente de zero) – **Regra da multiplicação.**

Há ainda regras práticas associadas a estas como sejam o desembaraçar de parênteses, reduzir termos semelhantes, etc.

- As equações do 1º grau a uma incógnita classificam-se em **impossíveis** e **possíveis**, podendo estas últimas ser determinadas ou **indeterminadas**.

- **Equação impossível** é uma equação que não tem qualquer solução. Reduz-se à forma $0x = b$ e b diferente de zero

- **Equação indeterminada** é uma equação que é verificada por qualquer valor atribuído à incógnita. Tem uma infinidade de soluções. Reduz-se à forma $0x = 0$

- As equações que se reduzem à forma $y = Kx + b$ representam rectas. Para fazer a representação gráfica dessa recta, basta determinar as coordenadas de dois pontos.

Depois da explicação e resolução de alguns exercícios no quadro, foi passado os seguintes exercícios para cada um dos grupos. Sendo 5 grupos, cada grupo realizou um

exercício seleccionado por ordem numérica, ou seja: grupo 1 – exercício -1, grupo 2 – exercício -2, grupo 3 – exercício -3, grupo 4 – exercício -4, grupo 5 – exercício -5.

Actividades de grupo

1. Resolve em ordem a x a equação $2x+2y=\frac{3-x}{2}$

2. Resolve em ordem a x a equação $\frac{x}{2}-1=y+3$

3. Classifica a equação numérica seguinte:

a) $2-\left(\frac{1}{2}x+3\right)=x-5$

4. Representa graficamente:

a) $y=2x$

b) $y=2x+3$

De salientar que a resolução destas actividades implicou a aplicação de avaliação formativa/formadora na sala de aula e deu uma nova dinâmica ao estudo da matemática. Foi lembrado a cada grupo de alunos que sendo um trabalho de pares, onde a interacção é uma prática constante, e onde os alunos trabalham em grupo partilhando opiniões num debate grupo/turma, os bons alunos poderiam arrastar consigo outros alunos menos bons que, a pouco e pouco podiam ganhar motivação e hábitos de estudo, com vista a criarem apetência, para enfrentarem, duma maneira interactiva, uma disciplina séria e bastante importante na vida futura destes jovens.

Cada aluno deveria dar a sua opinião e o seu método de resolução para cada exercício. Por exemplo caso um aluno tivesse um 2º método de resolução diferente do método que algum colega tivesse a aplicar que dissesse livremente porquê que seria daquela maneira e não podia ser da outra. etc.

Notamos que alguns alunos tiveram uma participação bastante activa, a interacção foi constante e os seus trabalhos não se dirigiam exclusivamente à exploração de conteúdos matemáticos, mas favoreciam igualmente, a concentração, o raciocínio, o cálculo, o debate, a discussão e a destreza matemática, tão necessária ao arranque de novas etapas no estudo desta disciplina.

No final houve debate grupo/turma. O porta-voz de cada grupo apresentou no quadro o seu trabalho, permitindo aos outros grupos dar as suas sugestões, se tinham alguma dúvida ou outro método de resolução diferente para chegar a mesma solução.

Na **sexta sessão** retomando a decomposição em factores já abordada no ano anterior, procedeu-se novamente a resolução de equações de grau superior ao primeiro.

Resolveu-se problemas diversificados – geométricos, numéricos, etc. – envolvendo equações do 2º grau incompletas.

Na **sétima sessão** tal como aconteceu na quinta sessão, pedimos aos alunos que resolvessem as seguintes equações, aplicando os casos Notáveis da multiplicação e a Lei do anulamento do produto.

1. $(x-1)(x+3)=0$

2. $3x^2 - 4x = 0$

3. $x^2 - 1 = 0$

4. $4x^2 = 5x$

5. $(x^2 - 4x + 4) = 0$

No final houve debate grupo/turma. O porta-voz de cada grupo apresentou no quadro o seu trabalho, permitindo aos outros grupos dar as suas sugestões, se tinham alguma dúvida ou outro método de resolução para obterem a mesma solução.

Na **oitava sessão** deduziu-se a fórmula resolvente de equações do 2º grau.

Resolvemos equações do 2º grau completas e problemas do 2º grau.

A fórmula resolvente foi deduzida usando um processo construtivo. Os alunos num debate grupo/turma partiram de equações que sabem resolver e foi-se complicando a situação até que chegaram à expressão geral da equação do 2º grau.

Na **nona sessão** Depois de apresentar aos grupos uma sequência de equações a resolver:

1- $(x + 2)^2 = 16$

2- $(x + 2)^2 = 7$

3- $x^2 + 4x = 5$

4- $6x^2 - 12x - 5 = 0$

5- $(x - 2)^2 = 9$

Houve dois grupos de alunos que apresentaram o método de resolução de problemas do 2º grau, aplicando de imediato a fórmula resolvente. Outros três grupos resolveram os problemas com recurso à álgebra.

As respostas dos dois primeiros grupos denunciaram uma aprendizagem de matemática baseada na mecanização, no faz-se assim, na aplicação da regra indiscriminadamente.

As respostas dos três últimos grupos revelaram uma aprendizagem mais construtiva e significativa. É neste aspecto que torna importante a aplicação da avaliação formativa/formadora (debate grupo/turma). Os alunos que a partida basearam-se na mecanização para resolver a equação, aplicando directamente a fórmula resolvente, com a aplicação da avaliação formativa/formadora (debate grupo/turma), chegaram a conclusão que este processo não é o melhor de os alunos entenderem os que estão a fazer ou seja pode haver outro caminho mais construtivo e significativo para chegar a mesma solução.

Devemos pugnar para que os nossos alunos aprendam cálculo algébrico mas que essa aprendizagem seja construtiva e significativa. Ao observarmos uma expressão temos de pensar o que queremos, qual é o melhor processo de obter a solução e só depois procurar escrever e obter a resposta.

Na **décima sessão**, resolveu-se problemas diversificados – geométricos, numéricos, etc. – aplicando os casos notáveis da multiplicação e sempre que conveniente foi aplicada a fórmula resolvente.

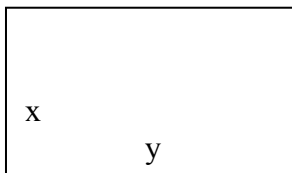
O conjunto dos problemas apresentados permite ao aluno sistematizar as ideias acerca do que aprendeu e desenvolver técnicas e capacidades de resolução de problemas.

Na décima **primeira sessão**, procedeu-se a construção de um mapa de conceitos sobre equações e a realização em grupo dos problemas e desafios complementares apresentado na décima sessão, conforme se pode ver nas actividades a seguir apresentadas.

Problemas e desafios complementares apresentado aos grupos na décima sessão

Grupo – 1

1 - Quais são as dimensões de um rectângulo de área 244cm^2 e perímetro 64cm^2 ?



2 - Um jardim tem a forma de um triângulo rectângulo isósceles de área 32m^2 . Quantos metros de rede são necessários para vedar o jardim?

3 – Resolve cada uma das seguintes equações:

a) $3x^2 - 12 =$

b) $5x^2 = 10x$

c) $x^2 - 2x + 1 - 3x^2 + 12 = 0$

Grupo – 2

1 - A soma de dois quadrados perfeitos consecutivos é 265. descobre-os.

2 – Determina o perímetro de um quadrado que tem de área $25m^2$.

3 – Resolve cada uma das seguintes equações:

a) $-8x^2 = 3x^2$

b) $(x+3)(x+5) - 4x(x+3) = 0$

c) $(b - 9)^2 - 25 = 0$

Grupo – 3

1-) O senhor Silva deixou a sua cabra a pastar num prado. Para que ela não fugisse prendeu-a com uma corda a uma estaca. A corda tem 10m de comprimento. Qual é a área que a cabra tem a sua disposição?

2 -) A diferença de dois números inteiros positivos é 4 e o seu e o seu produto é 60 é 60. Quais são os números?

3 – Resolva cada uma das seguintes equações:

a) $5x^2 = 0$

b) $\frac{1}{2}x^2 = \frac{1}{3}x^2$

c) $2 - \frac{4x^2 - 1}{2} = -3x^2 - x + \frac{1}{3}$

Grupo – 4

1 – A área de um rectângulo é 24 m². Determine a diagonal se a largura é dois terços do comprimento.

2 -) A soma de dois números é 12 e a soma dos seus quadrados é 74.

Quais são os números?

3 – Resolva cada uma das seguintes equações:

a) $x^2 - 16 = 0$

b) $(1 - 3x)^2 = 1 - 6x$

c) $(x + 2)^2 - x^2 = (x + 1)^2$

Grupo – 5

1 – Um indivíduo possui um jardim de forma quadrada. Decide ampliá-lo, construindo ao longo de três dos lados do quadrado um passeio de largura constante e igual à 1,5 m. O jardim, agora de forma rectangular, passou a ter uma área de 67,5 m². Qual era a sua área antes de ser ampliado?

2 -) Se ao dobro da idade da Maria adicionarmos o triplo da idade dela obtemos 230. Quantos anos tem a Maria?

3 -) Resolve cada uma das seguintes equações:

a) $2x^2 - 8x = 0$

b) $(1 + 2x)^2 = 1$

c) $(x - 1)^2 - 3(x + 2)(x - 2) = 0$

Finalmente, nas **duas últimas sessões** efectuou-se a apresentação, discussão, e correcção desses trabalhos num debate grupo/turma aplicando a avaliação formativa/formadora.

Actividades

Para além da diversidade das actividades de ensino, o “Tratamento” contemplava três momentos diferenciados na abordagem didáctica dos conteúdos, os quais permitiam organizar e sequencializar as diferentes actividades. É assim que se começou por estabelecer um momento de “Introdução de conteúdos”, em que se privilegiava a

compreensão dos conteúdos; seguiu-se um momento de “Treino”, onde se enfatizava a memorização e o desenvolvimento de automatismos de cálculo; e, finalmente, definiu-se um momento de “Síntese e generalização”, centrado na verbalização escrita (de simbologia, regras e propriedades).

A importância da consideração dos três momentos sequenciais específicos resulta do facto de permitirem que o aluno comece por adquirir significados acerca dos conteúdos, prossiga através de uma fase de consolidação e aplicação, incorporando geralmente mapas conceptuais, e termine com a codificação dos conteúdos tratados numa linguagem adequada.

No sentido de se implementar a avaliação formativa/formadora em consonância com as orientações metodológicas preconizadas procuramos formar cinco grupos, sendo quatro deles com cinco elementos e um com seis elementos. O papel do professor nas sessões era mais de orientação e supervisão do que das funções instrucionais. Nesse papel importava estar atento às verbalizações negativas por parte dos alunos tendo em vista a sua substituição por outras mais ligadas ao esforço, à persistência e à dificuldade das tarefas, e estar também atento aos espaços criados para a interacção com os outros e confronto de ideias, bem como para os espaços mais pessoais de interiorização e consolidação de conhecimentos.

Passando as actividades estruturadoras em cada sessão e de alguma forma à metodologia seguida na implementação do tratamento, refira-se que no processo de ensino-aprendizagem se contemplaram três momentos diferenciados: um momento de “Introdução de conteúdos”, um momento de “Treino” e um momento de “Síntese e generalização”. Relativamente a cada um destes momentos definiram-se diferentes tipos de actividades de ensino de modo a responder às exigências inerentes a tais momentos. São exactamente as ideias e os princípios que subjazem ao estabelecimento dos diferentes tipos de actividades dirigidas a cada um dos momentos referidos que trataremos ao longo deste ponto.

No momento de “Introdução de conteúdos”, o reforço do significado das soluções e a existência ou não da solução de uma equação utilizando a calculadora gráfica ou o computador alicerçou-se na concretização e no desenvolvimento de significados dos

conceitos e conteúdos tratados. Para tal, muito frequentemente, as tarefas propostas aos alunos apresentavam um carácter manipulativo. Apresenta-se a seguir, um exemplo de actividade de carácter manipulativo pensada para concretizar e desenvolver o significado de equações do 2º grau.

Equações do 2º grau incompletas

Considera as funções:

$$f : x \quad y = x + 2 \quad g : x \quad y = x^2 - 4$$



- Representa graficamente no mesmo referencial as duas funções

(Com a ajuda da calculadora gráfica ou do computador os alunos determinaram a existência da solução da equação).

O gráfico de f intersecta o eixo dos xx no ponto da abcissa -2 .

Notemos que $x + 2 = 0$ implica $x = -2$.

A raiz de equação $x + 2 = 0$ (a solução da equação) é a abcissa do ponto de intersecção do gráfico com o eixo dos xx .

De modo idêntico podemos escrever:

$$x^2 - 4 = 0 \quad \text{implica} \quad x = 2 \quad \text{ou} \quad x = -2$$

-2 e 2 são as soluções da equação do 2º grau $x^2 - 4 = 0$. Estas soluções são as abcissas dos pontos de intersecção do gráfico de g com o eixo dos xx .

Então, se pretendermos saber se uma equação do tipo $ax^2 + bx + c = 0$, a diferente de zero, tem soluções ou não podemos considerar a função:

$f: x \rightarrow y = ax^2 + bx + c$, a diferente de zero



e representar a função graficamente. Se o gráfico não intercepta o eixo dos xx a equação não tem soluções. Se o gráfico tem como eixo dos xx algum ponto em comum, então a equação tem soluções.

Exemplo:

$$x^2 = 0 \quad ; \quad y = x^2$$

Tem a solução 0

A fundamentação teórica da necessidade de concretização das ideias matemáticas decorre, em grande medida, dos trabalhos de Piaget (1966) e Bruner (1972). Ambos destacam a importância da acção, da percepção, da manipulação e do esforço de concretização no processo de desenvolvimento cognitivo do indivíduo. No caso de Bruner, a importância da concretização é defendida mesmo para aqueles alunos que estão prontos a operar ao nível simbólico (nível superior da representação cognitiva do modelo de Bruner). Esta opção didáctica apresenta vantagens, pois, segundo este autor, uma abordagem concreta permite ligar ideias abstractas com representações concretas, o que não só facilita uma retenção mais eficaz como a consequente evocação da informação.

A insuficiência de um ensino puramente verbal é realçada por Resnick e Ford (1990), aumentando as possibilidades de fracasso aquando do ensino de novos conceitos e sempre que se exige uma reorganização das estruturas conceptuais existentes. Neste último caso, as **representações gráficas** ou concretas constituem um bom meio de revelar a eventual inadequabilidade dos esquemas conceptuais anteriores (conhecimentos declarativos e procedimentais – Almeida, 1993), tornando-se por isso necessário criar no ensino-aprendizagem condições facilitadoras de tal reconstrução.

No momento de “Treino” praticaram-se técnicas e algoritmos de cálculo a fim de desenvolver no aluno certos automatismos. Simultaneamente e tendo em vista aumentar o empenho dos alunos nas actividades propostas, para deste modo melhorar a eficácia desta prática, integrou-se esta exercitação na construção de mapas de conceitos. Nesta fase, dedicado ao debate do pequeno grupo de alunos, em que se dialogou, se trocaram e partilharam conhecimentos, se comungaram as ideias que cada um tinha adquirido sobre Equações do 2º grau, implicando que o professor clarificasse alguns conceitos cujo significado parecia confuso no momento em que se tentava formar proposições.

Isto ocorreu, com alguns conceitos, sobre os quais surgiram algumas discrepâncias. Por tal motivo, gerou-se uma animada discussão nos cinco grupos, sobressaindo as diferentes concepções que os alunos tinham sobre determinados conceitos.

Relativamente a construção de mapas de conceitos, a sua inclusão deveu-se ao facto de eles potencializarem uma maior motivação e empenho dos alunos na realização das tarefas propostas. Este aspecto, pensamos nós, reveste-se de uma importância acrescida na medida em que se tratava de alunos com dificuldades em matemática, logo não muito motivados.

Finalmente, no momento de “Síntese e generalização”, que constitui a última parte de cada uma das nove sessões dedicadas a conteúdos matemáticos foram constituídos por exercícios e alguns problemas com formato idêntico ao que normalmente é apresentado no manual de Matemática.

Uma metodologia construtivista subjacente ao tratamento

Quanto à metodologia preconizada para a implementação destas sessões procurou-se dar especial importância a aspectos centrais das abordagens construtivistas da aprendizagem, designadamente à participação activa do aluno na sua aprendizagem, à interacção entre o professor e o aluno, à interacção social entre os pares.

Para além dos aspectos acima referidos, vistos como metodologias gerais que deviam constituir uma preocupação constante na actuação do professor e do aluno, estabeleceram-se, também, metodologias específicas que deviam ser utilizadas nos diferentes momentos da sessão, ou seja, no momento de “Introdução de conteúdos”, no momento de “Treino” e no momento de “ Síntese e generalização.

Relativamente ao momento de “Introdução de conteúdos”, em que os alunos foram confrontados com várias situações tendo em vista inferir uma regra, um princípio ou uma lei matemática, estabeleceram-se três etapas diferenciadas. Na primeira etapa, o grupo (professor e alunos) resolvia a primeira situação. Aqui, o professor desempenhava, fundamentalmente, o papel de questionador, de ajuda (providenciando informação adicional, se necessário e formulador de sínteses. Na segunda etapa, os alunos, em pares, procuravam resolver as restantes situações apresentadas. Finalmente, na terceira etapa procurou-se criar um ambiente de partilha e discussão em grande grupo/turma, reforçando a avaliação formativa/formadora, como forma de potencializar o emergir de discrepâncias que conduzissem ao confronto de ideias tendo em vista uma melhor integração e consolidação dos saberes. Mesmo que nessa altura as ideias em presença fossem mais homogéneas que discrepantes, o professor deveria procurar criar espaços de confronto, de integração e de consolidação.

Na construção de mapas de conceitos, o que aconteceu no momento de “Treino”, os alunos organizaram-se em pequenos grupos de cinco ou seis elementos. Era nestes pequenos grupos que os alunos construíam os seus mapas, cabendo ao professor a tarefa de acompanhar os grupos e contribuir para o ultrapassar de dificuldades e conflitos eventualmente verificados entre os elementos de grupo.

No momento de “Síntese e generalização”, que constituiu a parte final de cada sessão, as metodologias distinguiram-se na realização das diversas actividades, estabelecidas com o propósito de sintetizar e registar as ideias mais importantes da sessão. Após a realização das actividades (exercícios e problemas) efectuava-se no grande grupo/turma a apresentação, discussão, debate e correcção destes trabalhos (reforço da aplicação da avaliação formativa/formadora) com o fim de se discutirem e ultrapassarem possíveis dificuldades surgidas. Caso as dificuldades reveladas pelos

alunos o justificassem devia proceder-se a uma reformulação das aprendizagens anteriores.