



UNIVERSIDADE DE ÉVORA
ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

Mestrado em Química em Contexto Escolar

Dissertação

**Caracterização do Trabalho Experimental Realizado no Ensino
Secundário e Estudo da Importância do mesmo na
Aprendizagem da Química**

Maria de Lurdes Azevedo e Silva da Cruz Esteves

Orientadora:

Professora Doutora Margarida do Rosário Domingos Terraço Figueiredo

Co-Orientador:

Professor Doutor Henrique Agostinho de Oliveira Moiteiro Vicente

Mestrado em Química em Contexto Escolar

Dissertação

**Caracterização do Trabalho Experimental Realizado no Ensino
Secundário e Estudo da Importância do mesmo na
Aprendizagem da Química**

Maria de Lurdes Azevedo e Silva da Cruz Esteves

Orientadora:

Professora Doutora Margarida do Rosário Domingos Terraço Figueiredo

Co-Orientador:

Professor Doutor Henrique Agostinho de Oliveira Moiteiro Vicente

Ouve e esquece,
vê e recorda,
faz e aprende.

(Velho provérbio chinês)

AGRADECIMENTOS

À Prof^a. Doutora Margarida Figueiredo e ao Prof. Doutor Henrique Vicente agradeço a disponibilidade e amizade com que sempre me acolheram. Foi fundamental a orientação, o apoio sempre entusiasta e paciente e o incentivo constante ao longo deste trabalho.

Devo ainda manifestar agradecimentos:

Aos Presidentes/Directores de todas os Estabelecimento de Ensino que autorizaram a implementação dos inquéritos.

Aos Professores que aplicaram os inquéritos aos seus alunos, tendo também respondido ao que lhes foi dirigido, apesar de se tratar de um ano conturbado pela alteração das carreiras.

Aos Encarregados de Educação que permitiram que os seus Educandos participassem neste estudo.

Aos Alunos que responderam aos inquéritos permitindo a obtenção dos dados, sem os quais não seria possível realizar este estudo.

Aos meus filhos, Joana e Francisco, pelo carinho que sempre manifestaram mesmo quando a mãe não tinha a disponibilidade de que necessitavam.

Ao meu marido, João, pelo apoio prestado em todos os momentos, pela compreensão, amor e carinho incondicionais.

Aos meus Pais, que sempre me apoiaram.

Caracterização do Trabalho Experimental Realizado no Ensino Secundário e Estudo da Importância do mesmo na Aprendizagem da Química

RESUMO

Neste estudo pretende caracterizar-se o trabalho experimental realizado no ensino secundário, no âmbito do ensino da Química e estudar qual a influência que a sua realização exerce na motivação dos alunos para o estudo da disciplina.

Este estudo foi efectuado com professores que leccionaram a disciplina de Física e Química A, e alunos que frequentaram esta disciplina no 10º e 11º ano, no ano lectivo 2008/2009. Foi alargado a Escolas, públicas e privadas, de várias regiões, com o intuito de obter um maior leque de resultados e de estudar eventuais diferenças.

No que respeita ao 10º ano faz-se a comparação entre a opinião dos alunos que tiveram aulas experimentais no 3º Ciclo, e a daqueles que não tiveram, ficando desse modo a conhecer a perspectiva que os próprios alunos têm sobre se esse trabalho foi, ou não, importante no desenvolvimento da sua aprendizagem no âmbito da Química.

Palavras-Chave: Trabalho Experimental; Aulas Experimentais; Aprendizagem, Química

Characterization of the Experimental Work Carried Out in the Secondary School, and the Study of its Importance in the Learning of Chemistry

ABSTRACT

This work intends to characterize the chemical experimental work carried out in Secondary schools, and to study its importance in the motivation of the students in the learning of Chemistry.

This study comprises teachers who taught Physics and Chemistry A, and students who attended this subject in their 10th or 11th grade, during the year of 2008/2009. Public and private schools from different regions were included in this study, in order to achieve a wider range of results and have the possibility to analyze the differences.

A comparison of opinions was made amongst 10th grade students that had and didn't have experimental classes in previous grade, and those that had not. Thus, it was possible to know the opinions of students about the importance of experimental work in their Chemistry learning.

Keywords: Experimental Work, Experimental Classes, Learning, Chemistry

ÍNDICE GERAL

Agradecimentos	v
Resumo	vii
Abstract.....	ix
Índice Geral	xi
Índice de Figuras	xv
Índice de Tabelas.....	xxiii
Glossário.....	xxvii
Capítulo 1 – Introdução	1
1.1 Razões e motivação para a realização deste estudo	2
1.2 Metodologia do trabalho	3
1.3 Estrutura da dissertação	4
Capítulo 2 – Importância do Trabalho Experimental no Ensino da Química	5
2.1 Evolução histórica do trabalho experimental no ensino da Química.....	5
2.1.1 A experimentação e o seu papel fundamental no ensino	7
2.2 Trabalho prático, trabalho experimental e trabalho laboratorial.....	9
2.3 O trabalho experimental no ensino da Química na actualidade.....	12
2.3.1 O trabalho experimental no ensino da Química antes da revisão curricular..	12
2.3.1.1 Programas de 10º e de 11º ano	14
2.3.2 O trabalho experimental no ensino da Química após a revisão curricular.....	19
Capítulo 3 – Descoberta de Conhecimento em Bases de Dados e <i>Data Mining</i>	21
3.1 Descoberta de conhecimento em bases de dados.....	22

3.2 <i>Data mining</i>	24
3.3 Modelos e técnicas de <i>data mining</i>	26
3.3.1 Aproximação de vizinhanças	27
3.3.2 Árvores de decisão	29
3.3.3 Avaliação dos modelos	32
3.3.3.1 Avaliação de modelos de classificação	35
3.3.3.2 Avaliação de modelos de regressão.....	37
Capítulo 4 – Metodologia do Estudo	39
4.1 Razões da escolha da amostra.....	39
4.2 Caracterização das amostras	39
4.2.1 Caracterização da amostra de alunos do 10º ano	40
4.2.2 Caracterização da amostra de alunos do 11º ano	41
4.2.3 Caracterização da amostra de professores.....	42
4.3 Descrição do procedimento	44
4.4 Categorização das questões incluídas nos inquéritos	46
4.4.1 Categorização das questões incluídas nos inquéritos do 10º e 11º ano.....	47
4.4.2 Categorização das questões incluídas no inquérito dos professores	48
4.5 Descrição das técnicas utilizadas no tratamento de dados.....	50
Capítulo 5 – Apresentação, Análise e Discussão de Resultados e Modelos	53
5.1 Caracterização do trabalho experimental realizado no ensino secundário	53
5.2 Análise e discussão dos resultados obtidos na amostra de alunos do 10º ano.....	56
5.2.1 Influência do percurso escolar anterior dos alunos	57
5.2.2 Influência dos recursos materiais existentes na escola	64
5.2.3 Influência da metodologia seguida nas aulas experimentais.....	70

5.3 Análise e discussão dos resultados obtidos na amostra de alunos do 11º ano.....	74
5.3.1 Influência do percurso escolar relativo ao 10º ano	75
5.3.2 Influência dos recursos materiais existentes na escola	79
5.3.3 Influência da metodologia seguida nas aulas experimentais.....	83
5.4 Análise e discussão dos resultados obtidos na amostra de professores	86
5.4.1 Influência dos recursos materiais existentes na escola	88
5.4.2 Influência da metodologia seguida nas aulas experimentais.....	93
Capítulo 6 – Conclusões Finais e Perspectivas Futuras	101
6.1 Conclusões	101
6.2 Perspectivas futuras	104
Referências Bibliográficas.....	105
Anexo I – Inquéritos Utilizados Neste Estudo	113
I.1 Inquérito dirigido aos alunos do 10º ano	113
I.2 Inquérito dirigido aos alunos do 11º ano	118
I.3 Inquérito dirigido aos professores	123
Anexo II – Pedidos de Autorização/Autorizações para Implementar os Inquéritos.....	129
II.1 Autorização dada pela DGIDC para implementar o inquérito do 10º ano	129
II.2 Autorização dada pela DGIDC para implementar o inquérito do 11º ano	130
II.3 Autorização dada pela DGIDC para implementar o inquérito dos professores .	131
II.4 Pedido de autorização dirigido aos conselhos executivos/direcções das escolas	132
II.5 Pedido de autorização dirigido aos encarregados de educação dos alunos.....	134
Anexo III – Escolas Contactadas e Inquéritos Enviados/Recebidos	137
III.1 Lista de escolas contactadas	137
III.2 Número de inquéritos enviados/recebidos	141

Anexo IV – Modelos Relativos à Amostra de Alunos do 10º Ano	145
IV.I Influência do percurso escolar anterior dos alunos	145
IV.II Influência dos recursos materiais existentes na escola	148
IV.III Influência da metodologia seguida nas aulas experimentais	150
Anexo V – Modelos Relativos à Amostra de Alunos do 11º ano.....	155
V.I Influência do percurso escolar relativo ao 10º ano	155
V.II Influência dos recursos materiais existentes na escola.....	160
V.III Influência da metodologia seguida nas aulas experimentais	165
Anexo VI – Modelos Relativos à Amostra de Professores	171
VI.I Influência dos recursos materiais existentes na escola.....	171
VI.II Influência da metodologia seguida nas aulas experimentais	177

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo proposto para a resolução de um problema por via experimental. ...	18
Figura 2 – Processo de descoberta de conhecimento em bases de dados.....	23
Figura 3 – Validação cruzada com dez iterações	34
Figura 4 – Frequências de respostas relativas aos recursos físicos e materiais existentes nas escolas, para as três populações estudadas.....	54
Figura 5 – Frequência de respostas relativas à metodologia usada nas aulas experimentais de Química, para as três populações estudadas	55
Figura 6 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 2$) com base no percurso escolar anterior dos alunos do 10º ano (questões I a V)	58
Figura 7 – Associações entre segmentos e respostas dadas à questão XV, relacionada com a importância atribuída à experimentação na aprendizagem da Química	59
Figura 8 – Associações entre segmentos e respostas dadas à questão relacionada com a motivação para a aprendizagem da Química	60
Figura 9 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 3$) com base no percurso escolar anterior dos alunos do 10º ano (questões I a V)	61
Figura 10 – Associações entre segmentos e respostas dadas à questão XV, relacionada com a importância atribuída à experimentação na aprendizagem da Química	62
Figura 11 – Associações entre segmentos e respostas dadas à questão XVI, relacionada com a motivação para a aprendizagem da Química	63
Figura 12 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 2$) com base nos recursos materiais existentes na escola (questões VIII a X)	64
Figura 13 – Associações entre segmentos e respostas dadas à questão XV, relacionada com a importância atribuída à experimentação na aprendizagem da Química	65

Figura 14 – Associações entre segmentos e respostas dadas à questão XVI, relacionada com a motivação para a aprendizagem da Química	66
Figura 15 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 3$) com base nos recursos materiais existentes na escola (questões VIII a X)	67
Figura 16 – Associações entre segmentos e respostas dadas à questão XV, relacionada com a importância atribuída à experimentação na aprendizagem da Química	69
Figura 17 – Associações entre segmentos e respostas dadas à questão XVI, relacionada com a motivação para a aprendizagem da Química	69
Figura 18 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 3$) com base na metodologia seguida nas aulas experimentais (questões XI a XIV).....	71
Figura 19 – Associações entre segmentos e respostas dadas à questão XV, relacionada com a importância atribuída à experimentação na aprendizagem da Química	73
Figura 20 – Associações entre segmentos e respostas dadas à questão XVI, relacionada com a motivação para a aprendizagem da Química	74
Figura 21 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 3$) com base no percurso escolar realizado pelos alunos no 10º ano (questões I a III).....	77
Figura 22 – Associações entre segmentos e respostas dadas à questão XIII, relacionada com a importância atribuída à experimentação na aprendizagem da Química	78
Figura 23 – Associações entre segmentos e as respostas dadas à questão XIV, relativa à motivação para a aprendizagem da Química	79
Figura 24 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 2$) com base nos recursos materiais existentes na escola (questões IV a VIII).....	80
Figura 25 – Associações entre segmentos e respostas dadas à questão XIII, relacionada com a importância atribuída à experimentação na aprendizagem da Química	82
Figura 26 – Associações entre segmentos e respostas dadas à questão XIV, relacionada com a motivação para a aprendizagem da Química	82

Figura 27 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 3$) com base na metodologia seguida nas aulas experimentais (questões IX a XII)	84
Figura 28 – Associações entre segmentos e respostas dadas à questão XIII, relacionada com a importância atribuída à experimentação na aprendizagem da Química	85
Figura 29 – Associações entre segmentos e respostas dadas à questão XIV, relacionada com a motivação para a aprendizagem da Química	86
Figura 30 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 3$) com base nos recursos materiais existentes na escola (questões I a V).....	89
Figura 31 – Associações entre segmentos e respostas dadas à questão X, relacionada com a importância atribuída à experimentação no ensino da Química	90
Figura 32 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas às questões XI, XII e XIII, relacionadas com os resultados obtidos pelos alunos	91
Figura 33 – Associações entre segmentos e as respostas dadas às questões XIV e XV, relativas à motivação de alunos/professores para a aprendizagem/ensino da Química .	92
Figura 34 – Associações entre segmentos e respostas dadas à questão XVI, relacionada com a literacia científica dos alunos.....	93
Figura 35 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 2$) com base na metodologia seguida nas aulas experimentais (questões VI a IX).....	95
Figura 36 – Associações entre segmentos e respostas dadas à questão X, relacionada com a importância atribuída à experimentação no ensino da Química	95
Figura 37 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas às questões XI, XII e XIII, relacionadas com os resultados obtidos pelos alunos	96
Figura 38 – Associações entre segmentos e as respostas dadas às questões XIV e XV, relativas à motivação de alunos/professores para a aprendizagem/ensino da Química .	98
Figura 39 – Associações entre segmentos e respostas dadas à questão XVI, relacionada com a literacia científica dos alunos.....	99

Figura 40 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 4$) baseado no percurso escolar anterior dos alunos do 10º ano (questões I a V)	145
Figura 41 – Associações entre segmentos e as respostas dadas à questão XV, relativa à importância atribuída à experimentação na aprendizagem da Química	146
Figura 42 – Associações entre segmentos e as respostas dadas à questão XVI, relativa à motivação para a aprendizagem da Química	147
Figura 43 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 4$) baseado nos recursos materiais existentes na escola (questões VIII a X)	148
Figura 44 – Associações entre segmentos e as respostas dadas à questão XV, relativa à importância atribuída à experimentação na aprendizagem da Química	149
Figura 45 – Associações entre segmentos e as respostas dadas à questão XVI, relativa à motivação para a aprendizagem da Química	149
Figura 46 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 2$) baseado na metodologia seguida nas aulas experimentais (questões XI a XIV).....	150
Figura 47 – Associações entre segmentos e as respostas dadas à questão XV, relativa à importância atribuída à experimentação na aprendizagem da Química	151
Figura 48 – Associações entre segmentos e as respostas dadas à questão XVI, relativa à motivação para a aprendizagem da Química	151
Figura 49 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 4$) baseado na metodologia seguida nas aulas experimentais (questões XI a XIV).....	152
Figura 50 – Associações entre segmentos e as respostas dadas à questão XV, relativa à importância atribuída à experimentação na aprendizagem da Química	153
Figura 51 – Associações entre segmentos e as respostas dadas à questão XVI, relativa à motivação para a aprendizagem da Química	154
Figura 52 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 2$) baseado no percurso escolar realizado pelos alunos no 10º ano (questões I a III)	155

Figura 53 – Associações entre segmentos e as respostas dadas à questão XIII, relativa à importância atribuída à experimentação na aprendizagem da Química	156
Figura 54 – Associações entre segmentos e as respostas dadas à questão XIV, relativa à motivação para a aprendizagem da Química	156
Figura 55 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 4$) baseado no percurso escolar realizado pelos alunos no 10º ano (questões I a III).....	157
Figura 56 – Associações entre segmentos e as respostas dadas à questão XIII, relativa à importância atribuída à experimentação na aprendizagem da Química	158
Figura 57 – Associações entre segmentos e as respostas dadas à questão XIV, relativa à motivação para a aprendizagem da Química	159
Figura 58 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 3$) baseado nos recursos materiais existentes na escola (questões IV a VIII).....	160
Figura 59 – Associações entre segmentos e as respostas dadas à questão XIII, relativa à importância atribuída à experimentação na aprendizagem da Química	161
Figura 60 – Associações entre segmentos e as respostas dadas à questão XIV, relativa à motivação para a aprendizagem da Química	162
Figura 61 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 4$) baseado nos recursos materiais existentes na escola (questões IV a VIII).....	163
Figura 62 – Associações entre segmentos e as respostas dadas à questão XIII, relativa à importância atribuída à experimentação na aprendizagem da Química	164
Figura 63 – Associações entre segmentos e as respostas dadas à questão XIV, relativa à motivação para a aprendizagem da Química	165
Figura 64 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 2$) baseado na metodologia seguida nas aulas experimentais (questões IX a XII)	165
Figura 65 – Associações entre segmentos e as respostas dadas à questão XIII, relativa à importância atribuída à experimentação na aprendizagem da Química	166

Figura 66 – Associações entre segmentos e as respostas dadas à questão XIV, relativa à motivação para a aprendizagem da Química	167
Figura 67 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 4$) baseado na metodologia seguida nas aulas experimentais (questões IX a XII)	167
Figura 68 – Associações entre segmentos e as respostas dadas à questão XIII, relativa à importância atribuída à experimentação na aprendizagem da Química	168
Figura 69 – Associações entre segmentos e as respostas dadas à questão XIV, relativa à motivação para a aprendizagem da Química	169
Figura 70 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 2$) baseado nos recursos materiais existentes na escola (questões I a V).....	171
Figura 71 – Associações entre segmentos e as respostas dadas à questão X, relativa à importância atribuída à experimentação no ensino da Química.....	172
Figura 72 – Associações entre segmentos e as respostas dadas às questões XI, XII e XIII, relacionadas com os resultados obtidos pelos alunos	172
Figura 73 – Associações entre segmentos e respostas às questões XIV e XV, relativas à motivação dos alunos/professores para aprendizagem/ensino da Química.....	173
Figura 74 – Associações entre segmentos e as respostas dadas à questão XVI, relativa à literacia científica dos alunos.....	173
Figura 75 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 4$) baseado nos recursos materiais existentes na escola (questões I a V).....	174
Figura 76 – Associações entre segmentos e as respostas dadas à questão X, relativa à importância atribuída à experimentação no ensino da Química.....	175
Figura 77 – Associações entre segmentos e as respostas dadas às questões XI, XII e XIII, relacionadas com os resultados obtidos pelos alunos	175
Figura 78 – Associações entre segmentos e as respostas dadas às questões XIV e XV, relativas à motivação de alunos/professores para aprendizagem/ensino da Química ..	176

Figura 79 – Associações entre segmentos e as respostas dadas à questão XVI, relativa à literacia científica dos alunos.....	176
Figura 80 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 3$) baseado na metodologia seguida nas aulas experimentais (questões VI a IX).....	177
Figura 81 – Associações entre segmentos e as respostas dadas à questão X, relativa à importância atribuída à experimentação no ensino da Química.....	178
Figura 82 – Associações entre segmentos e as respostas dadas às questões XI, XII e XIII, relacionadas com os resultados obtidos pelos alunos.....	178
Figura 83 – Associações entre segmentos e as respostas dadas às questões XIV e XV, relativas à motivação de alunos/professores para aprendizagem/ensino da Química ..	179
Figura 84 – Associações entre segmentos e as respostas dadas à questão XVI, relativa à literacia científica dos alunos.....	179
Figura 85 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 4$) baseado na metodologia seguida nas aulas experimentais (questões VI a IX).....	180
Figura 86 – Associações entre segmentos e as respostas dadas à questão X, relativa à importância atribuída à experimentação no ensino da Química.....	181
Figura 87 – Associações entre segmentos e as respostas dadas às questões XI, XII e XIII, relacionadas com os resultados obtidos pelos alunos.....	181
Figura 88 – Associações entre segmentos e as respostas dadas às questões XIV e XV, relativas à motivação de alunos/professores para aprendizagem/ensino da Química ..	182
Figura 89 – Associações entre segmentos e as respostas dadas à questão XVI, relativa à literacia científica dos alunos.....	182

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Etapas do processo de descoberta de conhecimento em bases de dados.....	24
Tabela 2 – Objectivos de <i>data mining</i>	25
Tabela 3 – Tarefas e técnicas usadas no processo de <i>data mining</i>	27
Tabela 4 – Matriz de Coincidências 3×3	35
Tabela 5 – Matriz de custos para um problema de classificação com três classes.....	36
Tabela 6 – Caracterização da amostra de alunos do 10º ano	40
Tabela 7 – Caracterização da amostra de alunos do 11º ano	41
Tabela 8 – Caracterização da amostra de professores – idade, sexo e grau académico .	42
Tabela 9 – Caracterização da amostra de professores – categoria e tempo de serviço ..	43
Tabela 10 – Valores da taxa de retorno para cada uma das amostras em estudo	46
Tabela 11 – Categorização das questões dos inquéritos do 10º e 11º ano.....	47
Tabela 12 – Categorização das questões do inquérito destinado aos professores.....	49
Tabela 13 – Valores assumidos pelo algoritmo de indução de árvores de decisão.....	51
Tabela 14 – Número de objectos por segmento para os modelos estudados (10º ano)..	57
Tabela 15 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 6	58
Tabela 16 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 9.....	62
Tabela 17 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 12	65
Tabela 18 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 15.....	68
Tabela 19 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 18.....	72

Tabela 20 – Número de objectos por segmento para os modelos estudados (11º ano)..	75
Tabela 21 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 21	78
Tabela 22 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 24	81
Tabela 23 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 27	84
Tabela 24 – Número de casos por segmento para os modelos estudados (professores).	87
Tabela 25 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 30	89
Tabela 26 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 35	95
Tabela 27 – Escolas contactadas visando autorização para implementar os inquéritos	137
Tabela 28 – Número de inquéritos enviados/recebidos.....	141
Tabela 29 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 40	146
Tabela 30 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 43	148
Tabela 31 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 46	150
Tabela 32 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 49	153
Tabela 33 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 52	155
Tabela 34 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 55	158
Tabela 35 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 58	161
Tabela 36 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 61	164
Tabela 37 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 64	166
Tabela 38 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 67	168
Tabela 39 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 70	171
Tabela 40 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 75	174

Tabela 41 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 80 177

Tabela 42 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 85 180

GLOSSÁRIO

AL – Actividade Laboratorial

AP – Actividade Prática

APSA – Actividade Prática de Sala de Aula

B – Bacharelato

BD – Base de Dados

CFQ – Ciências Físico-Químicas

D – Doutoramento

DCBD – Descoberta de Conhecimento em Bases de Dados

DES – Direcção de Ensino Secundário

DM – *Data Mining*

E – Estagiário

ES – Ensino Secundário

F – Feminino

FQA – Física e Química A

IA – Inteligência Artificial

L – Licenciatura

M – Masculino

ME – Ministério da Educação

MS – Mestrado

N – Não

NR – Não Responde

PC – Professor Contratado

PQND – Professor do Quadro de Nomeação Definitiva

PQZ – Professor do Quadro de Zona Pedagógica

PR – Ensino Privado

PU – Ensino Público

S – Sim

SI – Sistemas Inteligentes

TE – Trabalho Experimental

TL – Trabalho Laboratorial

TLQ – Técnicas Laboratoriais de Química

TP – Trabalho Prático

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

A Química, enquanto disciplina individual ou integrada na disciplina de Ciências Físico-Químicas, atravessa tempos difíceis. Considerada pelos alunos uma disciplina difícil, ela é, muitas vezes, preterida em relação a outras onde conseguem obter melhores resultados. Uma consequência disso foi a diminuição drástica do número de alunos a frequentar a disciplina de Química no 12º ano quando esta deixou de ser exigida para ingresso no Ensino Superior.

Um breve olhar sobre a evolução verificada nos últimos vinte anos do ensino da Química, permite compreender a situação actual. A Revisão Curricular de 1993-1994, que levou à introdução dos Cursos Tecnológicos e dos Cursos para Prosseguimento de Estudos constituiu uma dessas alterações. Deu-se a fusão das disciplinas Ciências Físico-Químicas (CFQ) e Técnicas Laboratoriais de Química (TLQ), dando origem a uma só disciplina, Física e Química A (FQ A), o que implicou profundas alterações dos currículos, nomeadamente a nível experimental. A disciplina FQ A, bloco1, leccionada no 10º ano, resultou da fusão das disciplinas CFQ, leccionada no 10º ano, e TLQI. A disciplina FQ A, bloco 2, leccionada no 11º ano, resultou da fusão das disciplinas CFQ e TLQII, leccionadas no 11º ano e TLQIII leccionada no 12º ano.

Do parágrafo anterior é fácil depreender que a realização de trabalho experimental que permita aos alunos a aquisição de autonomia na realização de trabalhos de pesquisa, a planificação de trabalhos através de uma questão-problema e a concretização do trabalho experimental se tornou bastante mais difícil devido, sobretudo, à redução do número de horas da componente lectiva.

Esse tipo de trabalho experimental é, por vezes, realizado no 12º ano, na disciplina de Área de Projecto, quando esta é leccionada por um professor do grupo 510, Física e Química. Quando esta disciplina é atribuída a um professor de outra área disciplinar, os alunos do Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias podem nunca ter oportunidade de realizar este tipo de trabalho experimental, dada a complexidade e a extensão dos programas de FQA, embora estes prevejam a realização deste tipo de trabalho.

Faz sentido, portanto, questionarmo-nos sobre a importância que ainda é atribuída ao trabalho experimental, enquanto recurso para o Ensino/Aprendizagem da Química. Nos currículos é-lhe atribuído um papel preponderante, como se mostrará ao longo desta dissertação. Contudo, na prática, nem sempre isso acontece. Verificar até que ponto existem condições nas escolas para a sua concretização e para que os professores reconheçam essa importância e a ponham em prática, são questões que devemos colocar e às quais pretendemos, com a realização deste estudo, dar resposta.

1.1 Razões e motivação para a realização deste estudo

Ao longo de vinte anos de ensino, enquanto professora das disciplinas de Ciências Físico-Químicas e de Técnicas Laboratoriais de Química, quer no Ensino Básico quer no Ensino Secundário, a autora foi desenvolvendo a convicção de que o trabalho experimental desempenha um papel determinante na motivação dos alunos, permitindo em simultâneo que realizem aprendizagens mais consolidadas sobre conteúdos muito diversos.

Ao longo da sua carreira profissional a autora pôde constatar que a motivação dos alunos aumentou, sempre que optou por estratégias baseadas em trabalho experimental, principalmente quando puderam ser os alunos a realizar a experimentação. Estes momentos, que inicialmente decorriam sob a orientação do professor, tornaram-se mais gratificantes, quer para os alunos quer para o próprio professor, quando foram realizados pelos alunos, a partir de um trabalho de pesquisa e de um protocolo elaborado por estes, como previsto no Programa da disciplina.

A aposta que a autora sempre procurou fazer em estratégias baseadas na realização de trabalho experimental pelos alunos foi, de alguma forma, condicionada por essa forma de pensar. Contudo, quando confrontada com opiniões divergentes de outros colegas, muitas vezes se questionou sobre a verdadeira eficácia desse tipo de estratégia e sobre a realidade existente nas escolas, no que se refere à utilização desse recurso, que considera muito rico do ponto de vista educativo. Por isso, quando surgiu a oportunidade de realizar um estudo que permitisse fazer a caracterização do trabalho

experimental realizado nas escolas secundárias e avaliasse a importância que alunos e professores lhe atribuem, considerou que esse seria um tema bastante interessante.

1.2 Metodologia do trabalho

A realização deste estudo baseou-se na análise de dados obtidos a partir da aplicação de inquéritos por questionário a professores que estavam a leccionar a disciplina de FQ A e a alunos de 10^o e 11^o ano que a frequentavam. O tratamento dos dados foi realizado recorrendo a métodos baseados na Descoberta de Conhecimento em Bases de Dados. Estes métodos, ainda pouco utilizados em Educação, podem representar uma mais-valia pois dispensam a formulação prévia de hipóteses o que, de alguma forma, permite fazer uma análise mais objectiva e isenta dos resultados.

Os questionários foram elaborados de modo a permitir caracterizar as escolas no que se refere aos recursos materiais que possuem. Para além disso foram incluídas questões que possibilitassem a avaliação da importância que é atribuída ao trabalho experimental, por professores e alunos, no que se refere à influência na motivação e nas aprendizagens efectuadas pelos alunos.

A obtenção de dados que permitissem obter respostas com alguma validade estatística, para as grandes questões em estudo, exigiu a escolha de um instrumento que possibilitasse obter um número elevado de respostas. A escolha recaiu sobre o inquérito por questionário. Este instrumento apresenta algumas vantagens como sejam a maior rapidez na recolha de dados, a maior simplicidade na análise e sistematização dos mesmos e o facto de ser mais barato. Como desvantagens destacam-se a dificuldade de concepção e as baixas taxas de retorno (Carmo & Ferreira, 1998).

A escolha do inquérito por questionário como instrumento para recolha de dados prendeu-se com a necessidade de contactar um elevado número de escolas, geograficamente muito dispersas com o intuito de obter uma amostra representativa e diversificada.

1.3 Estrutura da dissertação

A dissertação que agora se apresenta encontra-se organizada em seis capítulos, para além de duas secções, incluídas no final, destinadas à apresentação das referências bibliográficas e dos anexos.

O primeiro capítulo é o da introdução. Nele se fundamenta a pertinência e actualidade do tema em estudo e se explicitam as motivações pessoais que levaram à sua escolha.

No segundo capítulo enquadra-se, do ponto de vista teórico, o tema a estudar e faz-se uma revisão histórica sobre a importância que tem sido atribuída ao trabalho experimental no ensino da Química, em particular no Ensino Secundário. Analisa-se de que forma a importância dada ao trabalho experimental se reflectiu nas alterações sofridas pelos Programas de Química nesse nível de ensino, como resultado das sucessivas Revisões Curriculares nos últimos vinte anos.

O terceiro capítulo apresenta os métodos baseados na Descoberta de Conhecimento em Bases de Dados (DCBD). Caracterizam-se esses métodos, referindo os conceitos básicos em que se fundamenta o seu uso e as vantagens da sua aplicação.

No quarto capítulo apresenta-se a metodologia e planificação geral do estudo, assim como os instrumentos utilizados na recolha dos dados e a estratégia seguida na sua aplicação. Neste capítulo é feita a caracterização da amostra, explicitam-se as razões que levaram à sua escolha e apresentam-se as opções metodológicas tomadas ao nível da recolha e tratamento dos dados.

No quinto capítulo apresentam-se e discutem-se os resultados e os modelos obtidos, bem como algumas conclusões decorrentes da análise e discussão dos mesmos.

Por fim, no sexto e último capítulo, são apresentadas as conclusões mais importantes que se obtiveram a partir do estudo realizado, bem como as implicações pedagógicas e as reflexões que nos pareceram oportunas e pertinentes. São ainda explicitadas as principais limitações e potencialidades do estudo realizado e avançadas algumas pistas para futuras investigações.

CAPÍTULO 2 – IMPORTÂNCIA DO TRABALHO EXPERIMENTAL NO ENSINO DA QUÍMICA

O trabalho experimental tem desempenhado desde sempre um papel central no ensino das Ciências. Neste capítulo far-se-á uma breve análise da evolução da sua importância no Ensino da Química através dos tempos. Foi considerado pertinente efectuar-se esta análise, uma vez que este tipo de trabalho foi, desde sempre, fundamental para o avanço do conhecimento, particularmente da Química enquanto Ciência.

Será também abordada a distinção entre trabalho prático (TP), trabalho experimental (TE) e trabalho laboratorial (TL), conceitos muitas vezes referidos e entendidos pelos professores como sinónimos, mas que se referem a tipos de trabalho bastante diferentes (Leite, 2000).

Analisa-se ainda neste capítulo a componente de Química do programa da disciplina Física e Química A (FQA), sobretudo ao nível das profundas alterações sofridas com a Revisão Curricular. Para documentar a referida Revisão Curricular foi analisada a legislação em vigor e as alterações a que esta foi sujeita, nomeadamente no que se refere à alteração da carga horária e à avaliação da componente prática.

2.1 Evolução histórica do trabalho experimental no ensino da Química

O ensino da Química, tal como o de outras Ciências, tem evoluído ao longo dos tempos, de acordo com os objectivos que se pretendem atingir. O modo como se desenvolve esse ensino é, em geral, condicionado pelo avanço da própria ciência bem como pelos desenvolvimentos da investigação em Didáctica das Ciências. Também as correntes de natureza psico-pedagógica influenciam o modo como se ensina Ciência ao interferir, de forma determinante, na definição daquilo que, em cada momento, se entende por ensino e por aprendizagem das Ciências.

Também as grandes finalidades do ensino das Ciências têm vindo a sofrer alterações. Numa perspectiva tradicional, a Educação em Ciências não era mais do que um meio de

proporcionar ao aluno uma acumulação de conhecimentos (Santos, 1991). O ensino das Ciências, assim conduzido, limitava-se a produzir assimilação não significativa de factos e conceitos pelo aluno, tornando pouco provável o desenvolvimento da sua compreensão conceptual e das suas competências superiores de pensamento (Sequeira, 1995). Deve-se a Aristóteles a formalização do raciocínio dedutivo embora transpareça a importância da observação da Natureza, à qual atribuía tanto valor como ao raciocínio (Valadares & Costa Pereira, 1991). Esta perspectiva realça a importância da observação dos fenómenos que pode levar à consolidação de conceitos já adquiridos ou à aquisição de novos conceitos, apelando à necessidade de raciocinar sobre os mesmos sem, no entanto, apelar à experimentação.

Segundo os mesmos autores, Rogerio Bacon, da Escola de Oxford, defendia a importância da experimentação e criticou fortemente o método aristotélico. As suas ideias influenciaram profundamente toda a Ciência até ao nosso século. A partir do século XIV e até finais do século XVI ocorreu uma revolução cultural, no Ocidente, que viria a implicar profundas transformações sociais. Esta revolução, o Renascimento, assentou no humanismo, na exaltação do poder criador e na independência do homem numa clara oposição ao obscurantismo característico da Idade Média. Deste período destaca-se, ainda, a figura ímpar de Leonardo da Vinci (1452-1519), homem multifacetado, que foi físico, engenheiro, pintor, escultor, matemático, anatómico, filósofo e historiador de arte. Defendia que o Universo se regulava por Leis, mas que para as conhecer era indispensável o recurso à experimentação (Valadares & Costa Pereira, 1991).

Poderiam, ainda, ser citados inúmeros alquimistas e cientistas que apelaram à importância da experimentação. No entanto, não sendo esse o objectivo deste trabalho correr-se-ia o risco de o tornar demasiado extenso. Apesar disso considerou-se importante fazer uma pequena alusão histórica sobre o tema em estudo.

2.1.1 A experimentação e o seu papel fundamental no ensino

Tal como foi salientado no ponto anterior, a importância dada à experimentação, enquanto recurso educativo, tem evoluído bastante ao longo dos séculos. Neste ponto será referido qual o papel que actualmente lhe é atribuído, fazendo-se uma análise dos factores que condicionam essa importância.

Hoje em dia as finalidades do recurso ao trabalho experimental no Ensino da Química apontam para a formação integral do indivíduo, integrando-o na sociedade em que vive, levando-o a intervir nesta de forma consciente, activa e transformante (Gil-Perez et al., 2002). Na verdade, *“a experimentação contribui enormemente para que sejam alcançados objectivos de elevado valor, em todos os campos (cognitivo, afectivo e psicomotor), proporciona uma base concreta e sólida à ciência adquirida; melhora a compreensão dos conceitos físicos; desenvolve o espírito de iniciativa e criatividade; permite a aquisição de maior destreza manual e técnicas de medição e manuseamento de material; melhora a capacidade de análise de dados e de interpretação de resultados; desenvolve a auto-confiança e a autonomia; aperfeiçoa o modo de exprimir conceptualmente e graficamente dados; desenvolve o poder indutivo; fomenta o espírito de colaboração e de integração em trabalhos de equipa; proporciona uma atitude de respeito pelos colegas”* (Valadares & Costa Pereira, 1991).

Podem considerar-se diversos tipos de actividades experimentais nas aulas de Física e Química, nomeadamente:

- experiências efectuadas pelo professor (demonstrações), intercaladas em aulas teóricas mais ou menos expositivas;
- experiências efectuadas pelos alunos, em grupos mais ou menos numerosos, exclusivamente dedicadas à experimentação (aulas práticas);

O primeiro tipo de actividades experimentais deverá ser encarado como um último recurso no caso de não existir material ou as condições mínimas necessárias. No caso de se recorrer a este tipo de demonstrações elas deverão ser simples, rápidas, concretas, convincentes e oportunas.

As actividades experimentais do segundo tipo podem variar entre aquelas que se baseiam num guião, preparado pelo professor, do tipo “receita”, que os alunos se limitam a seguir passivamente, até às situações onde apenas são fornecidos os objectivos a alcançar, competindo aos alunos planear e executar as experiências sem qualquer ajuda. Entre estes dois extremos existe uma vasta gama de situações de aprendizagem de potencialidades muito variáveis.

Pela sua importância, destacam-se algumas recomendações da Unesco para o ensino das Ciências (UNESCO, 1977):

- *“As experiências devem realizar-se de modo a que obriguem os alunos a reflectir.*
- *Os alunos devem ter plena consciência da finalidade das mesmas.*
- *Para o êxito dessas mesmas experiências, é imprescindível estabelecer um plano de desenvolvimento das mesmas.*
- *Uma vez realizadas pelo professor devem ser repetidas pelos alunos.*
- *Há que seguir as diversas fases da experiência com espírito crítico, para que os resultados alcançados sejam indubitáveis.*
- *Os ensinamentos deduzidos de uma experiência devem aplicar-se ao maior número possível de situações e problemas da vida corrente; nem sempre será fácil de fazer essa aplicação, porém é uma das razões fundamentais do estudo das ciências.”*

Estas recomendações, apesar de serem anteriores à Revisão Curricular em vigor, são de uma enorme actualidade e por isso se consideram aqui como pertinentes. Resumem, de forma objectiva, qual o tipo de trabalho experimental que deve ser efectuado no Ensino Secundário, dando ênfase à sua importância enquanto recurso capaz de promover o desenvolvimento de capacidades relevantes como a autonomia, o manuseamento de materiais, o raciocínio e o planeamento de actividades a partir de uma questão-problema. Actualmente procura-se dar ênfase a um conhecimento em que a importância do desenvolvimento procedimental é indiscutível (Barros & Losada, 2001) e em que as actividades práticas assumem um papel cada vez mais relevante no processo de construção do conhecimento científico (Bowen & Roth, 2007). O trabalho experimental pode ser encarado como um dos referenciais mais importantes na aprendizagem das

Ciências, devido ao facto de ser imprescindível para promover a reflexão sobre a verdadeira natureza da actividade científica (Watson, 2000).

Apesar das vantagens que foram referidas, os processos de avaliação utilizados nas aulas de Física e Química conduzem a uma prática pedagógica que continua centrada no ensino dos factos, pouco apelativa ao desenvolvimento de capacidades práticas, pouco estimuladora da curiosidade, do espírito crítico e da criatividade dos alunos (Martins et al., 2002). A forma como se faz a avaliação das competências adquiridas pelos alunos, através da realização de trabalho experimental deve, por isso, ser repensada tendo em vista a sua valorização (Leite, 2000).

2.2 Trabalho prático, trabalho experimental e trabalho laboratorial

Quando se fala de ensino das Ciências ou, em particular, de ensino da Química e das metodologias a ele associadas surgem, quase obrigatoriamente, referências à utilização de trabalho prático (TP), de trabalho laboratorial (TL) e de trabalho experimental (TE) (Dourado, 2001; Hodson, 1992, 1994; Woolnough, 1991; Woolnough & Allsop, 1985). O uso, muitas vezes indiscriminado, destas designações, poderá levar a supor que se referem a um mesmo recurso educativo. Neste subcapítulo serão referidas as diferentes designações importando, por isso, clarificar e distinguir os diferentes conceitos e a sua utilização no contexto do ensino das Ciências, em particular no que se refere à Química no Ensino Secundário.

Como TP considerou-se, de acordo com Hodson (Hodson, 1988), qualquer recurso que pode incluir, por exemplo, actividades como a pesquisa de informação em diversas fontes (biblioteca, internet), o desenho de estratégias de resolução de problemas de “*lápiz e papel*” e a utilização de simulações computacionais.

O TE foi, de acordo com Leite (Leite, 2000), considerado como uma actividade que envolve o controlo e manipulação de variáveis, em que estão presentes aspectos relacionados com a clarificação dos conceitos teóricos, com o trabalho a realizar, com a exploração prévia das ideias existentes, com o desenho e planificação da actividade e, também, com a exploração e avaliação dos resultados obtidos.

Por sua vez, considerou-se TL quaisquer actividades que exijam a utilização de materiais de laboratório, mais ou menos convencionais, podendo estas ser realizadas no laboratório ou mesmo numa sala de aula comum desde que não sejam necessárias condições especiais, nomeadamente em termos de segurança (Leite, 2000).

No caso particular da Química, podem facilmente encontrar-se situações em que se recorre a cada um destes tipos de trabalho. A resolução de problemas de “*lápiz e papel*”, se for feita pelos alunos é, sem dúvida, TP podendo ser ou não TE. Quando se trata da simples aplicação de um algoritmo para obter o resultado certo, e único possível, para o problema proposto, considerar-se-á TP com o qual apenas se pode desenvolver alguma destreza no domínio da ferramenta matemática. Se, por outro lado, se tratar da resolução de um problema aberto em que o aluno tem que encontrar a solução, desenhando a estratégia de resolução, controlando variáveis e procurando, eventualmente, informação que não é fornecida, então trata-se de uma actividade que pode ser classificada de TE.

As actividades que têm lugar no laboratório são outro exemplo de TP que poderão ainda ser classificadas como TL. No entanto, nem todo o TL de Química é do mesmo tipo. Um dos tipos de actividade laboratorial consiste na execução de um protocolo do tipo “receita”, com ordens rigorosas e precisas, que visam a verificação ou demonstração de determinada teoria ou conceito, ou a ilustração de determinada técnica. Este tipo de TP tem apenas por objectivo o desenvolvimento de capacidades práticas e técnicas básicas.

Outro tipo de actividade laboratorial envolve a resolução de problemas através de uma investigação experimental, que embora fundamentada em conhecimentos prévios, se assume como uma actividade com finalidades bastante mais abrangentes, que envolvem a compreensão dos objectivos da investigação, a procura de informação, a definição de estratégias a adoptar para a resolução do problema, a elaboração de um plano experimental, a procura de soluções possíveis, aproximando-se, assim, da abordagem científica dos problemas reais. Assumindo esta dimensão, o TL não poderá ser encarado apenas como TP, mas também e, sobretudo, como TE.

Os professores devem assumir a responsabilidade de não transmitir apenas conhecimentos mas também, e sobretudo, de desenvolver nos alunos as competências essenciais como, por exemplo, o espírito criativo, a formulação de hipóteses, a

observação, a tomada de decisões, o espírito crítico, a curiosidade, a responsabilidade, a autonomia e a persistência (Gunstone, 1991; Sweeny & Paradis, 2004).

As orientações curriculares em vigor apontam para a realização de aulas práticas baseadas na realização de TE. No entanto, os professores, confrontados com a extensão dos Programas e com alguma falta de articulação entre a componente teórica e a componente prática, que se verifica principalmente no 10º ano, raramente apostam na realização desse tipo de trabalho (Barros, 2000; Leite, 2001).

O tipo de TL utilizado pelo professor condiciona de forma determinante as vantagens que podem resultar da sua realização. De um modo geral, os alunos reduzem ao mínimo o tempo destinado a pensar sobre o trabalho realizado. Esta tendência é, ainda, reforçada pelos manuais escolares que, na sua grande maioria, fornecem protocolos experimentais do tipo “receita” levando os alunos a executar uma actividade sem “*pensar*” no que estão a fazer, porque o estão a fazer ou sobre o que está a acontecer. Contudo, esse tempo para “*pensar*” é necessário e indispensável para que a nova informação possa ser relacionada e interpretada. A ineficácia educativa das práticas, ao nível da compreensão dos conceitos científicos poderá, portanto, atribuir-se, entre outros factores, à passividade intelectual para a qual se remetem muitas vezes os alunos, quando são promovidas actividades onde está ausente o debate, a exploração das ideias em jogo e em que não são tidos em conta os seus saberes, interesses e experiências prévias (Almeida, 1998). Em suma, pode dizer-se que, apesar de o TL ser muito motivador porque envolve o “*fazer*”, o seu interesse educativo poderá ser muito limitado se não houver o envolvimento do “*pensar*”.

Pelas razões apontadas, o TL deverá assumir uma dimensão de verdadeiro TE, permitindo assim alcançar os objectivos que, desde sempre, têm sido propostos para a sua utilização.

Uma das possibilidades que se apresenta muito promissora para conseguir estes objectivos é a utilização de novas estratégias, baseando o ensino e a aprendizagem das ciências em pequenas investigações sobre temas específicos. Nestas actividades, os alunos podem reconhecer o problema como seu, como um problema real, escolher os recursos, desenhar estratégias, recolher dados, aplicar conhecimentos, interpretar resultados, avaliar a evidência e comunicar resultados e conclusões. No decurso dessas

actividades os alunos devem utilizar métodos e processos e adquirir conhecimentos sobre cada um deles. Devem, sobretudo, resolver problemas seguindo os seus interesses e as suas iniciativas. As investigações devem ser oportunidades para os alunos trabalharem a partir das suas concepções, envolvendo-se na construção do conhecimento, bem como na discussão acerca das próprias investigações e dos procedimentos que escolheram para as levar a cabo. Encaradas desta forma, estas actividades tornam imprescindível a existência de sessões pré-laboratoriais. As referidas sessões permitem a execução de todo o trabalho de preparação e a verificação dos conhecimentos tidos como necessários para a realização da actividade. Considera-se que esta fase deve ser privilegiada, verificando-se que alguns dos manuais utilizados no Ensino Secundário têm já a preocupação em incluir, relativamente a cada uma das actividades experimentais propostas, questões pré-laboratoriais.

Por outro lado, o trabalho experimental não está verdadeiramente concluído sem que sobre ele seja feita uma reflexão e uma análise. Deste modo, devem estar previstas sessões pós-laboratoriais onde deve ser feito o confronto dos resultados obtidos pelos vários grupos de alunos, a análise e a discussão dos mesmos. Verifica-se, hoje em dia, que alguns manuais propõem, também, questões pós-laboratoriais.

2.3 O trabalho experimental no ensino da Química na actualidade

Neste subcapítulo pretendeu efectuar-se uma análise do tipo de trabalho experimental realizado no âmbito do ensino da Química, ao nível do Ensino Secundário, antes e após a Revisão Curricular.

2.3.1 O trabalho experimental no ensino da Química antes da revisão curricular

Até ao ano lectivo de 2003/2004 a experimentação no ensino da Química era verdadeiramente privilegiada devido ao funcionamento das disciplinas de Técnicas Laboratoriais I, II e III (TLQI, TLQII e TLQIII), que complementavam a disciplina de

Ciências Físico Químicas, leccionadas no 10º e no 11º ano, e a disciplina opcional de Química, leccionada no 12º ano.

Em particular nas disciplinas de TLQI, TLQII e TLQIII os alunos tinham oportunidade de um contacto verdadeiramente privilegiado com o Laboratório de Química. Em TLQI os alunos aprendiam as regras de segurança, que interiorizavam ao longo de todo o ano lectivo, nos diversos trabalhos práticos. Aprendiam os procedimentos a seguir em caso de acidentes diversos como, por exemplo, incêndios ou derramamento de materiais químicos de maior ou menor perigosidade. Familiarizavam-se com o material de laboratório e com o seu manuseamento. Aprendiam as técnicas de medição de volumes e massas de reagentes, aperfeiçoavam as técnicas de separação de misturas, tratadas em anos anteriores. Por outro lado aprendiam a determinar a incerteza associada às medições, as regras de utilização de algarismos significativos, as regras de arredondamentos e ainda muitos outros conhecimentos que, devido à sua natureza transversal, lhes poderiam ser muito úteis noutras disciplinas. Aprendiam, ainda, quais os diferentes tipos de erros que se podem cometer ao fazer leituras e a forma de evitar ou minimizar. Para além de todos esses conhecimentos os alunos tinham oportunidade de aprender a elaborar correctamente um relatório de uma actividade laboratorial. Nas disciplinas de TLQII e de TLQIII, as técnicas básicas anteriormente referidas eram aplicadas em trabalhos de maior complexidade.

Neste contexto, era sentimento geral dos professores desta área disciplinar, que o facto de os alunos terem disciplinas de carácter exclusivamente laboratorial não diminuía a importância da experimentação nas disciplinas de CFQI, CFQII e Química. Pelo contrário, potenciava a realização de trabalhos experimentais em laboratório, sempre que era oportuno. O facto de os alunos já terem tido oportunidade de aprender os procedimentos básicos permitia a realização dos trabalhos experimentais de forma mais enriquecedora, complementando do ponto de vista prático os conhecimentos teóricos adquiridos nestas disciplinas.

2.3.1.1 Programas de 10º e de 11º ano

De acordo com o Decreto-Lei n.º 74/2004, de 26 de Março, a disciplina de Física e Química A era uma das três disciplinas do tronco comum da componente de Formação Específica do Curso Geral de Ciências Naturais e do Curso Geral de Ciências e Tecnologias do Ensino Secundário. Tratava-se de uma disciplina bienal (10º e 11º anos), com uma carga horária de 4,5 h por semana, representando cerca de 16% da escolaridade de cada um dos anos. Estava organizada em três sessões de 90 minutos cada, sendo uma delas exclusivamente de carácter prático-laboratorial, com a turma dividida em turnos, com um máximo de 12 alunos cada. Estas aulas deveriam ser conduzidas num laboratório equipado para o efeito e apoiadas por um Técnico de Laboratório.

Actualmente, a disciplina está organizada em três sessões, duas de 90 minutos e uma, de carácter exclusivamente prático-laboratorial, de 135 minutos com a turma dividida em turnos (Decreto-Lei n.º 272/2007, de 26 de Julho). Em algumas escolas, devido ao elevado número de alunos por turma, cada turno pode chegar a ter 15 alunos. Quanto ao Técnico de Laboratório, ele não existe na maioria das escolas embora a sua existência esteja prevista na referida legislação.

Só a partir do ano lectivo 2007/2008 ficou salvaguardada a obrigatoriedade da prática das actividades laboratoriais, através da Portaria n.º 1322/2007, de 4 de Outubro, ao determinar que “*nas disciplinas bienais de Física e Química A, de Física e de Química, a componente prática e/ou experimental tem um peso mínimo de 30 % no cálculo da classificação a atribuir em cada momento formal de avaliação*”.

Segundo as orientações do programa (Martins et al., 2001) “*existem determinadas competências a desenvolver pelos alunos através da preparação, realização e avaliação de actividades práticas:*

- ***Competências do tipo processual*** que incluem a selecção de material de laboratório adequado a uma actividade experimental. Os alunos devem construir uma montagem laboratorial a partir de um esquema ou de uma descrição, identificar material e equipamento de laboratório e explicar a sua utilização/função,

manipular com correcção e respeito por normas de segurança, material e equipamento, recolher, registar e organizar dados de observações (quantitativos e qualitativos) de fontes diversas, nomeadamente em forma gráfica, executar, com correcção, técnicas previamente ilustradas ou demonstradas, exprimir um resultado com um número de algarismos significativos compatíveis com as condições da experiência e afectado da respectiva incerteza absoluta.

- **Competências do tipo conceptual**, os alunos devem planear uma experiência para dar resposta a uma questão-problema, analisar dados recolhidos à luz de um determinado modelo ou quadro teórico, interpretar os resultados obtidos e confrontá-los com as hipóteses de partida e/ou com outros de referência, discutir os limites de validade dos resultados obtidos respeitantes ao observador, aos instrumentos e à técnica usados, reformular o planeamento de uma experiência a partir dos resultados obtidos, identificar parâmetros que poderão afectar um dado fenómeno e planificar modo(s) de os controlar, formular uma hipótese sobre o efeito da variação de um dado parâmetro, elaborar um relatório (ou sínteses, oralmente ou por escrito, ou noutros formatos) sobre uma actividade experimental por si realizada, interpretar simbologia de uso corrente em Laboratórios de Química (regras de segurança de pessoas e instalações, armazenamento, manipulação e eliminação de resíduos).
- **Competências do tipo social, atitudinal e axiológico**, os alunos devem desenvolver o respeito pelo cumprimento de normas de segurança: gerais, de protecção pessoal e do ambiente, apresentar e discutir na turma propostas de trabalho e resultados obtidos”.

Para desenvolver as competências anteriormente referidas estão previstas, pelos autores do programa (Martins et al., 2001), diversos tipos de experimentação:

- **“Trabalho ou Actividade Prática**, tarefas realizadas pelos alunos manipulando recursos e materiais diversificados, dentro ou fora da sala de aula (por exemplo, numa saída de campo).
- **Trabalho ou Actividade Laboratorial**, trabalho prático realizado em laboratório, individualmente ou em grupo.

- **Trabalho Experimental**, *trabalho prático que envolva manipulação de variáveis, seja na forma de experiência guiada seja em formato investigativo. O trabalho experimental pode ser ou não do tipo laboratorial e o trabalho laboratorial pode ser ou não do tipo experimental.*”

Os termos usados pelos autores do Programa de FQA para distinguir os diferentes três tipos de trabalho estão de acordo com as que foram referidas no subcapítulo 2.2. Referem ainda os autores do Programa que “*de entre os argumentos que têm vindo a ser usados a favor da componente prática/laboratorial/experimental no ensino das ciências, podem destacar-se os seguintes: permite encontrar resposta a situações-problema, (...); permite ao aluno confrontar as suas próprias representações com a realidade; permite ao aluno aprender a observar e, simultaneamente, incrementar a sua curiosidade; permite desenvolver o espírito de iniciativa, a tenacidade e o sentido crítico; permite realizar medições, reflectir sobre a precisão dessas medições e aprender ordens de grandeza; auxilia o aluno a apropriar-se de leis, técnicas, processos e modos de pensar.*” (Martins et al., 2001).

Perante a definição de tais objectivos, de tão grande importância, e nos quais a maioria dos professores se revê, a maior dificuldade com que estes se deparam está relacionada com o elevado número de alunos por turma e com a extensão dos Programas. Acresce ainda a esta dificuldade o desfasamento que se verifica entre a componente teórica e a componente prática, no Programa do 10º ano. Por outro lado, quando chegam ao 10º ano, a grande maioria dos alunos não adquiriu hábitos de trabalho durante o seu percurso escolar no 3º Ciclo do Ensino Básico, sendo muito pouco autónomos.

As orientações dadas em contexto escolar ao ensino formal das ciências ditas experimentais, passam necessariamente pelo modo como se perspectiva o papel das actividades práticas quer no ensino, quer na aprendizagem dos alunos. Apesar de alguma controvérsia sobre as vantagens do recurso ao Trabalho Prático este tem sido, desde sempre, uma componente importante e fundamental para a formação em Ciência e sobre Ciência dos alunos, em particular no domínio da Química. Contudo, as orientações metodológicas referidas nem sempre podem ser concretizadas no 10º ano, principalmente no 1º período, gorando as expectativas de muitos alunos que, em certos casos, acabam por se sentir desmotivados. Na verdade, não é fácil para um adolescente

com 14 ou 15 anos compreender a razão pela qual o professor numa aula teórica aborda o nascimento e morte das estrelas e, na aula seguinte, laboratorial, propõe a realização de actividades relacionadas com os processos de separação de misturas.

No Programa de FQA as sugestões metodológicas apontam para o recurso a actividades práticas, que devem estar, o mais possível, relacionadas com situações do dia-a-dia com as quais os alunos estejam familiarizados. De facto, nesta faixa etária é importante que os alunos se revejam no que estão a estudar e nos trabalhos que realizam. É desejável que o professor consiga estabelecer a ponte entre os conteúdos da disciplina, o dia-a-dia dos alunos e o que aprendem noutras disciplinas. Infelizmente, na maioria dos casos, o que se verifica é bem diferente. Os alunos “guardam” as diversas aprendizagens em “compartimentos estanques” não as relacionando, nem com a sua vida diária, nem com as aprendizagens que fazem noutras disciplinas. Esta realidade conduz a um empobrecimento do processo educativo e a um desinteresse maior da parte de um grande número de alunos, que não conseguem ver qualquer utilidade naquilo que aprendem na escola, em particular na disciplina de FQA.

Como sugestão metodológica, o Programa propõe a realização de trabalhos em grupo, de cariz investigativo, orientados para a resolução de uma questão-problema, segundo o modelo apresentado na Figura 1, devendo caber ao professor o papel de orientador na pesquisa a realizar pelos alunos. De acordo com o modelo proposto, os alunos devem avaliar a importância da informação obtida na pesquisa efectuada tendo em vista a planificação da experiência, ter em conta factores como a segurança e a protecção pessoal, propor o equipamento de laboratório a utilizar e o processo de eliminação dos resíduos produzidos. O professor deve ajudar os alunos a clarificar as soluções encontradas, eventualmente diversas para cada grupo, ajudando-os a verificar a sua exequibilidade (Martins et al., 2001).

Em relação às Actividades Práticas de Sala de Aula (APSA) é sugerido que o professor faça o diagnóstico daquilo que os alunos sabem, sendo este o ponto de partida para novas abordagens, mais aprofundadas. Não se pretende, portanto, que os objectivos de aprendizagem sejam condicionantes do que os alunos poderão aprender.

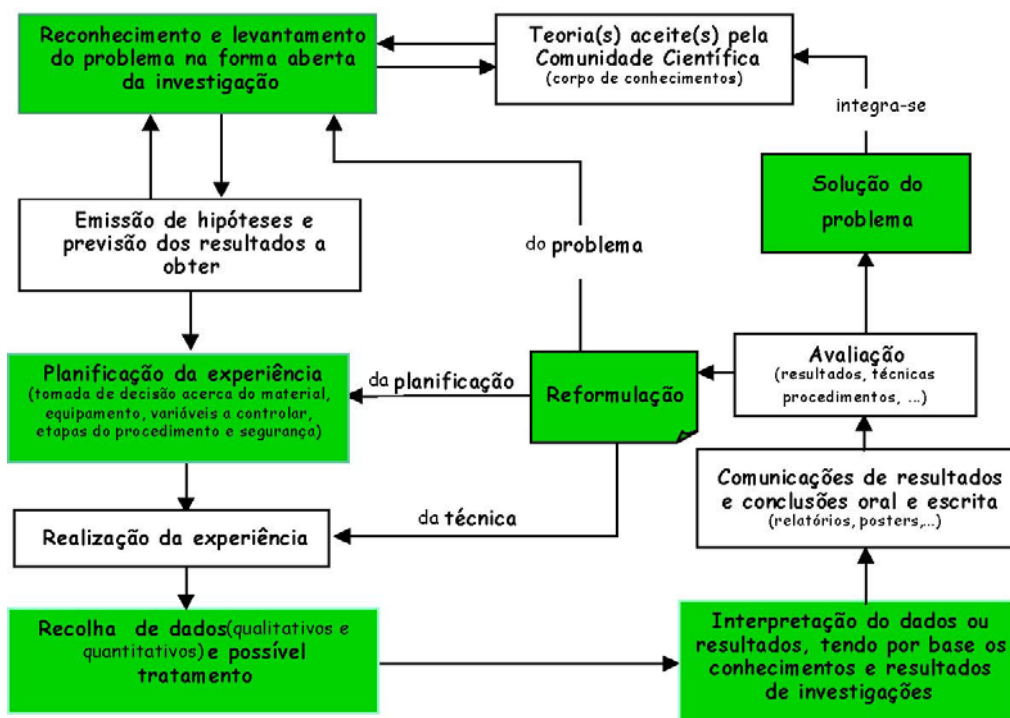


Figura 1 – Modelo proposto para a resolução de um problema por via experimental.

Adaptado de (Martins et al., 2001).

No que respeita à avaliação é sugerido que devem ser tidos em conta os relatórios escritos, referentes a cada uma das actividades experimentais realizadas. No entanto, cabe ao Professor seguir ou não esta sugestão, decisão que é habitualmente tomada em grupo, em reunião de Disciplina/Ano. Por vezes opta-se pela substituição de alguns relatórios pela realização de um teste prático ou pela discussão dos resultados obtidos.

É de salientar, mais uma vez, que no dia-a-dia destes alunos, o módulo inicial e a Unidade 1 são leccionados no primeiro período do 10º ano, sendo a Unidade 1 leccionada nos blocos de 90 minutos e o módulo inicial nos blocos de 135 minutos. O facto de os conteúdos serem de áreas diferentes gera alguma confusão e até conflitos, uma vez que estes alunos vêm habituados a terem no Ensino Básico linhas de orientação delineadas de forma mais articulada.

Na Unidade 2 a teoria e a prática incidem sobre os mesmos conteúdos o que, por vezes, contribui para a melhoria das relações professor – alunos – disciplina. Contudo, algumas vezes persistem, na sala de aula, alguns conflitos motivados pela falta de convergência inicial nos conteúdos do Programa de FQA que acabam por afectar, de forma determinante e irreversível, a relação professor – alunos – disciplina. Estas

dificuldades acabam por condicionar, algumas vezes, a interação com os encarregados de educação prejudicando principalmente o aluno que, não raras vezes, acaba por se desinteressar definitivamente da disciplina.

No 11º ano a realidade é diferente. Na verdade, as actividades experimentais estão, desde o início, relacionadas com os conteúdos abordados nas aulas teóricas. Ainda assim, em consequência da má experiência do ano anterior, alguns alunos sentem-se desmotivados e não entendem que para “trabalhar” no Laboratório é preciso, primeiro, “saber estar” no Laboratório.

2.3.2 O trabalho experimental no ensino da Química após a revisão curricular

De acordo com os objectivos estratégicos do processo de Revisão Curricular do Ensino Secundário pretende-se fazer a integração das dimensões teórica e prática das disciplinas científicas conseguindo, deste modo, que o ensino experimental/laboratorial seja claramente assumido como cerne de algumas aprendizagens significativas em Ciência (Marques, 2005). No entanto, as opiniões sobre este assunto não são consensuais. Santos (Santos, 2003) refere que a solução apresentada pelo ME para leccionar o novo programa de FQA, na presente matriz curricular, passa por utilizar a antiga disciplina de TLQI para desenvolver a componente experimental do 10º ano. A referida autora defende que esta proposta poderá condenar, à partida, a realização de trabalho experimental na disciplina de FQA, ao tratar esta componente de uma forma pouco consistente e desintegrada.

Na mesma linha, Valente e Moreira (Valente & Moreira, 2009) reforçam que a visualização, em primeira mão, de fenómenos que na maioria das vezes são apresentados de forma meramente expositiva enriquece fortemente a compreensão da teoria subjacente, em particular quando são acompanhados de uma exploração pertinente do que se observa. Contudo, o que se verifica no caso do presente currículo da disciplina de FQA é o enquadramento da componente prática como acessória relativamente à componente teórica e, por vezes, de modo completamente desligado.

Como foi referido anteriormente, o desaparecimento das disciplinas TLQI, TLQII e TLQIII do currículo do Ensino Secundário, assim como das Ciências Físico Químicas, dando lugar às disciplinas de Física e Química A, blocos 1 e 2, respectivamente, no 10º ano e no 11º ano trouxe profundas mudanças. Apesar de a componente prática continuar a ser privilegiada, ela torna-se muito difícil de concretizar devido à extensão dos programas e à necessidade de os cumprir integralmente, tendo em vista a preparação dos alunos para o exame. Deste modo, o trabalho pós-laboratorial, realizado na maioria das aulas práticas, resume-se a uma folha de registo, pobre em informação e paupérrima como instrumento de análise e reflexão do trabalho efectuado.

CAPÍTULO 3 – DESCOBERTA DE CONHECIMENTO EM BASES DE DADOS E

DATA MINING

A capacidade de aprender através de exemplos e de generalizar a informação aprendida é fundamental na solução dos problemas de uma sociedade, onde a informação tem assumido um papel cada vez mais relevante. Torna-se, pois vital analisar os dados, extrair deles conhecimento, generalizar, sublinhar princípios e estruturar a informação de forma a seleccionar a informação certa para um problema específico (Turban et al., 2004).

A análise de dados não é um tema novo, tem sido feita desde há vários anos recorrendo, principalmente, a métodos estatísticos. Contudo, desde muito cedo que ficou claro que o cérebro humano analisa dados e trata a informação de um modo diferente. Na verdade, a aquisição de conhecimento nos seres humanos é feita através do processo de aprendizagem. Numa perspectiva sistémica, a aprendizagem pode ser definida como as alterações do sistema, que lhe permitem refazer as mesmas tarefas de uma forma mais eficaz e eficiente no futuro (Han & Kamber, 2006; Russell & Norvig, 2003).

A aprendizagem pode envolver duas fases distintas de processamento da informação – a forma indutiva e a forma dedutiva. Na primeira tem-se a aprendizagem baseada em casos, ou seja, determinam-se padrões e regras a partir dos dados e das experiências. Na segunda forma, as regras são utilizadas para criar novos factos.

No que concerne à aprendizagem deve, ainda, ser realçada a relação entre o modelo de aprendizagem e o seu ambiente. Neste contexto existem, fundamentalmente, três paradigmas em que se baseia a aprendizagem (Patterson, 1996):

- **Aprendizagem Supervisionada** – A aprendizagem é levada a cabo a partir de um conjunto de casos de treino ou exemplos, onde cada um deles é formado por um vector de entrada e um vector de saída ou de resposta. Deste modo, são fornecidas ao sistema as respostas correctas;
- **Aprendizagem de Reforço** – Nesta técnica não se apresenta a resposta correcta ao sistema. Apenas se dá uma indicação sobre se a resposta apresentada pelo sistema é

correcta ou não, sendo esta informação utilizada no melhoramento do seu desempenho; e

- **Aprendizagem Não Supervisionada** – A aprendizagem é feita a partir de descobertas de características nos dados de entrada, procurando regularidades estatísticas ou agrupamentos de padrões nos exemplos de treino. Deste modo, ao sistema não chega qualquer indicação externa sobre a resposta correcta.

3.1 Descoberta de conhecimento em bases de dados

O desenvolvimento tecnológico tem proporcionado, no que concerne ao armazenamento de dados, um crescimento exponencial, tanto em número de registos como em complexidade. Na verdade, as organizações acumulam informação, tendo como base o pressuposto de que grandes volumes de dados podem ser fonte de conhecimento, e que este pode ser extraído com ajuda de técnicas apropriadas. A existência desta mais valia pode contribuir para melhorar o comportamento das organizações, descobrindo tendências e especificidades, tornando mais célere e eficaz a acção dos gestores.

Como consequência deste aumento efectivo de informação, o seu processamento através dos métodos tradicionais tornou-se cada vez mais difícil e complexo. Deste modo, começaram a surgir aplicações vocacionadas para a tarefa de Descoberta de Conhecimento em Bases de Dados incorporando ferramentas de *Data Mining* (Bramer, 2007; Cios et al., 2007; Goebel & Gruenwald, 1999; Michalski et al., 1998; Taniar, 2008).

O termo Descoberta de Conhecimento em Bases de Dados (DCBD) foi formalizado em 1989, como uma referência ao conceito mais amplo de procura de conhecimento em dados, sendo um processo que envolve a identificação e o reconhecimento de padrões ou tendências, numa Base de Dados (BD), de uma forma autónoma e porventura automática (Apte et al., 2002; Fayyad et al., 1996; Thuraisingham, 1999).

No início de qualquer projecto de DCBD é necessário definir o domínio sobre o qual se pretende executar o estudo, os objectivos a atingir e proceder à recolha dos dados e/ou variáveis necessárias à consecução dos objectivos, i.e. a construção da BD sobre a qual se irá actuar. Um outro aspecto importante a atender, prende-se com o estudo do

domínio de aplicação. O conhecimento do domínio constitui um recurso essencial no desenvolvimento de qualquer projecto de DCBD, sendo o seu fio condutor.

O processo de DCBD depende de uma nova geração de ferramentas e técnicas de análise de dados que, como se pode observar na Figura 2, envolve diversas etapas que se encontram sumariadas na Tabela 1 (Adriaans & Zantinge, 1996; Bramer, 2007; Cios et al., 2007; Fayyad et al., 1996; Michalski et al., 1998; Taniar, 2008).

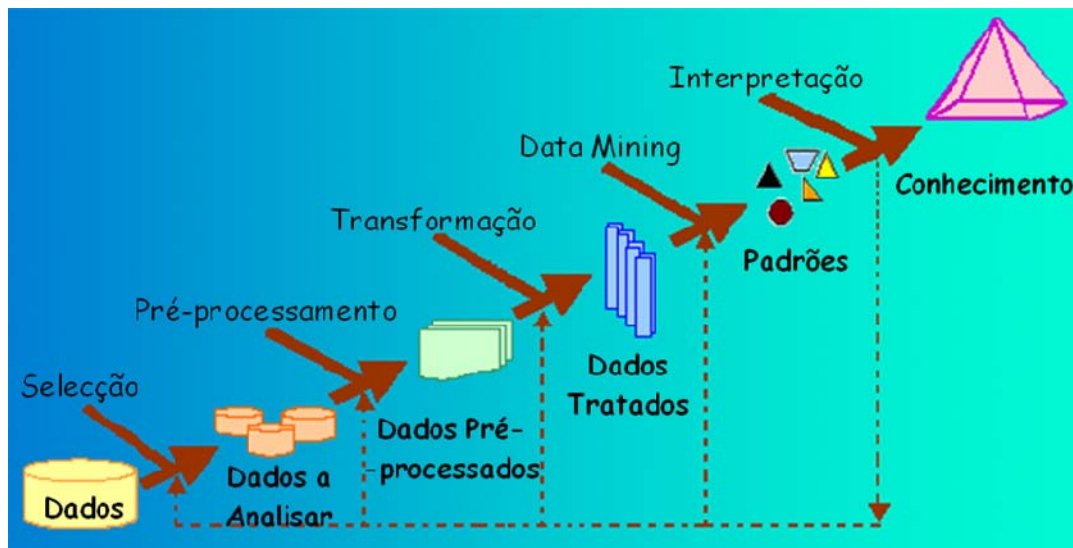


Figura 2 – Processo de descoberta de conhecimento em bases de dados

Antes de se poder dar o processo de DCBD como concluído deve fazer-se a verificação da qualidade da informação obtida. Esta verificação pode ser encarada como uma fase de avaliação do desempenho do mecanismo de aprendizagem, sendo determinante para que se possa depositar confiança nos resultados obtidos.

A Figura 2, que esquematiza a DCBD, pode sugerir a existência de um percurso linear, no entanto, isso nem sempre se verifica. Em cada etapa pode ser identificada a necessidade de retorno para cada uma das fases anteriores. Por exemplo, se na fase *Data Mining* se conclui que os dados não são plenamente coerentes, ou for verificada a necessidade da inclusão de um novo dado, isso pode levar ao retorno para fases anteriores. De acordo com Adriaans e Zantinge (Adriaans & Zantinge, 1996), nos projectos de DCBD 80% do tempo é dispendido nas etapas de preparação dos dados, enquanto os restantes 20% referem-se às etapas de *Data Mining* e de interpretação.

Tabela 1 – Etapas do processo de descoberta de conhecimento em bases de dados

Etapas do Processo de DCBD	Descrição
Seleção	Consiste no estudo/compreensão do domínio de aplicação e na seleção dos dados a analisar. Deste modo, procura-se limitar o espaço de pesquisa, direccionando o foco para subconjuntos de variáveis ou dados, onde será realizada a descoberta de conhecimento.
Pré-Processamento	Comporta a limpeza dos dados (<i>data cleaning</i>) de forma a adequar a BD aos algoritmos que, posteriormente, serão utilizados. Inclui, ainda, a integração de dados heterogéneos e a eliminação de dados incompletos/inconsistentes. São estabelecidas estratégias para eliminar ou minimizar os problemas relacionados com dados omissos/incompletos, com a presença de ruído e de erros. Quando necessário, pode ocorrer, a reconfiguração de dados para assegurar uma BD uniforme e consistente.
Transformação	Visa armazenar os dados num formato que facilite a sua utilização por parte das ferramentas de <i>Data Mining</i> .
<i>Data Mining</i>	Envolve a seleção dos métodos e técnicas que melhor se enquadrem no cumprimento das metas inicialmente estabelecidas. A escolha depende dos objectivos do processo de <i>Data Mining</i> , podendo ser aplicadas técnicas distintas ao problema.
Interpretação	Construção de uma representação do conhecimento que seja acessível e clara. Os padrões identificados pelo sistema são interpretados como conhecimento, o qual pode ser usado para suporte à tomada de decisão. Este conhecimento traduz-se, por exemplo, em entendimento dos conteúdos da BD ou na explicação de um fenómeno observado.

3.2 *Data mining*

Encontram-se várias definições para o termo *Data Mining*, consoante a área de especialização, o autor e a abordagem (Bramer, 2007; Chang et al., 2001; Cios et al., 2007; Fayyad, 1997; Fayyad et al., 1996; Taniar, 2008). Contudo, existem características comuns que se podem sintetizar na seguinte definição: aplicação de métodos e técnicas em grandes Bases de Dados, para encontrar tendências ou padrões com o intuito de descobrir conhecimento.

Como foi anteriormente referido, a etapa de *Data Mining* é apenas uma fase do processo de Descoberta de Conhecimento em Bases de Dados. Consiste na escolha e utilização dos métodos e técnicas que melhor se enquadram no cumprimento dos objectivos estabelecidos. Na Tabela 2 apresentam-se e caracterizam-se alguns desses objectivos, divididos em duas tarefas (previsão e descrição). No caso da previsão pretende-se inferir comportamentos futuros com base nas experiências do passado, ao passo que na descrição pretende-se, de um modo geral, descrever de forma compacta conjuntos de dados ou associações variáveis.

Tabela 2 – Objectivos de *data mining*

Objectivo		Descrição
Previsão	Classificação	Corresponde à descoberta de uma função que associa um caso a uma das diversas classes discretas de classificação, de forma a classificar um novo objecto de acordo com um padrão de classificação.
	Regressão	Consiste em prever valores futuros ou desconhecidos de uma variável dependente, a partir de exemplos. Corresponde à concepção de um modelo capaz de aprender uma função desconhecida que se aproxime da função dada por um conjunto de características genéricas.
Descrição	Associação ou Dependência	Procura encontrar um modelo que descreva dependências significativas entre variáveis, através da identificação de grupos de dados fortemente correlacionados. As associações surgem quando várias ocorrências estão ligadas num único evento podendo surgir a nível estrutural ou quantitativo.
	Sumariação	Os métodos de sumariação derivam de regras de resumo e descobertas de relações funcionais entre variáveis.
	Segmentação	Consiste em identificar um conjunto finito de categorias ou segmentos para descrever os dados. Os objectos pertencentes ao mesmo segmento são semelhantes entre si e diferentes dos objectos pertencentes a outros segmentos. Pode ser um objectivo intermédio realizado numa fase inicial, para encontrar grupos homogéneos de dados para posterior aplicação de algoritmos de aprendizagem.
	Visualização	Visa apresentar os resultados de <i>Data Mining</i> através de uma forma visual, com recurso a gráficos ou diagramas. Pretende dar a conhecer informações complexas de forma acessível, evidenciando os padrões e tendências encontradas.

3.3 Modelos e técnicas de *data mining*

Um modelo pode ser entendido como uma representação matemática, i.e. uma descrição formal e simplificada, de um sistema ou processo com o objectivo de o estudar. Corresponde a uma estruturação da representação do conhecimento, tendo em vista um determinado objectivo que se pretende alcançar. Os modelos podem ser estáticos, quando representam o sistema num determinado instante ou podem ser dinâmicos, quando o representam ao longo do tempo, acompanhando as alterações inerentes ao seu funcionamento. Um modelo é definido como uma função (mapa) que atribui a cada exemplo, no domínio definido pelos atributos de entrada, um valor contido no domínio dos atributos de saída, havendo um conjunto de parâmetros que têm de ser ajustados (ou estimados) a partir de um conjunto de dados, através de um algoritmo, na fase de aprendizagem. Após a aprendizagem, é possível extrapolar novas saídas, alimentando o modelo com novas entradas (utilização de um modelo) (Teixeira, 2005).

Na construção de um modelo definem-se as principais características do sistema, que devem representar o mais fielmente possível a realidade. Recolhem-se os dados necessários para a sua construção e para a sua validação. Deve realçar-se que não existe um modelo universal de DM que resolva, de forma eficiente, todos os problemas. A escolha de um determinado algoritmo é, de certa forma, uma arte já que existem diferentes modelos para as mesmas tarefas com vantagens e desvantagens intrínsecas (Fayyad et al., 1996).

Os modelos e as técnicas utilizadas na etapa de *Data Mining* dependem, como foi referido anteriormente, da natureza do problema e dos objectivos que se pretendem atingir. Na Tabela 3 referem-se algumas das técnicas mais utilizadas na etapa de DM consoante os objectivos que se pretendem atingir.

No presente trabalho, as técnicas utilizadas foram a Aproximação de Vizinhanças na tarefa de segmentação e as Árvore de Decisão para gerar modelos explicativos dos segmentos encontrados, de forma a atribuir um novo caso a um dado segmento. Deste modo, nos sub-capítulos subsequentes abordar-se-ão apenas estas técnicas de DM.

Tabela 3 – Tarefas e técnicas usadas no processo de *data mining*

	Previsão		Descrição			
	Classificação	Regressão	Associação	Sumariação	Segmentação	Visualização
Árvores de Decisão	✓	✓		✓	✓	✓
Indução de Regras	✓	✓	✓		✓	
Redes Neurais Artificiais	✓	✓	✓		✓	
Algoritmos Genéticos	✓	✓		✓	✓	
Aproximação de Vizinhanças				✓	✓	

3.3.1 Aproximação de vizinhanças

A aproximação de vizinhanças é uma técnica de segmentação baseada no princípio de que registos semelhantes estão próximos uns dos outros, quando analisados numa perspectiva espacial (Bramer, 2007; Han & Kamber, 2006; Perlovsky, 2001). A verificação da localização dos registos, interpretados como pontos no espaço, permite a identificação de regiões, denominadas classes ou segmentos, que definem características comuns para os registos aí incluídos. A segmentação pode ser hierárquica, i.e. as classes estão organizadas segundo uma hierarquia (e.g. dendogramas). Quando, pelo contrário, não existe organização entre as classes a segmentação diz-se não hierárquica.

Neste tipo de abordagem é utilizada a aprendizagem não supervisionada uma vez que não é fornecido ao sistema qualquer indicação sobre as respostas correctas, sendo a sua avaliação feita pela utilidade dos agrupamentos formados.

As técnicas de segmentação não hierárquica, como a estratégia *k-means*, assentam na construção de partições dos objectos armazenados numa BD, num conjunto de k classes, sendo k um parâmetro de entrada. O processo de obtenção das classes é iniciado com k centróides em posições aleatórias, os quais são optimizadas, iterativamente, através da movimentação dos centros. Inicialmente cada objecto é atribuído ao centróide mais próximo sendo, mais comumente, utilizada a distância Euclideana, definida por:

$$d(i, j) = \sqrt{(X_{i1} - X_{j1})^2 + (X_{i2} - X_{j2})^2 + \dots + (X_{in} - X_{jn})^2}$$

onde $i = (X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{in})$ denota o centróide do segmento i e $j = (X_{j1}, X_{j2}, \dots, X_{jn})$ denota um objecto de dimensão n , contido na BD. No passo seguinte o algoritmo calcula o ponto médio de cada segmento, repetindo-se este processo até não haver alterações ou o número de iterações exceda um determinado limite, previamente fixado. De um modo geral, é utilizado como critério de paragem a minimização da soma do quadrado dos erros, definida por:

$$E = \sum_{i=1}^k \sum_{p \in C_i} |p - m_i|^2$$

onde E denota a soma do quadrado dos erros, p denota um objecto da BD e m_i denota o centro de gravidade do segmento C_i (Bradley & Fayyad, 1998).

Cada classe é representada através do seu centro de gravidade, i.e. pela localização definida pela média de todos os membros do segmento (Han & Kamber, 2006; Teixeira, 2005).

A principal vantagem da estratégia *k-means* reside na simplicidade e na velocidade de processamento, podendo ser utilizada em BD de grande dimensionalidade. As principais desvantagens prendem-se com o facto de a solução depender da escolha inicial das posições dos centros e utilizar o conceito de média que, em algumas situações, pode não

existir. Nesses casos, pode utilizar-se a variante *k-medoid*. Nesta técnica o centro de gravidade é atribuído ao objecto da classe que está mais próximo do centro (Han & Kamber, 2006; Teixeira, 2005).

3.3.2 Árvores de decisão

As árvores de decisão tiveram a sua origem na área da aprendizagem automática. Esta análise testa automaticamente todos os valores de um determinado atributo de forma a identificar aqueles que têm uma forte associação com os registos de saída.

A definição mais simples de árvore de decisão é a de uma forma de representação de um conjunto de regras que seguem uma hierarquia de classes ou valores. Expressa uma lógica condicional simples e, do ponto de vista gráfico, são semelhantes a uma árvore.

Uma árvore de decisão é uma representação de um conjunto de regras que permite classificar as instâncias quando percorrida desde o nó da raiz até aos nós terminais ou folhas. Cada nó da árvore, especifica um teste para os atributos da instância (variáveis) e, cada ramo descendente desse nó, corresponde a um dos valores possíveis para esse atributo. Uma instância é classificada começando por testar o atributo especificado pelo nó raiz e depois seguindo o ramo correspondente ao valor do atributo. O primeiro nó da árvore de decisão mostra o factor mais correlacionado com os objectos de saída. Os restantes factores são subsequentemente classificados como nós e relacionados com os nós anteriores, possibilitando uma visualização fácil e rápida dos factores que mais se relacionam com os objectos de saída (Cios et al., 2007; Han & Kamber, 2006; Kufrin, 1997; Quinlan, 1987).

Os algoritmos de indução de árvores de decisão utilizam a aprendizagem supervisionada, i.e. são fornecidas ao sistema as respostas correctas, a partir de um conjunto de exemplos onde, cada um deles, é formado por um vector de entrada e um vector de saída ou resposta (Rich & Knight, 1991). A construção das árvores de decisão é feita a partir dos dados de treino, de uma forma recursiva, subdividindo-os até à obtenção de nós “puros”, em que cada nó represente apenas uma única classe, ou a satisfação de um

critério de paragem (Rich & Knight, 1991). As árvores geradas têm a seguinte estrutura (Michalski, et al., 1998):

- Folhas ou nós puros – corresponde às classes/objectos;
- Nós internos – especificam testes efectuados a um único atributo originando duas ou mais sub-árvores que representam saídas possíveis; e
- Ramos – correspondem aos possíveis valores dos atributos.

Na construção de árvores de decisão levantam-se dois problemas. O primeiro está relacionado com o atributo a seleccionar para teste num determinado nó e, o segundo, está ligado à paragem da divisão dos exemplos. No que respeita à escolha do atributo mais informativo, existem várias medidas para avaliar a capacidade de um dado atributo para discriminar as classes. Contudo, todas convergem em dois pontos (Han & Kamber, 2006):

- Uma divisão que mantém as proporções de classes em todas as partições é inútil; e
- Uma divisão onde em cada partição todos os exemplos são da mesma classe tem utilidade máxima (Han & Kamber, 2006; Santos & Azevedo, 2005).

As medidas de partição dividem-se em três tipos:

- Medida da diferença dada por uma função baseada nas proporções das classes entre o nó corrente e os nós descendentes, valorizando a pureza das partições, e.g., índice de gini e entropia;
- Medida da diferença dada por uma função baseada nas proporções das classes entre os nós descendentes, que valoriza a disparidade entre as partições; e
- Medida de independência, que mede o grau de associação entre os atributos e a classe.

No que respeita à paragem da divisão dos exemplos, esta deve acontecer quando se verificar uma destas situações (Han & Kamber, 2006; Santos & Azevedo, 2005):

- Todos os exemplos pertencem à mesma classe;

- Todos os exemplos, embora pertencentes a classes diferentes, têm os mesmos valores dos atributos;
- O número de exemplos a dividir é inferior a um certo limite; ou
- O mérito de todos os possíveis testes de partição dos exemplos é muito baixo.

O algoritmo ID3, desenvolvido por Ross Quinlan (Quinlan, 1987), foi um dos algoritmos pioneiros que permitiu o desenvolvimento das árvores de decisão. Desde essa altura têm sido introduzidas melhorias e funcionalidades que resultaram no aparecimento de novas versões/evoluções deste algoritmo como, por exemplo, os algoritmos C4.5 e C5.0.

Uma das limitações exibidas pelo algoritmo ID3 prende-se com a possibilidade de ocorrer sobreajustamento, que se manifesta na construção de árvores com elevado desempenho nos dados de treino, mas com um baixo desempenho nos dados de teste.

No algoritmo C4.5 foram introduzidos melhoramentos que permitiram ultrapassar o problema de sobreajustamento através da introdução da poda da árvore. A poda da árvore consiste na redução de algumas sub-árvores, transformando-as em folhas, tendo por base a comparação entre os erros nesse nó e a soma dos erros nos nós que dele descendiam. Deste modo consegue-se obter árvores menores, mas com maior capacidade de previsão para novos casos (Han & Kamber, 2006; Quinlan, 1993). O algoritmo C4.5 permite, ainda, ultrapassar problemas relacionados com valores numéricos, valores omissos, dados com ruído e possibilita a utilização de validação cruzada (Quinlan, 1993).

O algoritmo C5.0 é o sucessor mais recente do algoritmo C4.5, otimizado para lidar com as exigências do mundo real, através do aumento da eficácia ao nível do tempo de processamento e da memória utilizada. Uma das características mais importantes deste algoritmo consiste em gerar vários classificadores, a partir do mesmo conjunto de treino, permitindo depois combiná-los num único classificador final, no qual cada classificador inicial participa com um determinado peso que é ajustado durante a fase de treino. Esta metodologia, designada por *boosting*, permite uma redução dos erros de classificação que, nalguns casos, pode atingir cerca de 40% (Quinlan, 1996; Schapire, 2002).

As árvores de decisão são um dos métodos mais simples e adequados para tratar problemas com muitas dimensões, pois são de um método preditivo não linear, rápido e que apresenta uma elevada expressividade na representação do conhecimento (Berry & Linoff, 2000; Han & Kamber, 2006; Quinlan, 1993). Na verdade, as árvores de decisão apresentam as seguintes vantagens:

- Método não-paramétrico – não assume nenhuma distribuição particular para os dados, podendo construir modelos para qualquer função desde que o número de exemplos de treino seja suficiente;
- Independência da escala das variáveis – transformações monótonas das variáveis não altera a estrutura da AD;
- Facilidade de Interpretação – uma decisão complexa é decomposta numa sucessão de decisões elementares permitindo, de forma rápida, determinar quais os factores que mais influenciam a classificação;
- Adaptável a problemas de regressão – para além de se poderem aplicar a problemas de classificação podem, também, ser utilizadas em problemas de regressão;
- Facilidade em lidar com diversos tipos de informação (real, nominal, ordinal);
- Facilidade em lidar com informação incompleta; e
- Escolha automática dos atributos mais relevantes.

As principais desvantagens das árvores de decisão prendem-se com o facto de necessitarem de uma grande quantidade de dados para descobrir estruturas complexas, de apresentarem alguma instabilidade, i.e. pequenas perturbações no conjunto de treino podem provocar grandes alterações no modelo e exibirem fronteiras lineares e perpendiculares aos eixos (Berry & Linoff, 2000; Han & Kamber, 2006; Taniar, 2008).

3.3.3 Avaliação dos modelos

Após a construção dos modelos é necessário avaliar o seu desempenho. Esta etapa é, na verdade, bastante importante na medida em que permite inferir qual a confiança que se

pode depositar na previsão de cenários futuros. Para conhecer com exactidão a capacidade de generalização de um modelo seria necessário testá-lo em todos os casos possíveis. Contudo, na maioria das aplicações, isso é impraticável uma vez que apenas se tem disponível um número reduzido de exemplos. Deste modo, ter-se-á que estimar o erro associado ao modelo, tendo o cuidado de não efectuar uma estimativa demasiado optimista ou demasiado pessimista.

Existem diversos métodos para estimar a capacidade de generalização de um modelo, como sejam a estatística simples, a validação por resubstituição, a validação com divisão da amostra, a validação cruzada e o *bootstrapping* (Bramer, 2007; Gopalan & Sivaselvan, 2009; Han & Kamber, 2006; Weiss & Kulikowski, 1990). No caso da validação por resubstituição, após a construção do modelo, este é utilizado para prever os exemplos utilizados na sua criação sendo estimado o erro associado (Breiman et al., 1984). A principal desvantagem deste método está relacionada com o facto de a minimização do erro estar subjacente à própria construção dos modelos podendo, deste modo, ser uma técnica de validação demasiado optimista.

A validação com divisão da amostra é um dos métodos mais utilizados para estimar os erros de generalização. Baseia-se na divisão dos dados do problema em dois subconjuntos, mutuamente exclusivos, um para gerar o modelo, designado como conjunto de treino, e outro para a sua validação, denominado conjunto de teste. A cardinalidade dos referidos subconjuntos é variável e dependente, entre outros factores, da dimensão da base de dados. Este método apresenta como vantagens a sua simplicidade e rapidez e, como desvantagem, a redução efectiva dos dados disponíveis para o treino (Bramer, 2007; Hand et al., 2001; Larose, 2006).

A validação cruzada é uma variante ao método de validação com divisão de amostra que permite a utilização de todos os casos disponíveis, tanto para construir o modelo como para o validar (Figura 3). Neste método os dados (P) são divididos em k subconjuntos mutuamente exclusivos (P_1, P_2, \dots, P_k) de cardinalidade semelhante. Os valores de k podem variar, embora o valor dez seja o mais utilizado. Na primeira iteração são utilizados os dados dos subconjuntos P_1, P_2, \dots, P_9 para criar o modelo reservando-se o subconjunto P_{10} para teste. Na segunda iteração utilizam-se os dados dos subconjuntos P_1, P_2, \dots, P_8 e P_{10} para construir o modelo e o subconjunto P_9 para o testar, repetindo-se

o processo (Figura 3). Deste modo, os modelos são treinados e testados k vezes sendo o erro final da generalização dado pela média dos erros de validação, obtidos durante os k testes.

A principal vantagem está relacionada com a utilização de todos os casos disponíveis tanto para construir o modelo como para o validar. A principal desvantagem, por seu lado, prende-se com o facto de exigir um grande esforço computacional (Bramer, 2007; Han & Kamber, 2006; Larose, 2006).

A validação cruzada é notavelmente superior à validação com divisão da amostra para BD com um número reduzido de registos, particularmente em problemas de classificação, quando é mantida a distribuição percentual das várias classes nas diversas partições (P_1, P_2, \dots, P_k) (Weiss & Kulikowski, 1990).

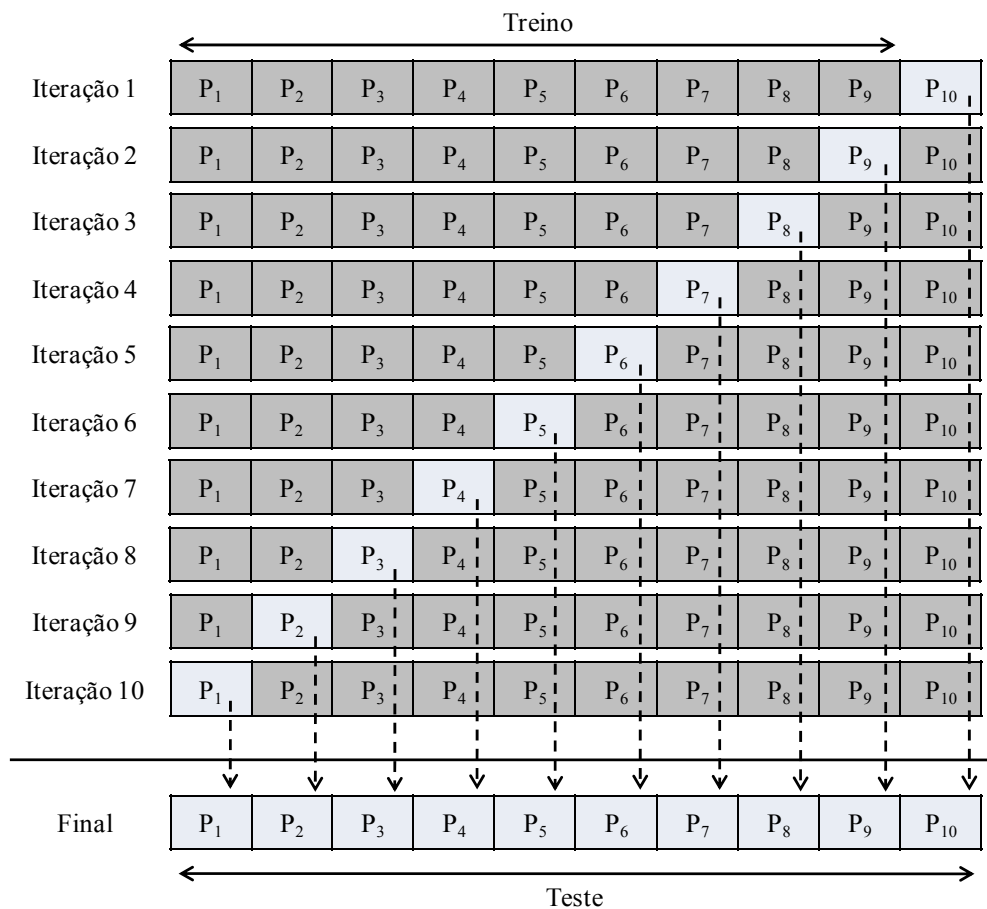


Figura 3 – Validação cruzada com dez iterações

3.3.3.1 Avaliação de modelos de classificação

Quando se trata de problemas de classificação, uma das técnicas de avaliação mais utilizadas é a Matriz de Coincidências (Kohavi & Provost, 1998). Trata-se de uma matriz $N \times N$ (onde N denota o número de classes possíveis), na qual são mapeados os valores previstos pelo modelo e os valores desejados, sob a forma de uma tabela de duas entradas. As entradas horizontais referem-se às saídas desejadas, enquanto as saídas devolvidas pelo modelo se encontram nas entradas verticais. As células são preenchidas com os números de instâncias que correspondem ao cruzamento das entradas. Na Tabela 4 apresenta-se um exemplo de uma matriz de coincidências onde é possível visualizar, de um modo rápido e inequívoco, o desempenho do modelo.

Tabela 4 – Matriz de Coincidências 3×3

Classe	X	Y	Z
X	48	3	1
Y	0	46	0
Z	1	0	51

No exemplo apresentado na Tabela 4, relativamente à classe X, o modelo classificou correctamente 48 instâncias e incorrectamente 4 (três classificadas como Y e uma como Z). No que concerne à classe Y todas as instâncias foram correctamente classificadas e em relação à classe Z foram classificadas correctamente 52 instâncias tendo apenas uma sido classificada incorrectamente. O erro do classificador é, neste caso 3,3 % (5 instâncias mal classificadas em 150).

Um outro problema que se pode colocar na avaliação do desempenho de um modelo de classificação prende-se com os custos do erro. Na verdade, em algumas aplicações existem diferentes custos associados aos vários erros possíveis. Considere-se, por exemplo, um sistema de diagnóstico médico no qual é, geralmente, considerado muito mais grave a classificação de um indivíduo doente como saudável, do que a classificação de um indivíduo saudável como doente.

O custo do erro pode ser tomado como uma penalização imposta ao modelo no caso de este cometer um determinado erro. Quando se pretende fazer a avaliação do modelo com base nos custos da classificação ter-se-á que conhecer as penalizações a atribuir, definidas, em geral, através de uma matriz de custos. Trata-se de uma matriz em tudo semelhante à matriz de coincidências, sendo as células preenchidas com o custo de cada tipo de erro, Tabela 5.

Tabela 5 – Matriz de custos para um problema de classificação com três classes

Classe	X	Y	Z
X	0	5	20
Y	2	0	4
Z	5	1	0

O custo do classificador é calculado de acordo com a equação:

$$Custo = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N C_{i,j} M_{i,j}$$

onde $C_{i,j}$ e $M_{i,j}$ denotam, respectivamente, os valores da linha i , coluna j da matriz de custos e da matriz de coincidências. Para o exemplo apresentado na Tabela 4 e na Tabela 5 o custo será:

$$Custo = 0 \times 48 + 5 \times 3 + 20 \times 1 + 2 \times 0 + 0 \times 46 + 2 \times 0 + 5 \times 1 + 1 \times 0 + 0 \times 51 = 40$$

O custo médio por decisão, definido em termos da razão entre o custo da classificação e o número total de casos, é 0,28 (40/150). No entanto, é de salientar que até aqui apenas foi tomado em consideração os custos dos erros não se tendo em conta o ganho relativo às classificações correctas. Este factor pode ser tido em conta na matriz de custos codificando o ganho relativo às classificações correctas com valores negativos.

3.3.3.2 Avaliação de modelos de regressão

Um modelo de regressão tenta estimar o valor associado a cada um dos exemplos. O principal objectivo de um método de regressão é conceber o “melhor” modelo na perspectiva da minimização de uma medida do erro global. Define-se por erro ou resíduo a diferença entre o valor real e o valor previsto, podendo ser calculado um erro global, respeitante a todos os valores previstos, usando as seguintes medidas (Witten & Frank, 2005):

- Erro Absoluto Médio (EAM): $EAM = \frac{\sum_{i=1}^N |e_i|}{N}$
- Soma do Quadrado dos Erros (SQE): $SQE = \sum_{i=1}^N e_i^2$
- Média do Quadrado dos Erros (MQE): $MQE = \frac{SQE}{N}$
- Raiz da Média do Quadrado dos Erros (RMQE): $RMQE = \sqrt{MQE}$

onde $e_i = Y_i - \hat{Y}_i$ denota o erro ou resíduo, denotando Y_i e \hat{Y}_i respectivamente o valor real e o valor previsto pelo modelo.

O desempenho de um modelo de regressão será tanto melhor quanto menor for o erro global. As medidas EAM e MQE são duas das métricas mais utilizadas no âmbito da avaliação dos modelos de regressão. Ambas têm as suas origens na estatística, tendo como intuito definir quão melhor é um estimador para um conjunto de valores. Segundo Torgo (Torgo, 1999), estas medidas, quando aplicadas à avaliação de modelos de regressão servem diferentes propósitos. No caso de ser aceitável cometer alguns erros extremos, desde que o modelo se aproxime, na maior parte das vezes, do valor real, a minimização do EAM é a métrica mais adequada. Quando, pelo contrário, se está perante situações em que é crucial não cometer erros extremos, a MQE deve ser minimizada uma vez que esta métrica, ao utilizar o quadrado do erro, amplifica os erros extremos.

CAPÍTULO 4 – METODOLOGIA DO ESTUDO

Neste capítulo far-se-á a descrição e a justificação da metodologia seguida para a consecução dos objectivos que nortearam este estudo. Com esse propósito apresenta-se, nesta secção do trabalho, uma caracterização da amostra que foi objecto do estudo, as razões que levaram à sua escolha e faz-se uma descrição pormenorizada dos procedimentos adoptados e dos instrumentos e técnicas de recolha e tratamento dos dados.

4.1 Razões da escolha da amostra

Tendo este trabalho como principais objectivos fazer a caracterização do trabalho experimental feito nas escolas secundárias e o estudo da importância que lhe é atribuída, a amostra sobre a qual o estudo recaiu foi escolhida com base nas razões que a seguir se apresentam:

- Inclusão de alunos do 10º ano, do 11º ano e de professores, de diversas escolas secundárias;
- Obtenção de um número significativo de respostas, com o intuito de assegurar a representatividade e validade dos dados obtidos (Carmo & Ferreira, 1998; Ghiglione & Matalon, 1997);
- Inclusão de alunos e professores de escolas públicas e privadas de diferentes zonas do País de modo a verificar se existiam diferenças e, caso existissem, se estas influenciavam as questões em estudo.

4.2 Caracterização das amostras

Na caracterização das amostras de alunos de 10º e de 11º ano foram analisados parâmetros como a idade, o sexo e o tipo de escola que frequentavam, tendo em vista a obtenção de dados relativos ao número de repetências e/ou mudanças de curso.

No que respeita à amostra dos professores a caracterização foi feita de modo a obter informação sobre a idade, o sexo, o grau académico, a categoria e o tempo de serviço.

4.2.1 Caracterização da amostra de alunos do 10º ano

Os dados que permitiam fazer a caracterização da amostra dos alunos do 10º ano foram recolhidos através de algumas questões incluídas no inquérito por questionário que se apresenta no Anexo I. As referidas questões visavam recolher o máximo de informação sobre os inquiridos mantendo, contudo, o anonimato.

Os dados recolhidos apresentam-se na Tabela 6 e referem-se a uma amostra em que a esmagadora maioria dos alunos (93,1 %) frequentam escolas da Rede Pública, sendo 41,4 % dos alunos do sexo masculino e 55,9 % do sexo feminino. Relativamente à idade dos alunos pode-se verificar que a maioria destes (84,0 %) têm 15 ou 16 anos, o que sugere um baixo número de repetências no 3º Ciclo.

Tabela 6 – Caracterização da amostra de alunos do 10º ano

Distritos	Idade						Sexo			Repetência			Tipo de Escola		
	NR	<15	15	16	17	>17	NR	M	F	NR	S	N	NR	PU	PR
Beja	0	0	0	2	7	6	0	5	10	0	9	6	0	15	0
Bragança	1	0	10	15	6	7	0	18	21	2	9	28	0	39	0
Castelo Branco	1	0	10	10	1	0	1	10	11	1	1	20	0	22	0
Évora	0	0	7	7	4	2	0	9	11	0	5	15	0	20	0
Faro	1	0	36	24	3	7	0	29	42	1	8	62	1	70	0
Lisboa	9	1	288	236	48	31	3	271	339	12	49	552	2	557	54
Porto	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
Soma	12	1	351	294	70	53	4	343	434	16	81	684	3	724	54
Total	781						781			781			781		

NR – Não Responde; M – Masculino; F – Feminino; S – Sim; N – Não; PU – Pública; PR – Privada

Um outro dado com importância, para a análise que pretendíamos fazer, referia-se ao facto de os alunos que integravam a amostra estarem ou não a repetir o 10º ano. Relativamente a esta variável verifica-se, pelos dados constantes na Tabela 6, que 89,4 % dos alunos está a frequentar o 10º ano pela primeira vez.

4.2.2 Caracterização da amostra de alunos do 11º ano

À semelhança do que foi feito para o 10º ano incluíram-se, no inquérito destinado aos alunos do 11º ano, um conjunto de questões destinadas à recolha de informação que permitisse fazer a caracterização da amostra mantendo o anonimato do inquirido.

Os dados recolhidos apresentam-se na Tabela 7 e referem-se a uma amostra em que a esmagadora maioria dos alunos (96,3 %) frequentavam escolas da Rede Pública, sendo 42,0 % dos alunos do sexo masculino e 58,0 % do sexo feminino.

Tabela 7 – Caracterização da amostra de alunos do 11º ano

Distritos	Idade (anos)						Sexo			Repetência			Tipo de Escola		
	NR	<16	16	17	18	>18	NR	M	F	NR	S	N	NR	PU	PR
Beja	1	9	0	7	5	21	1	17	25	2	6	35	0	43	0
Bragança	0	0	0	10	2	3	0	10	5	0	1	14	0	15	0
Évora	0	0	0	6	2	10	0	7	11	0	2	16	0	18	0
Faro	0	7	0	38	18	52	1	48	66	1	17	97	0	115	0
Lisboa	1	3	0	122	39	173	2	139	197	5	42	291	0	318	20
Porto	0	0	0	3	1	12	0	6	10	0	0	16	0	16	0
Soma	2	19	0	186	67	271	4	227	314	8	68	469	0	525	20
Total	545						545			545			545		

NR – Não Responde; M – Masculino; F – Feminino; S – Sim; N – Não; PU – Pública; PR – Privada

Relativamente à idade dos alunos pode-se verificar que apenas 50,1 % tem idade não superior a 18 anos, o que sugere um número relativamente elevado de repetências em anos anteriores. Se tivermos em conta os dados relativos a esta variável, obtidos na

amostra apresentada anteriormente, poderemos supor que essas repetências ocorrem, sobretudo, no 10º ano. Este facto parece confirmar-se quando se verifica que 87,3 % dos alunos está a frequentar o 11º ano pela primeira vez.

O elevado número de repetências no 10º ano é revelador das dificuldades sentidas, por um grande número de alunos, na transição para o Ensino Secundário. Estas dificuldades poderão ser atribuídas, essencialmente, à falta de hábitos de estudo e de trabalho. A manutenção, por parte dos alunos, da mesma atitude que assumiam no 3º Ciclo leva a que revelem dificuldades na adaptação às exigências existentes ao nível do Ensino Secundário. Só nesta altura os alunos tomam consciência da importância do Ensino Secundário relativamente ao acesso ao curso pretendido no Ensino Superior.

4.2.3 Caracterização da amostra de professores

Neste ponto caracterizar-se-á a amostra dos professores que participaram neste estudo, através dos dados que se apresentam na Tabela 8 e na Tabela 9.

Tabela 8 – Caracterização da amostra de professores em termos de idade, sexo e grau académico

Distritos	Idade (anos)					Sexo			Grau Académico				
	NR	≤ 30	31- 40	41- 50	>50	NR	M	F	NR	B	L	MS	D
Beja	0	0	0	3	0	0	1	2	0	0	2	1	0
Bragança	0	0	2	0	2	0	0	4	0	1	3	0	0
Castelo Branco	0	0	1	2	0	0	1	2	0	0	3	0	0
Évora	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0
Faro	0	1	1	9	1	0	3	9	0	1	10	0	1
Lisboa	0	9	33	35	25	0	13	89	1	3	82	13	3
Porto	0	0	1	2	1	0	2	2	0	0	4	0	0
Soma	0	10	38	52	29	0	20	109	1	5	105	14	4
Total	129					129			129				

NR – Não Responde; M – Masculino; F – Feminino; B – Bacharelato; L – Licenciatura; MS – Mestrado; D – Doutoramento

Tabela 9 – Caracterização da amostra de professores em termos de categoria e tempo de serviço

Distritos	Categoria					Tempo de serviço (anos)				
	NR	PQND	PQZ	PC	E	NR	< 5	5 - 15	16 - 25	> 25
Beja	0	2	1	0	0	0	0	0	3	0
Bragança	0	3	1	0	0	1	0	1	0	2
Castelo Branco	0	2	1	0	0	0	0	0	3	0
Évora	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
Faro	0	11	0	1	0	1	1	2	6	2
Lisboa	3	63	2	32	2	8	6	32	34	22
Porto	1	3	0	0	0	0	0	0	3	1
Soma	4	85	5	33	2	10	7	35	50	27
Total	129					129				

NR – Não Responde; PQND – Professor do Quadro de Nomeação Definitiva; PQZ – Professor do Quadro de Zona Pedagógica; PC – Professor Contratado; E – Estagiário

Os dados apresentados referem-se a características que poderão, eventualmente, influenciar o tipo de trabalho experimental que realizam com os alunos e à importância que atribuem à sua realização. As características referidas são a idade, o sexo, o grau académico, a categoria e o tempo de serviço. Os dados foram obtidos através da aplicação do inquérito por questionário, apresentado no Anexo I, tendo havido a preocupação de manter o anonimato dos inquiridos.

A amostra de professores que participou no estudo é, maioritariamente, do sexo feminino (84,5 %) e tem idades compreendidas entre 31 e 50 anos (69,8 %). Apenas 7,8 % dos professores têm idade inferior a 30 anos e 22,5 % têm idade superior a 50 anos.

Os professores que constituem a amostra são, na sua maioria, licenciados (82,0 %). Apenas 14,1 % têm um grau académico mais elevado. Este facto pode estar relacionado com o pouco investimento que é feito pelos professores na sua formação. Esta realidade pode ser devida ao facto de, actualmente, a formação obtida não influenciar de forma significativa a progressão na carreira dos professores.

A maioria dos inquiridos são Professores do Quadro de Nomeação Definitiva (PQND) (68,0 %), existindo, contudo, um número não desprezável de Professores Contratados (PC) (26,4 %). Pode ainda verificar-se que a maior parte dos professores que integram a amostra, têm um tempo de serviço superior a 15 anos (64,7 %).

4.3 Descrição do procedimento

Em estudos desta natureza são vários os meios que se podem utilizar para fazer a recolha de dados (DeKetele & Roegiers, 2009).

Depois de ponderadas e analisadas algumas das vantagens e das limitações relativas às diferentes técnicas de recolha de dados (Ghiglione & Matalon, 1997), e tendo em atenção os objectivos deste estudo, optou-se pela técnica de inquérito por questionário. Para satisfazer os propósitos definidos era necessário um instrumento de recolha de dados que se caracterizasse pela versatilidade com que permitia investigar o tema e possibilitasse a obtenção de um conjunto de dados num curto espaço temporal e a obtenção de conclusões sobre o tema em estudo (McMillan & Schumacher, 2009).

O inquérito por questionário é uma técnica frequentemente utilizada numa investigação quando se pretende efectuar uma análise quantitativa dos dados. Possui uma estrutura bem definida, altamente padronizada, no que respeita ao texto das questões, bem como à ordem pela qual estas surgem ao longo do questionário (Borg & Gall, 2003). Neste contexto, para possibilitar uma posterior comparação, quantificação e exploração estatística das respostas, deve-se garantir que as questões colocadas aos inquiridos têm o mesmo significado para todos eles. As condições referidas só são possíveis se as questões forem formuladas de forma perfeitamente clara, sem ambiguidades, e se o investigador tiver bem definido o tipo de informação que pretende obter com uma determinada questão (Foddy, 1996).

Este instrumento facilita a transformação, em dados quantitativos, da informação directamente comunicada pelos inquiridos, permitindo a recolha de dados acerca das questões em estudo (Tuckman, 1994/2000). No entanto, convém realçar que, ao centrar-se na interrogação e não na observação, existe algum risco de o inquérito por questionário

permitir saber ou medir, não aquilo que os inquiridos fazem, mas aquilo que acham que deviam fazer (Foddy, 1996).

Uma vez escolhida a técnica a utilizar para a recolha de dados foram elaborados os inquéritos que se apresentam no Anexo I, para aplicar às diferentes amostras (alunos do 10º ano, alunos do 11º ano e professores).

Para proceder à implementação dos inquéritos, foi necessário obter, tal como determina o Despacho nº 15847/2007 do Ministério da Educação, a autorização do Director Geral da Direcção de Inovação e Desenvolvimento Curricular, DGIDC. Uma vez obtida a referida autorização, passou-se à fase de implementação dos inquéritos nas escolas tendo sido enviado aos respectivos Directores/Presidentes dos Conselhos Executivos um pedido para o efeito, acompanhado da autorização da DGIDC, de um modelo destinado aos Encarregados de Educação a solicitar a participação dos alunos, assim como dos inquéritos a implementar. No Anexo II encontram-se todos os documentos referidos com excepção dos inquéritos que se encontram no Anexo I.

Os inquéritos destinados aos professores foram enviados para os elementos do grupo de Física e Química das diferentes escolas, em suporte de papel, excepto no caso da Escola Secundária com 3º Ciclo Ferreira Dias, no Cacém, em que os inquéritos foram enviados por e-mail, pela coordenadora de grupo, e no caso das Escolas Secundárias de Odemira, de Loulé, de Tavira, de São João da Madeira e de Évora que, por iniciativa própria, os fotocopiaram e implementaram, procedendo posteriormente à sua devolução.

No caso dos inquéritos a aplicar nas amostras de alunos foram encaminhados para o Director de Turma ou para o professor de FQ A, que procedeu à sua aplicação, após a obtenção das autorizações dos Encarregados de Educação. Depois de devidamente preenchidos pelos alunos, foram devolvidos. Dado o carácter anónimo dos questionários, as autorizações assinadas pelos Encarregados de Educação ficaram nas Escolas.

No Anexo III encontra-se a lista de escolas contactadas com informação sobre o tipo de resposta dada ao pedido de implementação dos inquéritos. Para as escolas que responderam afirmativamente apresenta-se, também, o número de inquéritos enviados e recebidos. A partir desta informação foi possível calcular a taxa de retorno dos inquéritos referentes a cada uma das amostras que se apresenta na Tabela 10.

Tabela 10 – Valores da taxa de retorno para cada uma das amostras em estudo

Amostra	Professores	10º Ano	11º Ano
Inquéritos Enviados	260	1992	1845
Inquéritos Recebidos	129	781	545
Taxa de Retorno	49,6 %	39,2 %	29,5 %

Pela análise da Tabela 10 pode verificar-se que as taxas de retorno apresentam valores considerados normais para o tipo de técnica utilizada (Carmo & Ferreira, 1998). Estes valores podem ser justificados por um conjunto de razões que se prendem com o facto de o ano lectivo de 2008/2009 ter sido particularmente conturbado devido às alterações ocorridas no Estatuto da Carreira Docente, nomeadamente a entrada em vigor do novo modelo de avaliação dos professores, a divisão da carreira, a contestação e indignação que se instalou na classe dos professores. Na verdade, muitas escolas recusaram a implementação dos inquéritos alegando, entre outras razões, “excesso de trabalho dos docentes”, “excesso de inquéritos que já estavam a ser aplicados na escola” ou “falta de interesse”.

O processo de envio e recepção dos questionários para as Escolas começou em Janeiro de 2009 e em Julho ainda não estava concluído. Este período tão longo atrasou, inevitavelmente, o desenvolvimento do presente trabalho que dependia, em grande parte, do tratamento dos dados recolhidos.

4.4 Categorização das questões incluídas nos inquéritos

As questões incluídas nos inquéritos destinavam-se a recolher informação sobre os dois aspectos centrais já explicitadas no Capítulo 1 e que estão relacionados com os grandes objectivos do estudo efectuado. Essas questões foram agrupadas de modo a obter informação sobre a caracterização das escolas e do trabalho experimental realizado.

A necessidade de obter uma caracterização suficientemente detalhada das escolas está relacionada, fundamentalmente, com o facto de o tipo de trabalho experimental

desenvolvido estar muito dependente das condições materiais existentes, tais como Laboratórios ou outros espaços adequados, equipamentos e reagentes.

4.4.1 Categorização das questões dos inquéritos destinados aos alunos que frequentam o 10º e 11º ano

As questões incluídas nos inquéritos destinados aos alunos foram organizadas em cinco categorias:

- Competências adquiridas em anos anteriores.
- Caracterização da Escola, no que respeita às instalações necessárias às aulas práticas de Química.
- Caracterização das aulas práticas de Química.
- Caracterização do trabalho pós-laboratorial.
- Importância da experimentação no ensino da Química.

A Tabela 11 mostra o modo como as questões foram agrupadas nas diversas categorias.

Tabela 11 – Categorização das questões dos inquéritos do 10º e 11º ano

Categorias	Questões	
	10º Ano	11º Ano
Competências adquiridas em anos anteriores	1, 2, 3, 4 e 5	1, 2 e 3
Caracterização da Escola	6, 7, 8, 9 e 10	4, 5, 6, 7 e 8
Caracterização das aulas práticas	11, 12 e 14	9,10 e 12
Caracterização do trabalho pós-laboratorial	13	11
Importância da experimentação	15 e 16	13 e 14

Com o primeiro conjunto de questões incluídas no inquérito destinado a alunos do 10º ano, pretendia averiguar-se qual o tipo de escola que estes tinham frequentado durante o 3º ciclo do Ensino Básico. As Escolas EB2/3 apresentam, normalmente, maiores deficiências em termos de equipamento, o que torna mais difícil a realização de aulas práticas. Embora o investimento nesse tipo de metodologia dependa, também, da disponibilidade do professor para a realização de pequenas demonstrações, elas tornam-se menos frequentes se as escolas não estiverem apetrechadas com um mínimo de recursos. Este tipo de trabalho no 3º Ciclo é muito importante porque quebra alguma monotonia que se possa instalar em aulas meramente teóricas, tornando-as mais interessantes, despertando o interesse dos alunos ao ver a teoria “acontecer”, motivando-os para trabalhos de pesquisa e para o “querer saber mais”. No caso do inquérito destinado aos alunos do 11º ano, o primeiro conjunto de questões visava verificar quais as competências adquiridas no 10º ano, relativamente à realização de trabalho experimental.

Com o segundo grupo de questões pretendia efectuar-se a caracterização das escolas, no que respeita à existência de um espaço adequado, à disponibilidade deste para a realização das aulas e à existência de material.

O terceiro grupo de questões pretendia recolher dados que permitissem identificar qual o tipo de trabalho realizado (TP, TL ou TE).

Através do quarto grupo de questões procurou recolher-se informação sobre a realização de trabalho pós-laboratorial e sobre o modo como é efectuado.

Finalmente, com o quinto conjunto de questões pretendeu auscultar-se a opinião dos alunos sobre a importância da experimentação em Química no que se refere às aprendizagens que esta pode propiciar. Pretendeu-se, ainda, recolher informação sobre a sua opinião relativamente à influência que esta desempenha na motivação para o estudo da Química.

4.4.2 Categorização das questões do inquérito destinado aos professores

As questões incluídas no inquérito destinado aos professores, por seu lado, foram organizadas em quatro categorias:

- Caracterização da Escola, no que respeita às instalações necessárias às aulas práticas de Química.
- Caracterização das aulas práticas de Química.
- Caracterização do trabalho pós-laboratorial.
- Importância da experimentação no ensino da Química.

A Tabela 12 mostra o modo como as questões foram agrupadas nas diferentes categorias.

Tabela 12 – Categorização das questões do inquérito destinado aos professores

Categorias	Questões
Caracterização da Escola	1, 2, 3, 4 e 5
Caracterização das aulas práticas	6, 7 e 9
Caracterização do trabalho pós-laboratorial	8
Importância da experimentação	10, 11, 12, 13, 14, 15 e 16

Através do primeiro conjunto de questões pretendeu obter-se dados que permitissem fazer a caracterização da escola, relativamente à existência de Laboratório e da sua funcionalidade e disponibilidade e à existência dos recursos necessários à realização das actividades propostas nos programas de FQ A, bloco 1 e bloco 2. Pretendeu, ainda, averiguar-se se os tempos lectivos, previstos no horário dos docentes para a realização deste tipo de aulas, são sempre no local apropriado para este tipo de actividades.

Com o segundo conjunto de questões pretendia recolher-se dados que permitissem verificar qual o tipo de trabalho realizado (TP, TL ou TE).

No terceiro grupo de questões procurou recolher-se informação sobre a realização de trabalho pós-laboratorial e sobre o modo como é efectuado.

Através do quarto grupo de questões pretendeu auscultar-se a opinião dos professores quanto à importância atribuída à experimentação no ensino da Química, à influência que esta pode ter nos resultados obtidos pelos alunos e na sua motivação para o estudo da Química.

Os questionários foram concebidos tendo em vista a obtenção de dados que permitissem a aplicação de técnicas de *Data Mining*. Assim, houve a preocupação de agrupar as questões de modo que a ênfase da análise dos resultados fosse posta nas categorias e não nas questões individualmente.

4.5 Descrição das técnicas utilizadas no tratamento de dados

A crescente importância que se atribui à Descoberta de Conhecimento em Bases de Dados (DCBD), com recurso a técnicas de *Data Mining* tem, como foi referido anteriormente, dado origem ao desenvolvimento de inúmeras aplicações de *software* que procuram dar resposta aos problemas e desafios que se têm levantado, sendo conhecidas mais de cento e cinquenta ferramentas diferentes (Cruz, 2007).

No presente trabalho procurou-se utilizar uma ferramenta que permitisse, por um lado, fazer a segmentação dos dados e, por outro, possibilitasse gerar modelos explicativos da segmentação. A escolha recaiu na ferramenta *WEKA* (*Waikato Environment for Knowledge Analysis*).

A ferramenta *WEKA* permite desenvolver o processo de DCBD, uma vez que disponibiliza diversas formas de preparação de dados, contempla uma série de algoritmos de *Data Mining* e possibilita a utilização de diversos métodos, tendo em vista a validação dos resultados. A ferramenta foi desenvolvida pela Universidade de Wakato (Nova Zelândia), faz uso das facilidades disponibilizadas pela programação orientada ao objecto encontrando-se escrito em linguagem Java (Hall et al., 2009).

O *software WEKA* possui interfaces gráficas amigáveis permitindo ao utilizador escolher, logo no menu inicial, uma de quatro possíveis interfaces possibilitando, deste modo, a sua utilização por utilizadores menos familiarizados com a ferramenta. No que concerne aos dados, estes têm que estar num formato próprio do *WEKA* (extensão *.arff*),

o que pode ser conseguido facilmente utilizando um conversor, disponibilizado pelo *software*, aplicável para ficheiros do tipo “separados por vírgulas” (extensão *.csv*) ou do tipo “separado por tab” (extensão *.tsv*).

A ferramenta *WEKA* disponibiliza diversos algoritmos de *Data Mining*, entre os quais se salientam as Árvores de Decisão. Relativamente à validação dos resultados permite a utilização de validação com divisão da amostra e da validação cruzada. Além do exposto, permite que o utilizador defina o número de repetições tendo em vista assegurar a significância estatística dos resultados.

Neste trabalho, o algoritmo utilizado para gerar Árvores de Decisão foi o algoritmo C4.5 que, nesta ferramenta, é designado por J48. Cada simulação foi repetida vinte vezes tendo sido utilizado a validação com divisão da amostra. Em cada repetição os dados foram divididos aleatoriamente em dados de treino (67%) e em dados de teste (os restantes 33%). Em todos os casos optou-se por utilizar os parâmetros de configuração dos algoritmos sugeridos pelo *software*. Na Tabela 13 apresentam-se os valores dos parâmetros utilizados na indução de Árvores de Decisão. Relativamente aos modelos de segmentação, foi utilizada a estratégia *k-means*, sendo apenas necessário fornecer ao programa o número de segmentos a formar.

Tabela 13 – Valores assumidos por defeito pelo algoritmo de indução de árvores de decisão.

Parâmetro	Descrição	Valor por Defeito
<i>Binary Splits</i>	Divisão binária em atributos nominais.	<i>False</i>
<i>Confidence Factor</i>	Factor de confiança utilizado na poda.	0,25
<i>Debug</i>	Apresentação de informação adicional.	<i>False</i>
<i>Min Num Obj</i>	Número mínimo de instâncias por folha.	2
<i>Num Folds</i>	Define os dados utilizados para a poda.	3
<i>Seed</i>	Semente para gerar aleatoriamente os índices quando se usa a opção <i>reduced error pruning</i> .	1
<i>Unpruned</i>	Impede a poda.	<i>False</i>

CAPÍTULO 5 – APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS E MODELOS

Neste capítulo far-se-á a apresentação, análise e interpretação dos resultados recolhidos ao longo desta investigação. Essa análise será feita a dois níveis, intimamente relacionados com os grandes objectivos que nortearam todo o trabalho que aqui se apresenta. Por um lado, será feita a caracterização do tipo de trabalho experimental em Química que é feito nas Escolas Secundárias, a partir das respostas de professores e alunos, quer do ponto de vista dos recursos físicos, quer do ponto de vista da metodologia utilizada para a sua realização. Por outro lado, será feita a análise da importância que é atribuída ao trabalho experimental em Química nas várias vertentes do contexto Educativo.

5.1 Caracterização do trabalho experimental realizado no ensino secundário

Como foi referido anteriormente, começa-se por apresentar os resultados que servirão de base à caracterização do tipo de trabalho experimental em Química que é feito nas Escolas Secundárias. Os gráficos da Figura 4 mostram as frequências de resposta às questões que permitem caracterizar esse trabalho experimental do ponto de vista dos recursos físicos e materiais. A sua análise permite verificar que praticamente todas as escolas incluídas neste estudo possuem laboratório de Química, onde são realizadas a maior parte das aulas experimentais. No que diz respeito ao material, a grande maioria das escolas está equipada com os recursos necessários, permitindo a realização da maioria das aulas experimentais.

Esta realidade traduz, de alguma forma, a importância das actividades experimentais, que tendencialmente tem vindo a ser reconhecida por parte das entidades governamentais, enquanto recurso para o Ensino das Ciências em geral e, em particular, da Química.

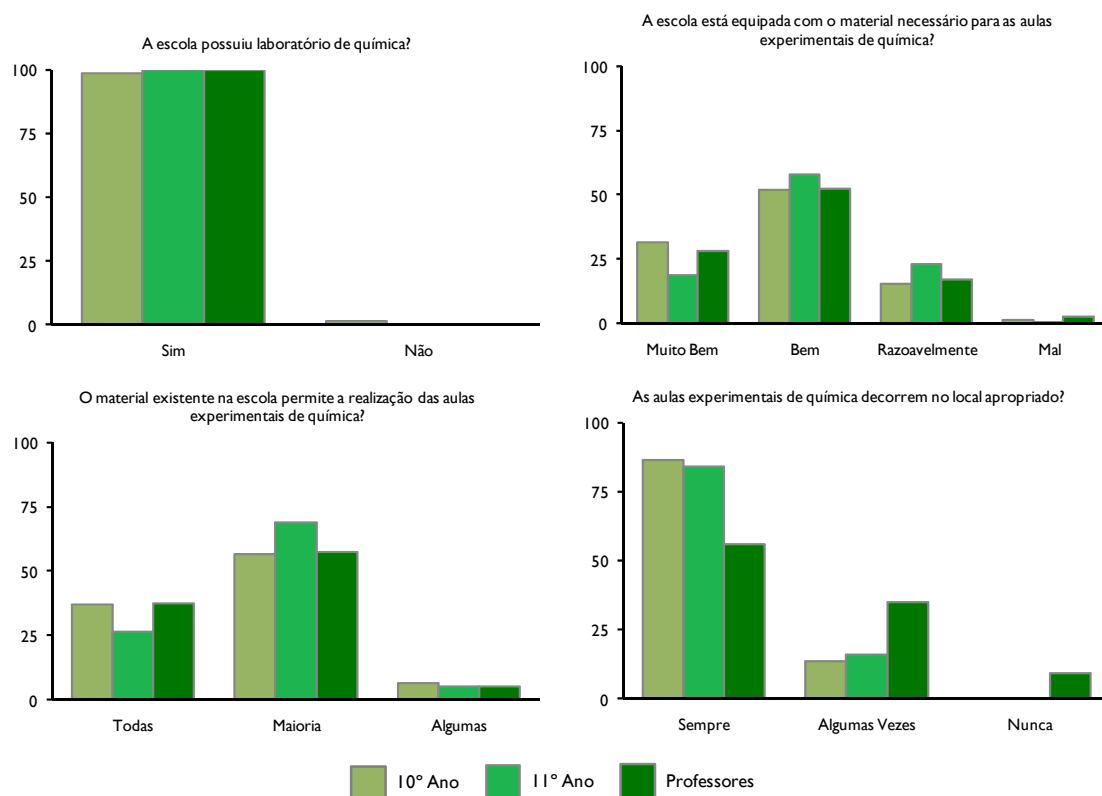


Figura 4 – Frequências de respostas, expressas em percentagem, relativas aos recursos físicos e materiais existentes nas escolas, para as três populações estudadas

Embora estas condições não possam ser generalizadas à totalidade das Escolas Secundárias do País, elas são evidentes nas escolas que integram a amostra em estudo e reflectem a preocupação que tem havido, nos últimos anos, no que se refere ao seu apetrechamento.

No que se refere à metodologia utilizada na realização das aulas experimentais verifica-se, pela análise dos gráficos apresentados na Figura 5, que a grande maioria dos trabalhos são realizados ou pelos alunos ou umas vezes pelos professores outras pelos alunos. É interessante realçar que apenas cerca de metade das respostas apontam exclusivamente para o trabalho autónomo dos alunos na realização das actividades experimentais. Verifica-se ainda que a organização dessas aulas se baseia fundamentalmente no trabalho de grupo e no uso de protocolos experimentais. Quanto ao trabalho pós-laboratorial ele é sobretudo realizado através da elaboração de relatórios.

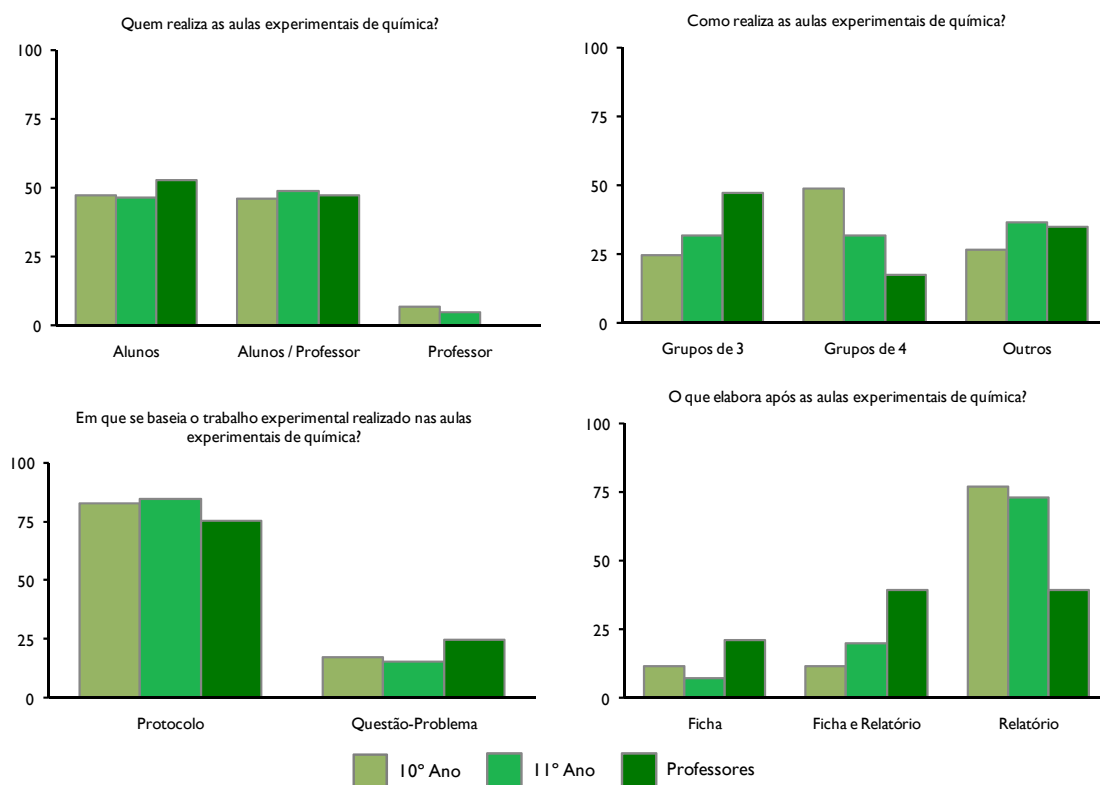


Figura 5 – Frequências de respostas, expressas em percentagem, relativas à metodologia utilizada nas aulas experimentais de Química, para as três populações estudadas

Este tipo de estratégia reflecte, de alguma forma, a necessidade de rentabilizar o tempo, sempre mais difícil de conseguir quando se aposta no trabalho individual do aluno e em questões-problema como ponto de partida para introduzir as actividades experimentais. Na verdade, apesar das enormes potencialidades desta metodologia ela acaba por ser pouco utilizada, pois requer uma organização da aula mais difícil de gerir, quer em termos de tempo, quer de recursos materiais necessários. Essas condicionantes levam muitos professores a optar por uma metodologia tradicional, baseada num protocolo que os alunos executam em grupo.

Um aspecto interessante a realçar dos resultados anteriormente apresentados é a concordância que, de um modo geral, se verifica entre as respostas dadas pelos professores e pelos alunos. Este facto é, de alguma forma, uma garantia de validade dos resultados já que, embora abrangendo populações diferentes, foram obtidos nas mesmas escolas.

5.2 Análise e discussão dos resultados obtidos na amostra de alunos do 10º ano

Sendo um dos objectivos deste trabalho verificar qual a importância que os alunos atribuem à experimentação, como estratégia para aumentar a motivação e tornar mais eficaz a aprendizagem da Química, foram incluídas no questionário questões destinadas a avaliar cada um desses aspectos, concretamente a questão XV que se refere à importância nas aprendizagens e a questão XVI que se refere à motivação. Tendo em vista procurar tendências, regularidades ou padrões nas respostas relativamente a cada uma das variáveis anteriormente referidas utilizaram-se técnicas de aprendizagem não supervisionada, tendo sido construídos modelos de segmentação utilizando a estratégia *k-means*. A abordagem seguida teve como base a análise de várias dimensões que podem influenciar as respostas às questões citadas. Nomeadamente, o percurso escolar anterior dos alunos (questões I a V), os recursos materiais existentes na escola (questões VIII a X) e a metodologia seguida nas aulas experimentais (questões XI a XIV).

Na abordagem *k-means*, como foi referido anteriormente, é necessário fornecer o parâmetro k , que corresponde ao número de segmentos a formar, tendo-se utilizado valores entre dois e quatro. Quando se utilizaram valores de k superiores, alguns segmentos eram constituídos por um número de casos muito reduzido, não permitindo a sua análise posterior. Por este motivo, optou-se por não os apresentar. Na Tabela 14 apresenta-se o número de casos para cada modelo ensaiado relativamente a cada uma das dimensões em análise.

Tendo em vista perceber como é que foram atribuídos os casos aos vários segmentos geraram-se modelos explicativos da segmentação, tendo-se optado por utilizar Árvores de Decisão (AD). Os motivos subjacentes a essa escolha prendem-se com o seu elevado poder expressivo e com a facilidade de interpretação e de utilização.

Tabela 14 – Número de objectos por segmento para os vários modelos estudados (10º ano)

Modelo		Dimensão em Análise		
		Percurso Escolar Anterior	Recursos Materiais	Metodologia Seguida
k = 2	Segmento 1	306	640	353
	Segmento 2	181	126	394
k = 3	Segmento 1	145	583	129
	Segmento 2	110	57	332
	Segmento 3	232	126	286
k = 4	Segmento 1	90	517	129
	Segmento 2	102	42	149
	Segmento 3	226	119	286
	Segmento 4	69	88	183

5.2.1 Influência do percurso escolar anterior dos alunos

A aplicação da estratégia *k-means* às respostas às questões relacionadas com o percurso escolar anterior dos alunos, com $k = 2$, originou dois segmentos com 306 e 181 registos. A AD explicativa deste modelo de segmentação encontra-se na Figura 6. A sua análise mostra que a constituição dos segmentos foi baseada no tipo de escola frequentada anteriormente (questão I). Os alunos que frequentaram uma E.B. 2,3 constituem o segmento 1, enquanto os alunos que deram outra resposta formam o segmento 2.

A acuidade do modelo, medida em termos de percentagem de acertos relativamente ao número de casos apresentados, é de 100 % quer para o conjunto de treino, quer para o conjunto de teste, Tabela 15.

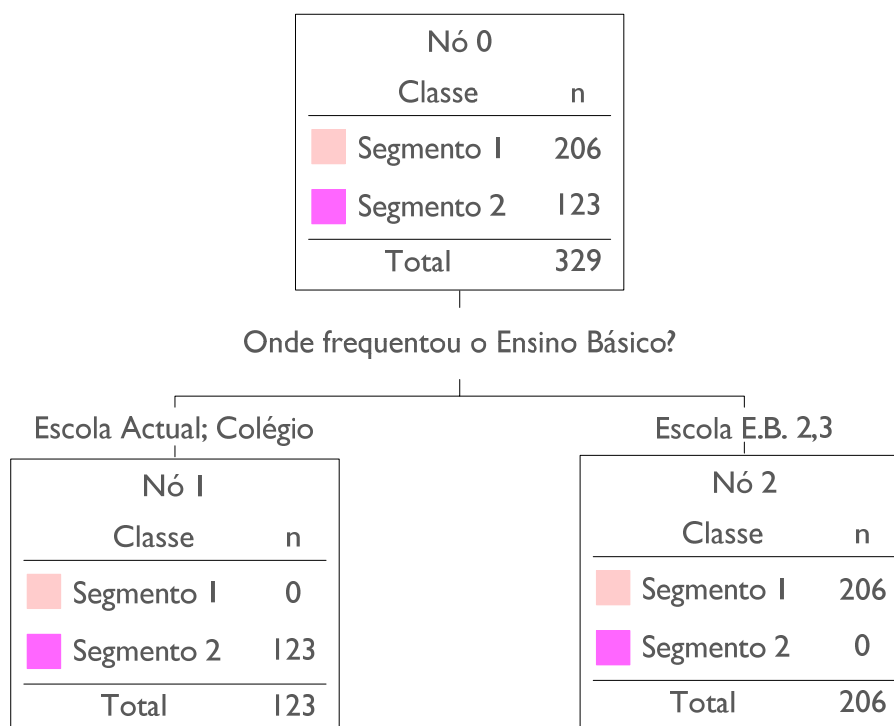


Figura 6 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 2$) com base no percurso escolar anterior dos alunos do 10º ano (questões I a V)

Tabela 15 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 6

	Matriz de Coincidências			
	Conjunto de Treino		Conjunto de Teste	
Segmento	1	2	1	2
1	206	0	100	0
2	0	123	0	58

Para avaliar o modo como o percurso escolar anterior influencia a importância atribuída pelos alunos à experimentação na aprendizagem da Química (questão XV) e se há diferenças nas respostas dadas pelos elementos que integram cada um dos segmentos, construiu-se o gráfico que se apresenta na Figura 7 onde se mostram as frequências relativas de co-ocorrência respeitantes às respostas dadas à questão XV e os segmentos formados.

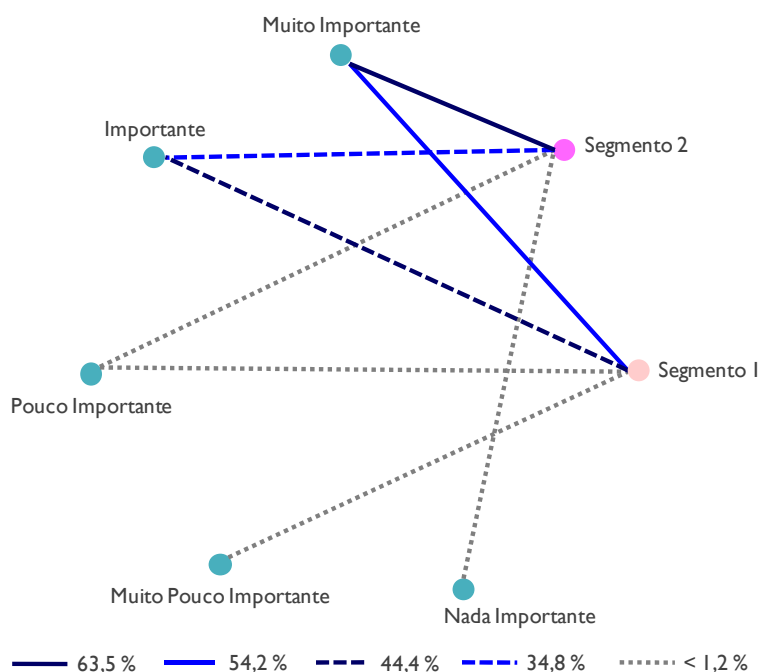


Figura 7 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XV, relacionada com a importância atribuída à experimentação na aprendizagem da Química

A análise do gráfico da Figura 7 mostra que, em ambos os segmentos, a maioria dos alunos considera a experimentação “Muito Importante” ou “Importante”. Relativamente às outras opções (“Pouco Importante”, “Muito Pouco Importante” e “Nada Importante”) verifica-se que as percentagens de respostas são pouco expressivas, inferiores a 1,2 %, em ambos os segmentos. Contudo, o segmento onde se verifica uma percentagem mais elevada de respostas “Muito Importante” é o segmento 2 que integra os alunos cujo percurso escolar anterior foi realizado em Escolas Secundárias ou Colégios. Este resultado pode estar relacionado com o facto de estas escolas estarem melhor equipadas, sendo o recurso à experimentação mais frequente do que nas escolas E.B. 2,3 o que se reflecte nas respostas dadas pelos alunos.

Do mesmo modo, para analisar se a realização de trabalho experimental no percurso escolar anterior condiciona a motivação dos alunos para a aprendizagem da Química (questão XVI) e se há diferenças nas respostas dadas pelos elementos que integram cada um dos segmentos, construiu-se o gráfico que se apresenta na Figura 8 onde se mostram as frequências relativas de co-ocorrência respeitantes às respostas dadas à questão XVI e os segmentos formados.

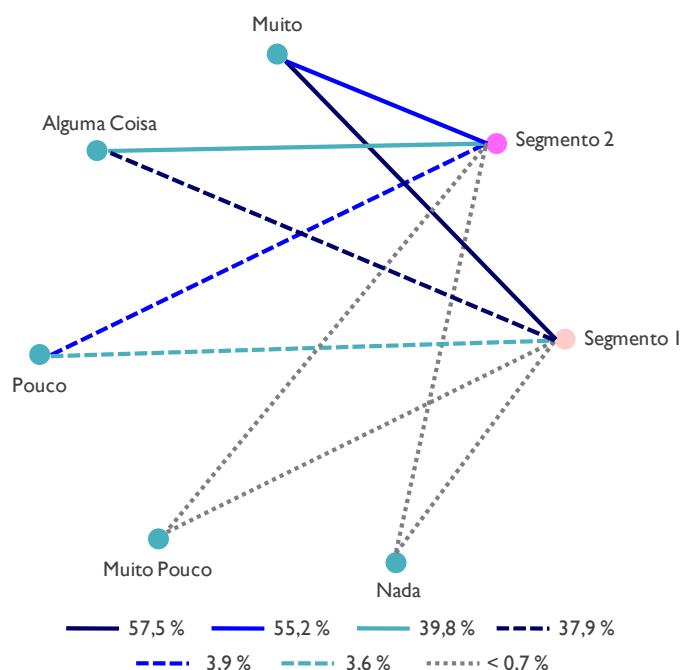


Figura 8 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XVI, relacionada com a motivação para a aprendizagem da Química

A análise do gráfico da Figura 8 mostra que, em ambos os segmentos, a maioria dos alunos considera que a sua motivação para a aprendizagem da Química aumenta “Muito” ou “Alguma Coisa” com o recurso a aulas experimentais de Química. Relativamente às outras opções destaca-se o facto de, em ambos os segmentos, cerca de 4 % dos inquiridos terem respondido que a sua motivação para a aprendizagem da Química aumenta “Pouco”.

Um aspecto interessante a realçar destes resultados é o facto de a percentagem de inquiridos cuja motivação aumenta “Muito”, “Alguma Coisa” ou “Pouco” ser muito semelhante, independentemente do segmento a que pertencem. Este resultado parece apontar para uma motivação idêntica dos alunos para o estudo da Química que não é determinada pelo percurso escolar anterior. Este aspecto será adiante discutido de forma mais aprofundada através da análise dos restantes resultados.

Ao tratar a mesma amostra, aplicando o mesmo tipo de estratégia e utilizando $k = 3$, obtiveram-se três segmentos com 145, 110 e 232 registos. A AD explicativa deste modelo de segmentação encontra-se na Figura 9.

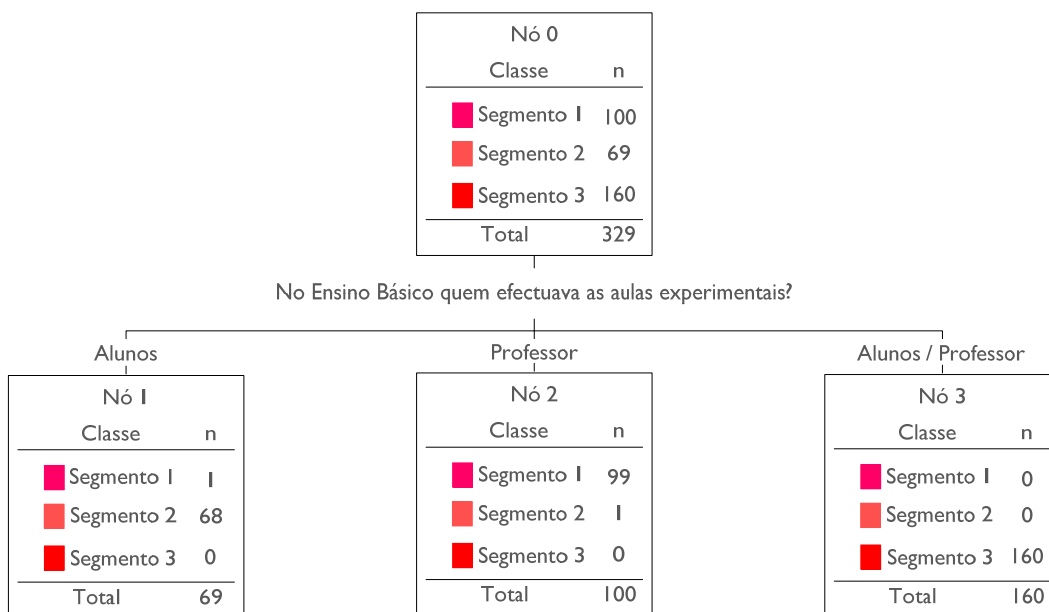


Figura 9 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 3$) com base no percurso escolar anterior dos alunos do 10º ano (questões I a V)

A análise da AD que explica a formação dos segmentos (Figura 9), mostra que o segmento 1 é constituído pelos alunos que à questão III respondem “Professor”. O segmento 2, por seu lado, integra os alunos que à questão referida anteriormente respondem “Aluno em grupo” e, finalmente, os alunos que respondem “umas vezes pelo professor, outras pelos alunos” formam o segmento 3.

A acuidade do modelo, medida em termos de percentagem de acertos relativamente ao número de casos apresentados, é de 99,4 % (327 casos classificados correctamente em 329) para o conjunto de treino e de 98,7 % (156 casos classificados correctamente em 158) para o conjunto de teste, Tabela 16.

Neste modelo de 3 segmentos pode-se verificar, pela análise do gráfico da Figura 10, que todos os alunos incluídos no segmento 3 respondem “Muito Importante” ou “Importante”. Nos segmentos 1 e 2, por seu lado, embora as respostas mais frequentes sejam as anteriormente referidas, há a destacar o facto de surgir uma pequena percentagem de respostas em que se revelam opiniões menos favoráveis sobre a importância da experimentação na aprendizagem da Química.

Tabela 16 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 9

	Matriz de Coincidências					
	Conjunto de Treino			Conjunto de Teste		
Segmento	1	2	3	1	2	3
1	99	1	0	44	0	1
2	1	68	0	1	40	0
3	0	0	160	0	0	72

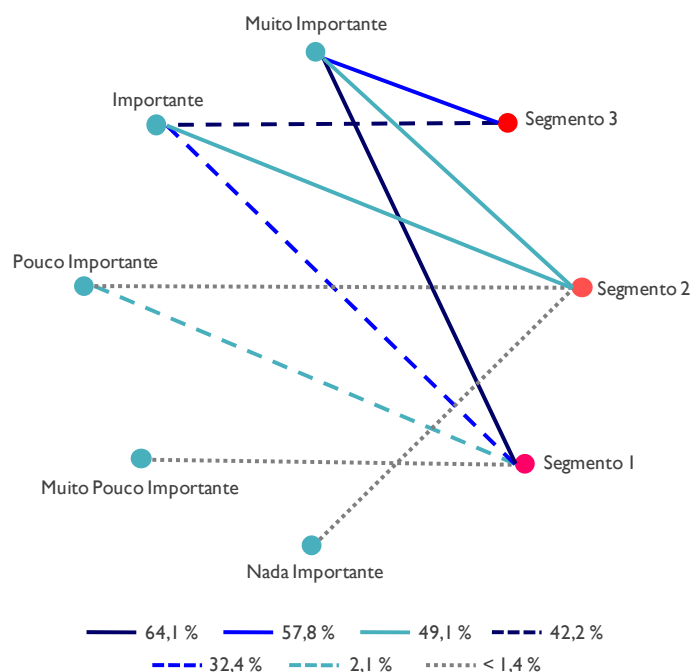


Figura 10 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XV, relacionada com a importância atribuída à experimentação na aprendizagem da Química

No que diz respeito ao aumento da motivação, a análise do gráfico da Figura 11 mostra que, em todos os segmentos, a maioria dos alunos considera que a sua motivação para a aprendizagem da Química aumenta “Muito” ou “Alguma Coisa” com o recurso a aulas experimentais. Relativamente às opções que revelam opiniões menos favoráveis destaca-se o facto de, em todos os segmentos, a percentagem de respostas ser inferior a 5 %.

Um aspecto interessante a realçar destes resultados é o facto de ser atribuída muita importância às aulas experimentais, no que respeita ao aumento da motivação, independentemente de estas serem realizadas pelos alunos ou pelo professor (Figura 9).

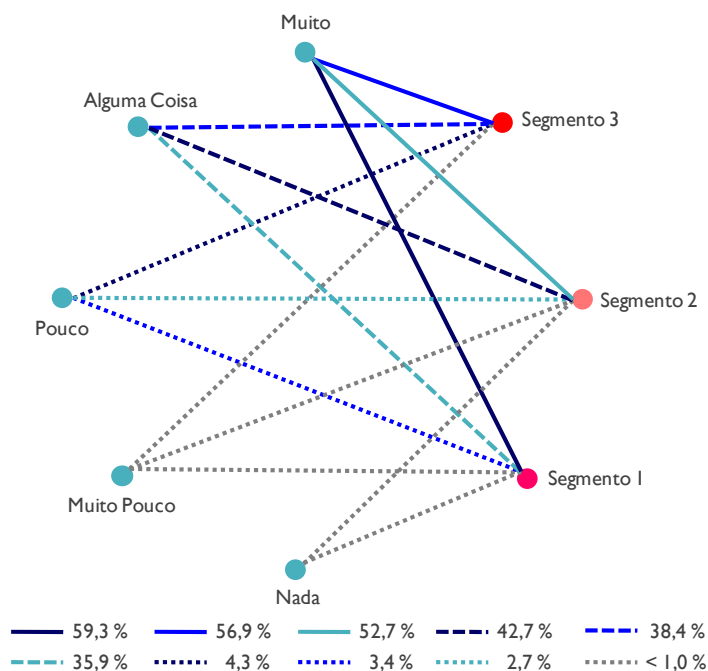


Figura 11 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XVI, relacionada com a motivação para a aprendizagem da Química

Ao tratar a mesma amostra, aplicando o mesmo tipo de estratégia e utilizando $k = 4$, obtiveram-se segmentos com 90, 102, 226 e 69 registos. Contudo, quando se compara este modelo com o anteriormente apresentado ($k = 3$), verifica-se que a introdução de mais um segmento não traz quaisquer benefícios quer em termos da análise interpretativa dos resultados, quer em termos do desempenho do modelo. Deste modo, optou-se por apresentar no anexo IV a AD, a matriz de coincidências e os gráficos referentes às frequências relativas de co-ocorrência respeitantes às respostas dadas às questões XV e XVI e os segmentos formados.

Os resultados apresentados neste ponto, referentes à amostra de alunos do 10º ano, quando analisados numa perspectiva global, parecem mostrar que a importância atribuída às aulas experimentais, no que se refere à aprendizagem da Química e à motivação para o seu estudo, não foi grandemente influenciada pelo percurso escolar anterior.

5.2.2 Influência dos recursos materiais existentes na escola

A aplicação da estratégia *k-means* às respostas às questões relacionadas com os recursos materiais existentes na escola, com $k = 2$, originou dois segmentos com 640 e 126 registos. A AD explicativa deste modelo de segmentação encontra-se na Figura 12. A sua análise mostra que a constituição dos segmentos foi baseada na existência do material necessário para as aulas experimentais de Química (questão VIII). Os alunos que consideram que a escola está “Muito Bem” ou “Bem” equipada constituem o segmento 1, enquanto os que deram as respostas “Razoavelmente” ou “Mal” formam o segmento 2.

A acuidade do modelo, medida em termos de percentagem de acertos relativamente ao número de casos apresentados, é de 99,8 % (520 casos classificados correctamente em 521) para o conjunto de treino e de 100 % para o conjunto de teste, Tabela 17.

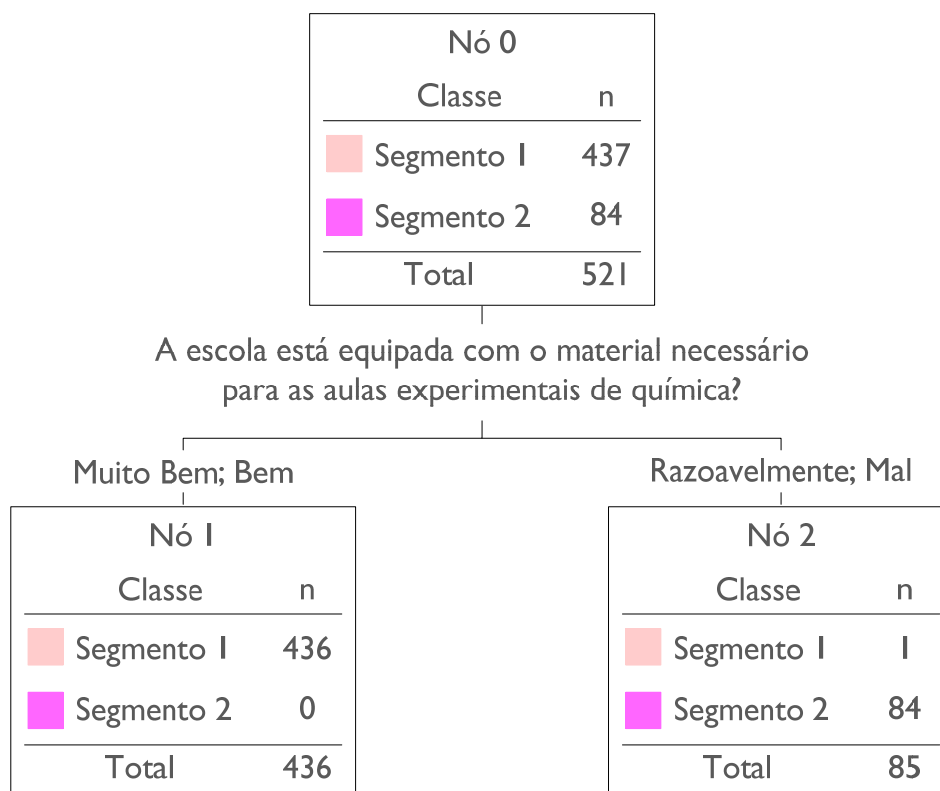


Figura 12 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 2$) com base nos recursos materiais existentes na escola (questões VIII a X)

Tabela 17 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 12

	Matriz de Coincidências			
	Conjunto de Treino		Conjunto de Teste	
Segmento	1	2	1	2
1	436	1	203	0
2	0	84	0	42

Para avaliar o modo como a existência de recursos materiais na escola influencia a importância atribuída pelos alunos à experimentação na aprendizagem da Química (questão XV) e se há diferenças nas respostas dadas pelos elementos que integram cada um dos segmentos, construiu-se o gráfico que se apresenta na Figura 13 onde se mostram as frequências relativas de co-ocorrência respeitantes às respostas dadas à questão XV e os segmentos formados.

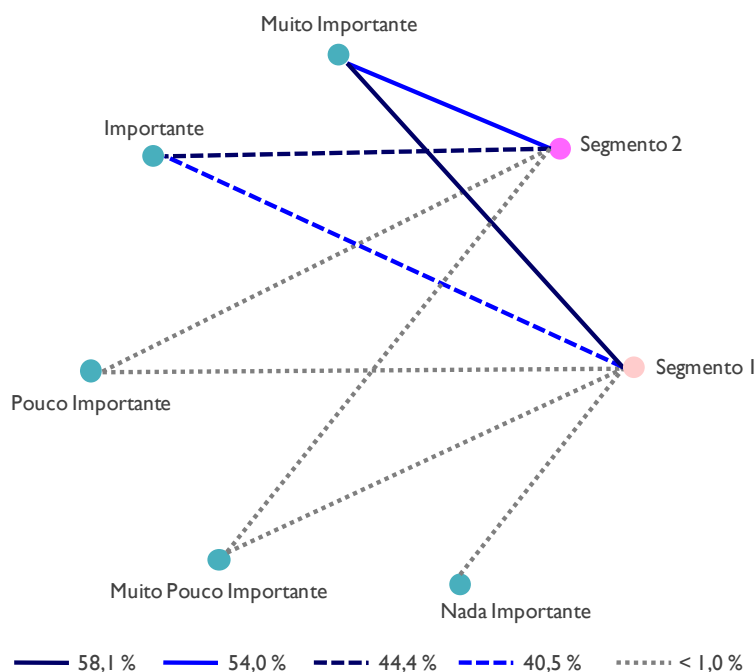


Figura 13 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XV, relacionada com a importância atribuída à experimentação na aprendizagem da Química

A análise do gráfico da Figura 13 mostra que, em ambos os segmentos, a maioria dos alunos considera a experimentação “Muito Importante” ou “Importante”. Relativamente às outras opções (“Pouco Importante”, “Muito Pouco Importante” e “Nada Importante”) verifica-se que as percentagens de respostas são pouco expressivas, inferiores a 1 %, em ambos os segmentos. Contudo, o segmento onde se verifica uma percentagem mais elevada de respostas “Muito Importante” é o segmento 1 que integra os alunos que a respondem que a escola está “Muito Bem” ou “Bem” equipada.

Do mesmo modo, para analisar se a existência de recursos materiais na escola condiciona a motivação dos alunos para a aprendizagem da Química (questão XVI) e se há diferenças nas respostas dadas pelos elementos que integram cada um dos segmentos, construiu-se o gráfico que se apresenta na Figura 14 onde se mostram as frequências relativas de co-ocorrência respeitantes às respostas dadas à questão XVI e os segmentos formados.

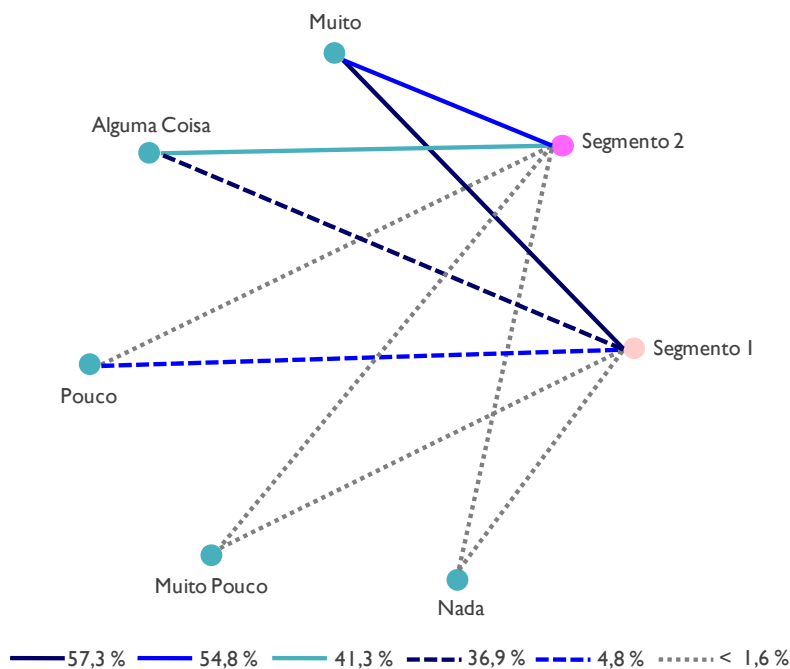


Figura 14 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XVI, relacionada com a motivação para a aprendizagem da Química

A análise do gráfico da Figura 14 mostra que, em ambos os segmentos, a maioria dos alunos considera que a sua motivação para a aprendizagem da Química aumenta “Muito” ou “Alguma Coisa” com o recurso a aulas experimentais. Relativamente às outras opções destaca-se o facto de, no caso do segmento 1, cerca de 5 % dos inquiridos terem respondido que a sua motivação para a aprendizagem da Química aumenta “Pouco”. Contudo, é também este o segmento que integra a maior percentagem de inquiridos que respondem “Muito”.

Ao tratar a mesma amostra, aplicando o mesmo tipo de estratégia e utilizando $k = 3$, obtiveram-se três segmentos com 583, 57 e 126 registos. A AD explicativa deste modelo de segmentação encontra-se na Figura 15.

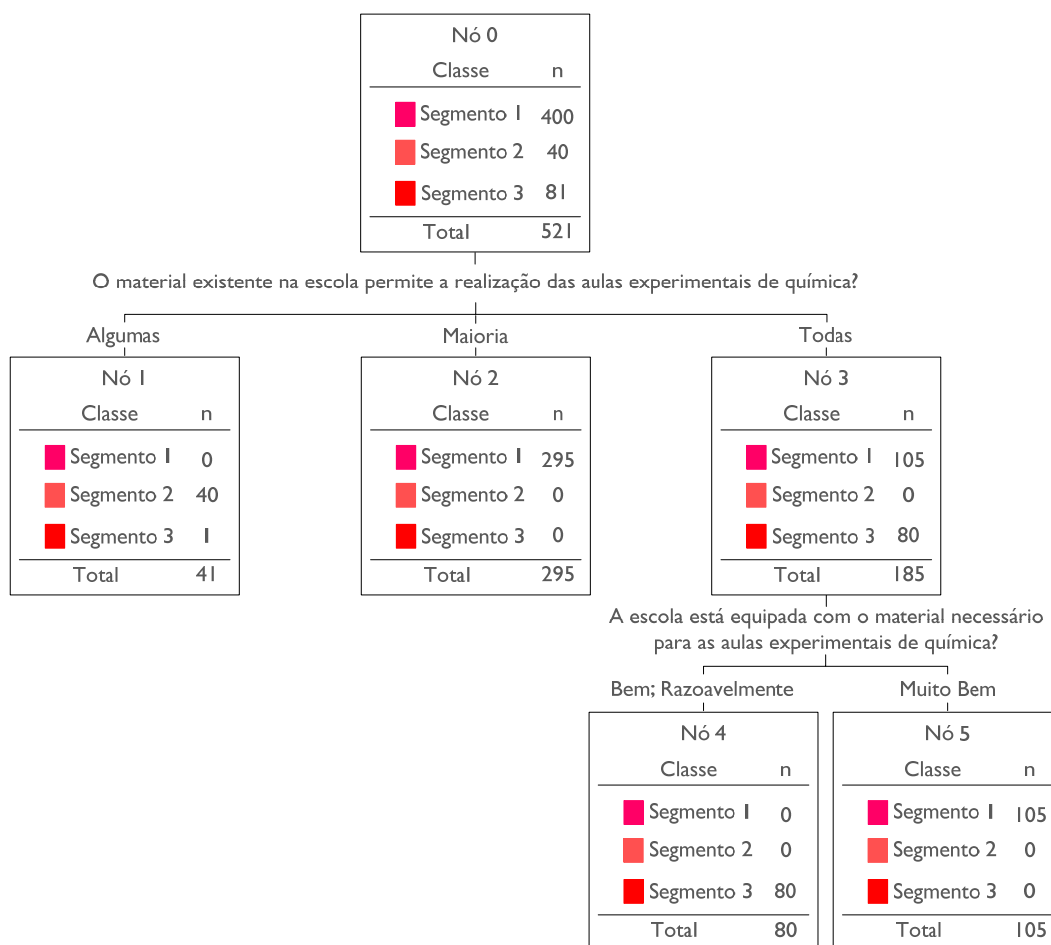


Figura 15 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 3$) com base nos recursos materiais existentes na escola (questões VIII a X)

A AD que explica a formação dos segmentos (Figura 15) começa por testar no nó raiz as respostas à questão IX. Deste modo, os inquiridos que respondem “Só de algumas” constituem o segmento 2, os inquiridos que respondem “Da maioria” constituem cerca de 67% do segmento 1 e, por fim, os inquiridos que respondem “De todas” estão integrados nos segmentos 1 e 3 sendo distinguidos pelo facto de à questão VIII terem respondido “Muito Bem” (segmento 1) ou “Bem” ou “Razoavelmente” (segmento 3).

A acuidade do modelo, medida em termos de percentagem de acertos relativamente ao número de casos apresentados, é de 99,8 % (520 casos classificados correctamente em 521) para o conjunto de treino e de 100 % para o conjunto de teste, Tabela 18.

Tabela 18 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 15

	Matriz de Coincidências					
	Conjunto de Treino			Conjunto de Teste		
Segmento	1	2	3	1	2	3
1	400	0	0	183	0	0
2	0	40	0	0	17	0
3	0	1	80	0	0	45

Para analisar o modo como a aprendizagem da Química é influenciada pelos recursos materiais existentes na escola, para a realização de aulas experimentais, construiu-se o gráfico apresentado na Figura 16 onde estão representadas as frequências relativas de co-ocorrência respeitantes às respostas dadas à questão XV e os segmentos formados.

A análise do gráfico da Figura 16 mostra que em todos os segmentos a resposta mais frequente é “Muito Importante”. Realça-se, ainda, o facto de todos os alunos incluídos no segmento 2 terem respondido “Muito Importante” ou “Importante”. Nos segmentos 1 e 3, por seu lado, embora as respostas mais frequentes sejam as anteriormente referidas, há a destacar o facto de surgir uma pequena percentagem de respostas em que se revelam opiniões menos favoráveis sobre a importância da experimentação na aprendizagem da Química.

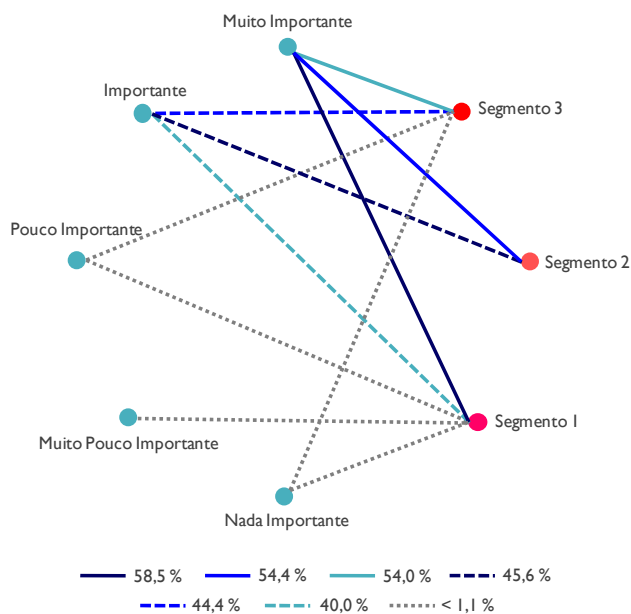


Figura 16 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XV, relacionada com a importância atribuída à experimentação na aprendizagem da Química

Para analisar o modo como os recursos materiais existentes na escola influenciam a motivação dos alunos para o estudo da Química construiu-se o gráfico apresentado na Figura 17 onde estão representadas as frequências relativas de co-ocorrência respeitantes às respostas dadas à questão XVI e os segmentos formados.

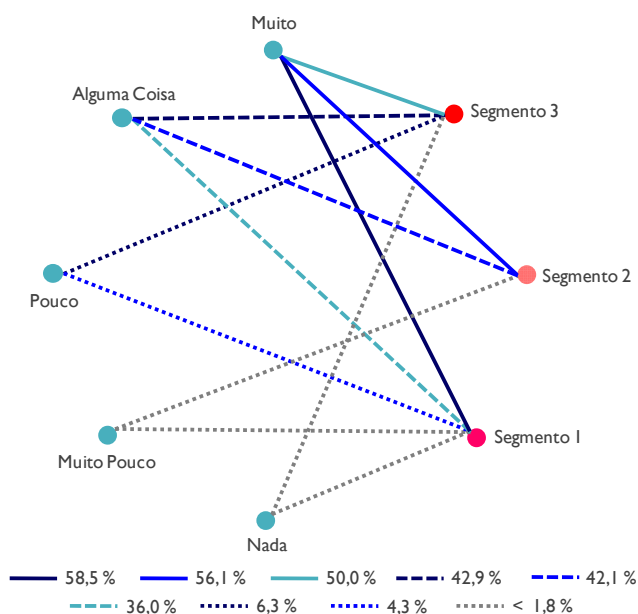


Figura 17 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XVI, relacionada com a motivação para a aprendizagem da Química

A análise do gráfico da Figura 17 mostra que, em todos os segmentos, a maioria dos alunos considera que a sua motivação para a aprendizagem da Química aumenta “Muito” ou “Alguma Coisa” com o recurso a aulas experimentais. Relativamente às opções de resposta que revelam opiniões menos positivas, embora existam em todos os segmentos, apresentam percentagens de ocorrência muito inferiores.

Ao tratar a mesma amostra, aplicando o mesmo tipo de estratégia e utilizando $k = 4$, obtiveram-se segmentos com 517, 42, 119 e 88 registos. Contudo, quando se compara este modelo com o anteriormente apresentado ($k = 3$), verifica-se que a introdução de mais um segmento não traz quaisquer benefícios quer em termos da análise interpretativa dos resultados, quer em termos do desempenho do modelo. Deste modo, tal como anteriormente, optou-se por apresentar no anexo IV a AD, a matriz de coincidências e os gráficos referentes às frequências relativas de co-ocorrência respeitantes às respostas dadas às questões XV e XVI e os segmentos formados.

Analisando de uma forma global os resultados apresentados neste ponto, pode verificar-se que, independentemente dos recursos materiais existentes na escola (questões VIII a X), a esmagadora maioria das respostas dadas pelos alunos valorizam bastante a experimentação como recurso para a aprendizagem da Química e consideram que esta metodologia tem um efeito motivador para o estudo desta disciplina.

5.2.3 Influência da metodologia seguida nas aulas experimentais

À semelhança do que foi feito nas duas dimensões anteriormente apresentadas, para fazer a análise do modo como a metodologia seguida nas aulas experimentais influencia a importância atribuída pelos alunos à experimentação na aprendizagem da química e no aumento da sua motivação, aplicou-se a estratégia *k-means* utilizando $k = 2, 3$ e 4 .

A partir da análise das ADs explicativas da formação dos segmentos para cada um dos referidos modelos verificou-se que aquele que possibilitava uma análise mais detalhada era o modelo de três segmentos. A principal diferença entre o modelo obtido para $k = 2$ e o obtido para $k = 3$ reside no facto de o primeiro utilizar apenas a questão XI (Quem realiza as aulas experimentais de química?), enquanto o segundo utiliza, também, a questão

XIV (Em que se baseia o trabalho experimental realizado nas aulas experimentais de química?). Na verdade, tendo em consideração os objectivos do presente estudo, a análise das respostas a esta última questão é muito relevante, tendo-se optado pela discussão do modelo de 3 segmentos. Relativamente ao modelo obtido utilizando $k = 4$, verificou-se que a introdução de mais um segmento aumentava a complexidade e não trazia quaisquer benefícios em termos da análise interpretativa dos resultados.

No que concerne ao desempenho dos modelos explicativos anteriormente referidos todos eles apresentam acuidades de 100 % para ambos os conjuntos (treino e teste).

À semelhança do que se fez anteriormente, optou-se por apresentar, no anexo IV, as ADs, as matrizes de coincidências e os gráficos referentes às frequências relativas de co-ocorrência referentes às respostas dadas às questões XV e XVI e os segmentos formados para os modelos obtidos com $k = 2$ e $k = 4$, discutindo-se apenas o obtido com $k = 3$.

A aplicação da estratégia *k-means* às respostas às questões relacionadas com a metodologia seguida nas aulas experimentais, com $k = 3$, originou três segmentos com 129, 332 e 286 registos. A AD explicativa deste modelo e a correspondente matriz de coincidências encontram-se, respectivamente, na Figura 18 e na Tabela 19.

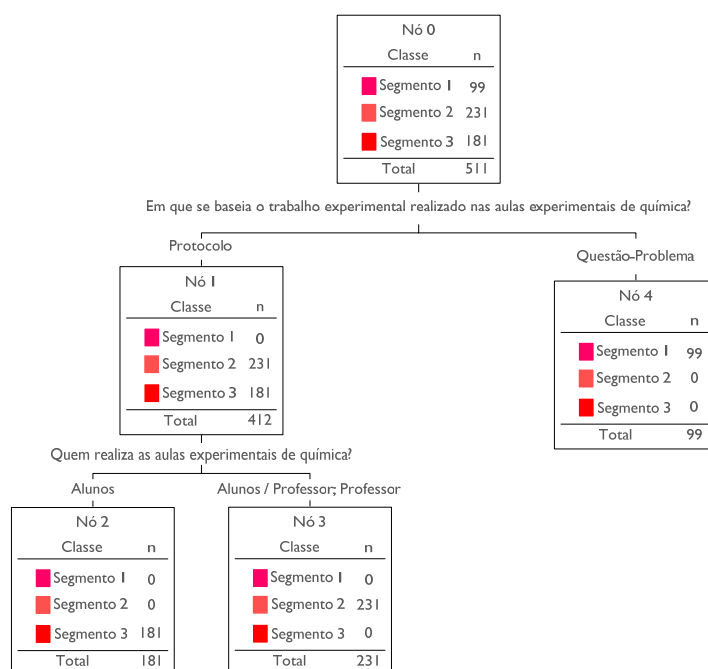


Figura 18 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 3$) com base na metodologia seguida nas aulas experimentais (questões XI a XIV)

Tabela 19 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 18

	Matriz de Coincidências					
	Conjunto de Treino			Conjunto de Teste		
Segmento	1	2	3	1	2	3
1	99	0	0	30	0	0
2	0	231	0	0	101	0
3	0	0	181	0	0	105

A análise da AD que explica a formação dos segmentos, Figura 18, permite caracterizar os três segmentos formados. O segmento 1 é constituído pelos alunos que realizam as aulas experimentais elaborando um protocolo a partir de uma questão-problema. Os segmentos 2 e 3 integram os alunos cujas aulas experimentais são realizadas a partir do protocolo proposto no manual, distinguindo-se pelo facto de ser sempre o aluno a realizar o trabalho experimental (segmento 3) ou de este ser realizado ora pelo professor ora pelo aluno (segmento 2).

Para avaliar o modo como a metodologia seguida nas aulas experimentais influencia a importância atribuída pelos alunos à experimentação na aprendizagem da Química (questão XV) e se há diferenças nas respostas dadas pelos elementos que integram cada um dos segmentos, construiu-se o gráfico que se apresenta na Figura 19 onde se mostram as frequências relativas de co-ocorrência respeitantes às respostas dadas à questão XV e os segmentos formados. A sua análise mostra que, em todos os segmentos, a maioria dos alunos considera a experimentação “Muito Importante” ou “Importante”. Relativamente às outras opções (“Pouco Importante”, “Muito Pouco Importante” e “Nada Importante”) verifica-se que as percentagens de respostas são pouco expressivas, inferiores a 1,3 %.

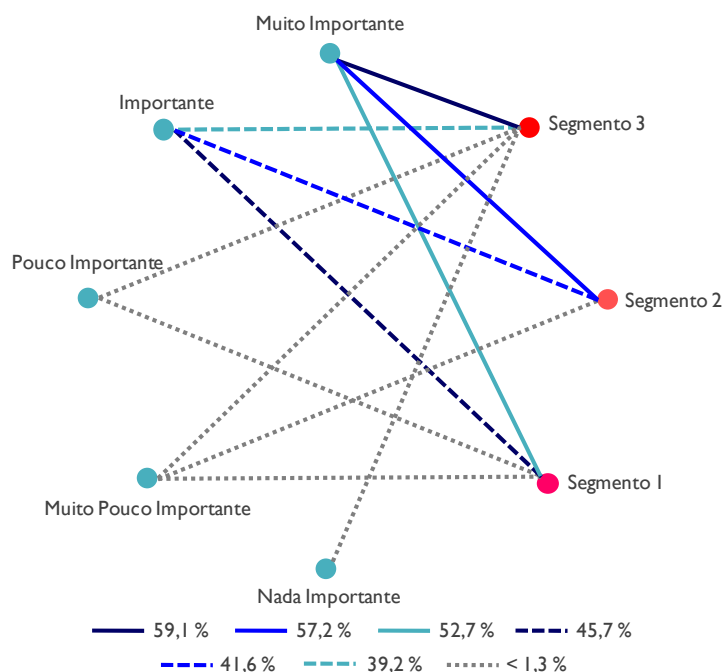


Figura 19 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XV, relacionada com a importância atribuída à experimentação na aprendizagem da Química

Do mesmo modo, para analisar se a metodologia seguida nas aulas experimentais condiciona a motivação dos alunos para a aprendizagem da Química (questão XVI) e se há diferenças nas respostas dadas pelos elementos que integram cada um dos segmentos, construiu-se o gráfico que se apresenta na Figura 20 onde se mostram as frequências relativas de co-ocorrência respeitantes às respostas dadas à questão XVI e os segmentos formados. A sua análise permite destacar alguns aspectos interessantes. Por exemplo, os alunos que, em maior percentagem, consideram que a sua motivação aumenta “Muito” com o recurso ao trabalho experimental, são aqueles que o realizam baseando-se no protocolo proposto no manual escolar. Uma percentagem expressiva (cerca de 8 %) dos alunos que realizam trabalho experimental baseando-se numa questão-problema, considera que a sua motivação aumenta pouco, o que não se verifica nos outros segmentos onde essa percentagem é desprezável.

Estes resultados parecem apontar, por um lado, para o gosto que os alunos manifestam na execução das aulas experimentais, mas, também, para alguma relutância em fazer um trabalho de natureza investigativa, necessário à realização de aulas abertas baseadas numa questão-problema.

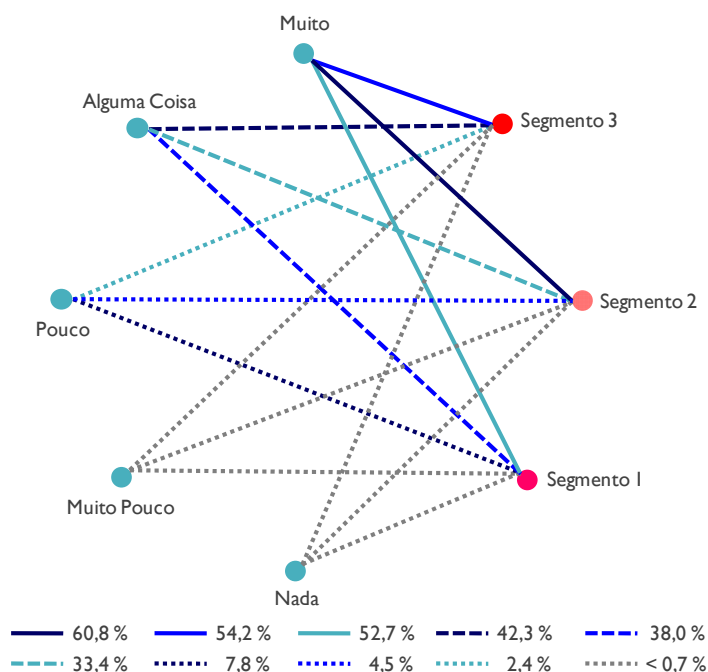


Figura 20 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XVI, relacionada com a motivação para a aprendizagem da Química

5.3 Análise e discussão dos resultados obtidos na amostra de alunos do 11º ano

Neste sub-capítulo, dedicado à análise dos resultados obtidos na amostra do 11º ano, pretende-se avaliar se a percepção que os alunos têm sobre a importância da experimentação, como estratégia para aumentar a motivação e tornar mais eficaz a aprendizagem da Química, sofre evolução ao longo do seu percurso escolar. Deste modo, foram incluídas no questionário as mesmas questões, destinadas a avaliar cada um dos referidos aspectos, concretamente a questão XIII que se refere à importância nas aprendizagens e a questão XIV relativa à motivação. A abordagem seguida, tal como anteriormente, teve como base a análise de várias dimensões que podem influenciar as respostas às questões citadas. Nomeadamente, o percurso escolar relativo ao 10º ano (questões I a III), os recursos materiais existentes na escola (questões VI a VIII) e a metodologia seguida nas aulas experimentais (questões IX a XII).

Para fazer a análise dos resultados obtidos utilizou-se a metodologia já descrita neste capítulo, para a amostra do 10º ano. Utilizaram-se, pelas razões explicitadas anteriormente, valores de k situados entre 2 e 4. Na Tabela 20 apresenta-se o número de casos para cada modelo ensaiado relativamente a cada uma das dimensões em análise.

Tabela 20 – Número de objectos por segmento para os vários modelos estudados (11º ano)

Modelo		Dimensão em Análise		
		Percurso Escolar Relativo ao 10º Ano	Recursos Materiais	Metodologia Seguida
k = 2	Segmento 1	396	427	228
	Segmento 2	115	79	264
k = 3	Segmento 1	384	374	228
	Segmento 2	107	75	240
	Segmento 3	20	57	24
k = 4	Segmento 1	359	304	90
	Segmento 2	103	75	173
	Segmento 3	20	54	24
	Segmento 4	29	73	205

5.3.1 Influência do percurso escolar relativo ao 10º ano

À semelhança do que foi feito anteriormente, para fazer a análise do modo como o percurso escolar relativo ao 10º ano influencia a importância atribuída pelos alunos à experimentação na aprendizagem da química e no aumento da sua motivação, aplicou-se a estratégia *k-means* utilizando $k = 2, 3$ e 4 .

A partir da análise das ADs explicativas da formação dos segmentos, para cada um dos referidos modelos, verificou-se que aquele que possibilitava uma análise mais detalhada era o modelo de três segmentos. A principal diferença entre o modelo obtido para $k = 2$

e o obtido para $k = 3$ reside no facto de o segundo agrupar, no segmento 3, os alunos que afirmam não atribuir qualquer importância às aulas experimentais realizadas no 10º ano. O facto do referido segmento apenas integrar 20 casos, num universo de 511 respostas, mostra claramente que a esmagadora maioria dos inquiridos tem a percepção que as aulas experimentais realizadas no 10º ano têm importância ao nível do 11º ano.

No que concerne ao desempenho dos modelos explicativos, anteriormente referidos, ambos apresentam acuidades de 100 % para o conjunto de treino e de 99,4% para o conjunto de teste. Relativamente ao modelo obtido utilizando $k = 4$, verificou-se que a introdução de mais um segmento aumentava a complexidade e não trazia quaisquer benefícios quer em termos da análise interpretativa dos resultados, quer em termos do desempenho do modelo.

À semelhança do que se fez anteriormente, optou-se por apresentar, no anexo V, as ADs, as matrizes de coincidências e os gráficos referentes às frequências relativas de co-ocorrência respeitantes às respostas dadas às questões XIII e XIV e os segmentos formados para os modelos obtidos com $k = 2$ e $k = 4$, discutindo-se apenas o modelo obtido com $k = 3$.

A aplicação da estratégia *k-means* às respostas às questões referentes ao percurso escolar relativo ao 10º ano, com $k = 3$, originou três segmentos com 384, 107 e 20 registos. A AD explicativa deste modelo e a correspondente matriz de coincidências encontram-se, respectivamente, na Figura 21 e na Tabela 21.

Para avaliar o modo como o percurso escolar relativo ao 10º ano influencia a importância atribuída pelos alunos à experimentação na aprendizagem da Química (questão XIII) e se há diferenças nas respostas dadas pelos elementos que integram cada um dos segmentos, construiu-se o gráfico que se apresenta na Figura 22, onde se mostram as frequências relativas de co-ocorrência respeitantes às respostas dadas à questão XIII e os segmentos formados.

A análise do gráfico apresentado na Figura 22 mostra que, em termos percentuais, os alunos que atribuem maior importância às aulas experimentais, como factor de aprendizagem em Química, integram o segmento 2. Este segmento é maioritariamente constituído por alunos que consideram que as aulas experimentais realizadas no 10º ano

são muito importantes para a realização do 11º ano (Figura 21). Um outro aspecto que se evidencia, desta vez pela negativa, é o facto de 25 % dos alunos incluídos no segmento 3 darem respostas negativas relativamente à importância da experimentação para a aprendizagem da Química. Note-se que este segmento é exclusivamente constituído por alunos que consideram que as aulas experimentais realizadas no 10º ano não têm qualquer importância para a realização do 11º ano (Figura 21).

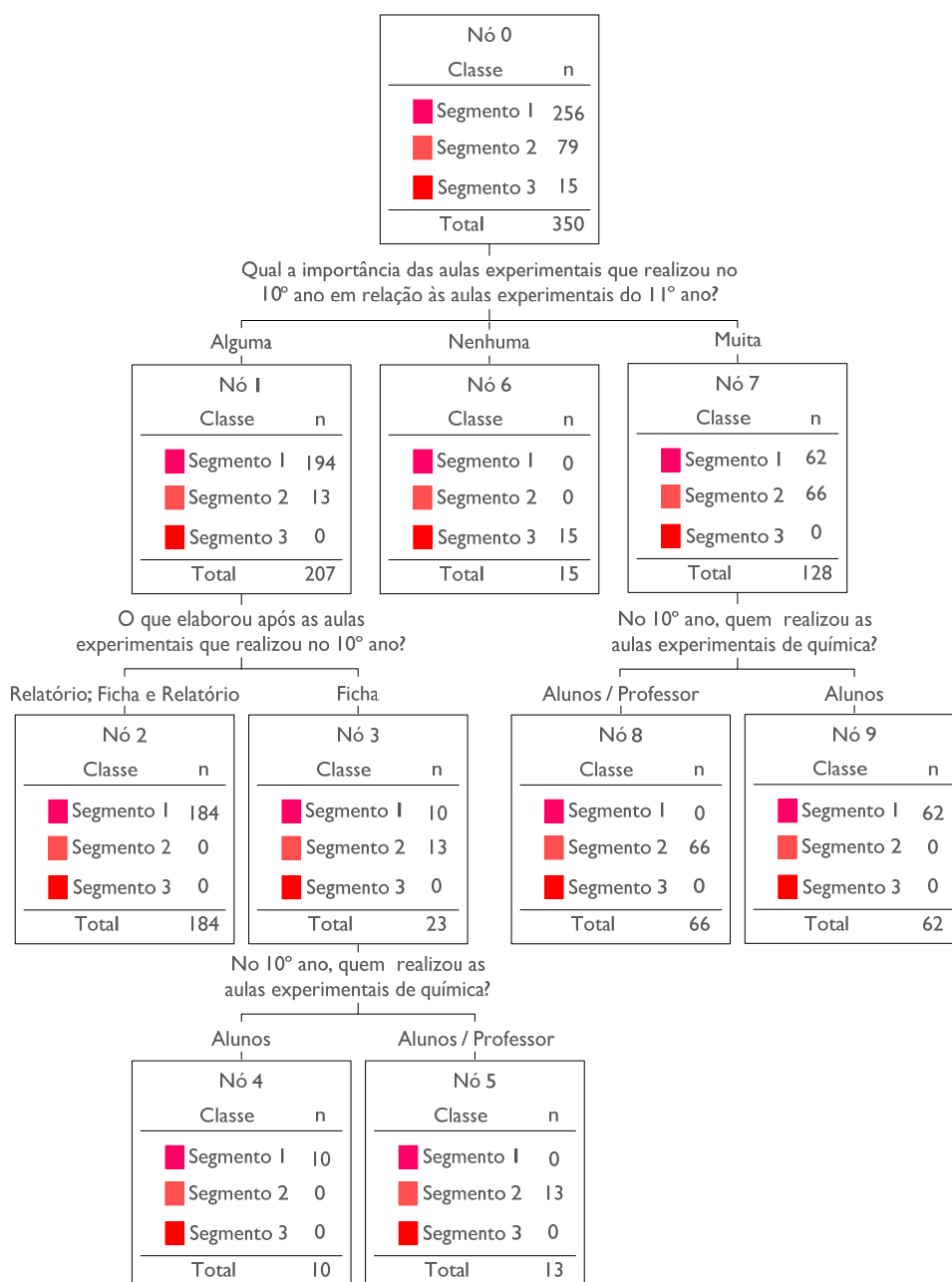


Figura 21 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 3$) com base no percurso escolar realizado pelos alunos no 10º ano (questões I a III)

Tabela 21 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 21

	Matriz de Coincidências					
	Conjunto de Treino			Conjunto de Teste		
Segmento	1	2	3	1	2	3
1	256	0	0	128	0	0
2	0	79	0	0	27	1
3	0	0	15	0	0	5

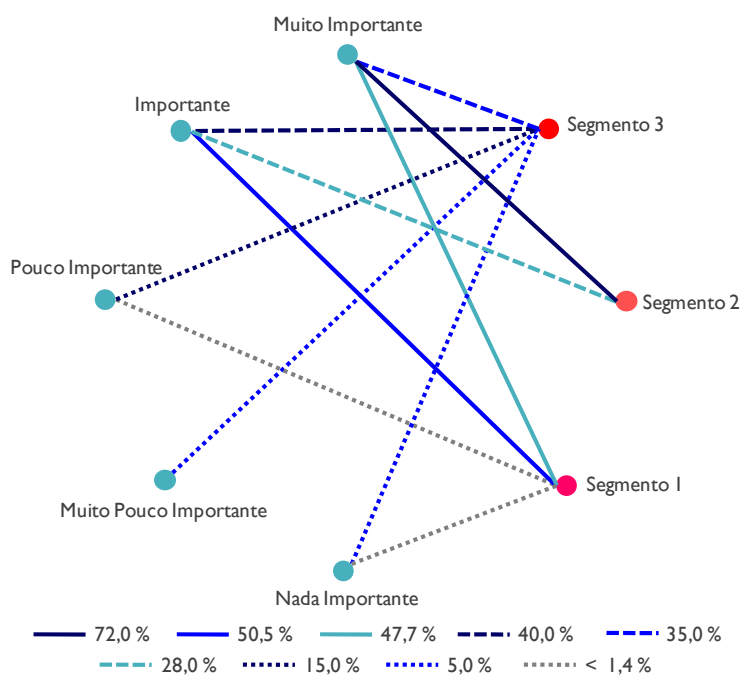


Figura 22 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XIII, relacionada com a importância atribuída à experimentação na aprendizagem da Química

Do mesmo modo, para analisar se o percurso escolar relativo ao 10º ano condiciona a motivação dos alunos para a aprendizagem da Química (questão XIV) e se há diferenças nas respostas dadas pelos elementos que integram cada um dos segmentos, construiu-se o gráfico que se apresenta na Figura 23 onde se mostram as frequências relativas de co-ocorrência respeitantes às respostas dadas à questão XIV e os segmentos formados.

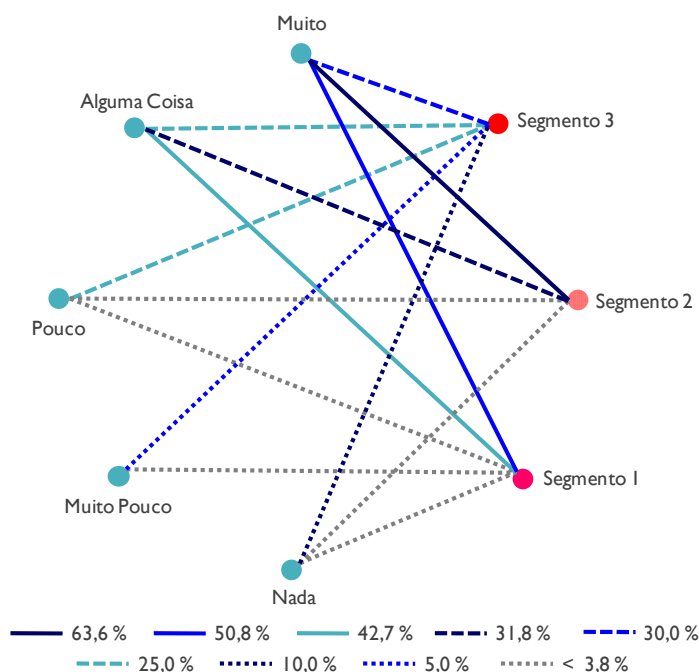


Figura 23 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XIV, relacionada com a motivação para a aprendizagem da Química

Os resultados apresentados no gráfico da Figura 23 corroboram os anteriores, i.e., os alunos que atribuem mais/menos importância à experimentação relativamente à motivação são, também, os que mais/menos a valorizam em termos de aprendizagem.

5.3.2 Influência dos recursos materiais existentes na escola

Para fazer a análise do modo como os recursos materiais existentes na escola influenciam a importância atribuída pelos alunos à experimentação na aprendizagem da química e no aumento da sua motivação, aplicou-se, tal como anteriormente, a estratégia *k-means* utilizando $k = 2, 3$ e 4 .

A partir da análise das ADs explicativas da formação dos segmentos, para cada um dos referidos modelos, verificou-se que o modelo de dois segmentos possibilitava uma análise detalhada. Os modelos obtidos utilizando $k = 3$ e $k = 4$ simplesmente aumentavam a complexidade não trazendo quaisquer benefícios, quer ao nível da análise interpretativa dos resultados, quer ao nível do desempenho dos modelos. Assim, tal como anteriormente, optou-se por apresentar, no anexo V, as ADs, as matrizes de

coincidências e os gráficos referentes às frequências relativas de co-ocorrência respeitantes às respostas dadas às questões XIII e XIV e os segmentos formados.

A aplicação da estratégia *k-means* às respostas às questões relacionadas com os recursos materiais existentes na escola, com $k = 2$, originou dois segmentos com 427 e 79 registos. A AD explicativa deste modelo encontra-se na Figura 24. A sua análise permite destacar um aspecto importante que se prende com o facto de o segmento 2, formado pelos alunos que afirmam que as aulas experimentais nem sempre são realizadas no local apropriado, integrar apenas 79 casos num universo de 506 respostas. Assim, é relevante sublinhar que, nas escolas incluídas no presente estudo, as aulas experimentais de Química decorrem, na maior parte dos casos, no local apropriado.

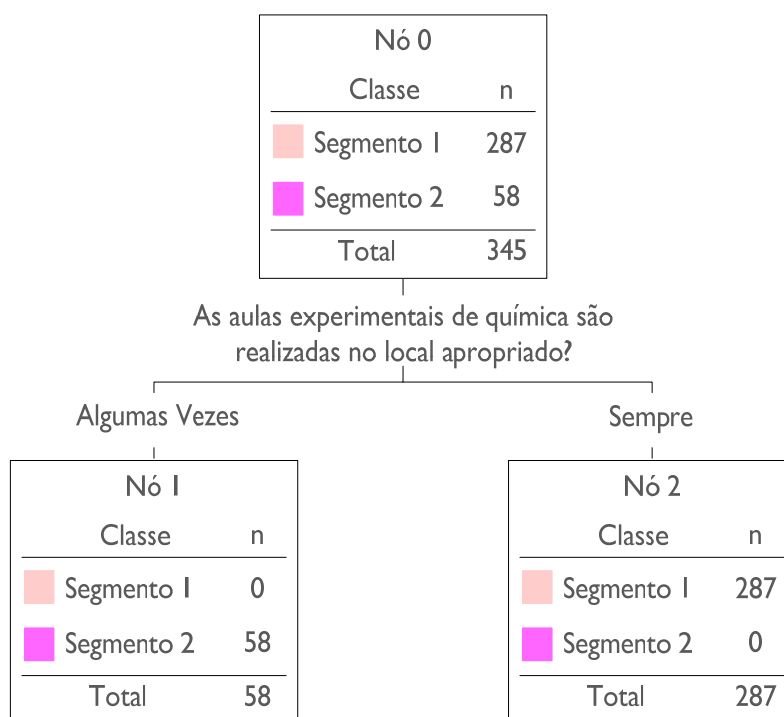


Figura 24 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 2$) com base nos recursos materiais existentes na escola (questões IV a VIII)

A acuidade do modelo, medida em termos de percentagem de acertos relativamente ao número de casos apresentados, é de 100 % para o conjunto de treino e de 99,4 % para o conjunto de teste (160 casos classificados correctamente em 161), Tabela 22.

Tabela 22 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 24

	Matriz de Coincidências			
	Conjunto de Treino		Conjunto de Teste	
Segmento	1	2	1	2
1	287	0	139	1
2	0	58	0	21

Para avaliar o modo como a existência de recursos materiais na escola influencia a importância atribuída pelos alunos à experimentação na aprendizagem da Química (questão XIII) e se há diferenças nas respostas dadas pelos elementos que integram cada um dos segmentos, construiu-se o gráfico que se apresenta na Figura 25 onde se mostram as frequências relativas de co-ocorrência respeitantes às respostas dadas à questão XIII e os segmentos formados. A sua análise mostra que, em ambos os segmentos, a esmagadora maioria dos alunos considera a experimentação “Muito Importante” ou “Importante”, enquanto estratégia proporcionadora de aprendizagens. Relativamente às opções negativas (“Pouco Importante”, “Muito Pouco Importante” e “Nada Importante”) verifica-se que as percentagens de respostas são pouco expressivas, inferiores a 2,6 %, em ambos os segmentos.

Do mesmo modo, para analisar se a existência de recursos materiais na escola condiciona a motivação dos alunos para a aprendizagem da Química (questão XIV) e se há diferenças nas respostas dadas pelos elementos que integram cada um dos segmentos, construiu-se o gráfico que se apresenta na Figura 26 onde se mostram as frequências relativas de co-ocorrência respeitantes às respostas dadas à questão XIV e os segmentos formados.

A análise do gráfico da Figura 26 mostra que é no segmento 1 que ocorre a maior percentagem de respostas mais positivas, o que parece indicar que a existência de recursos materiais e de locais apropriados para a realização das aulas experimentais, condiciona positivamente a motivação dos alunos para o estudo da Química.

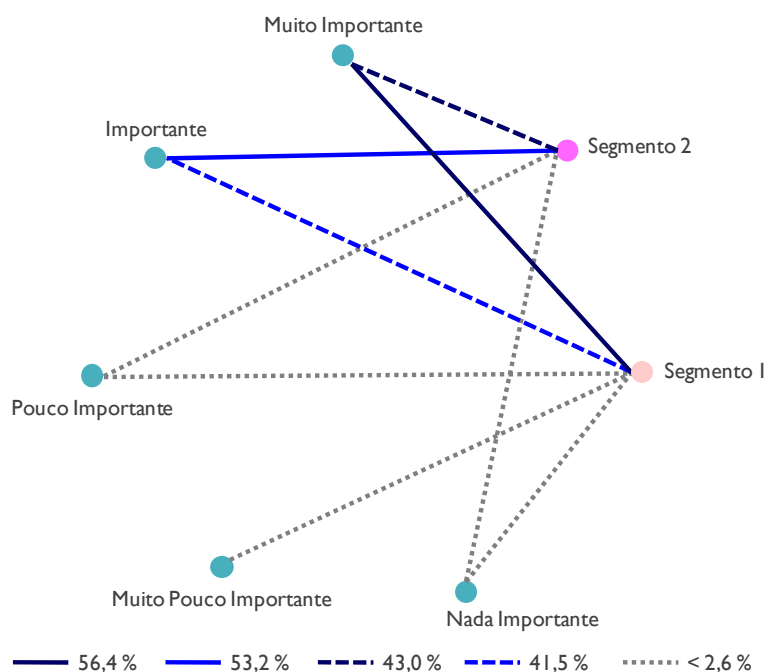


Figura 25 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XIII, relacionada com a importância atribuída à experimentação na aprendizagem da Química

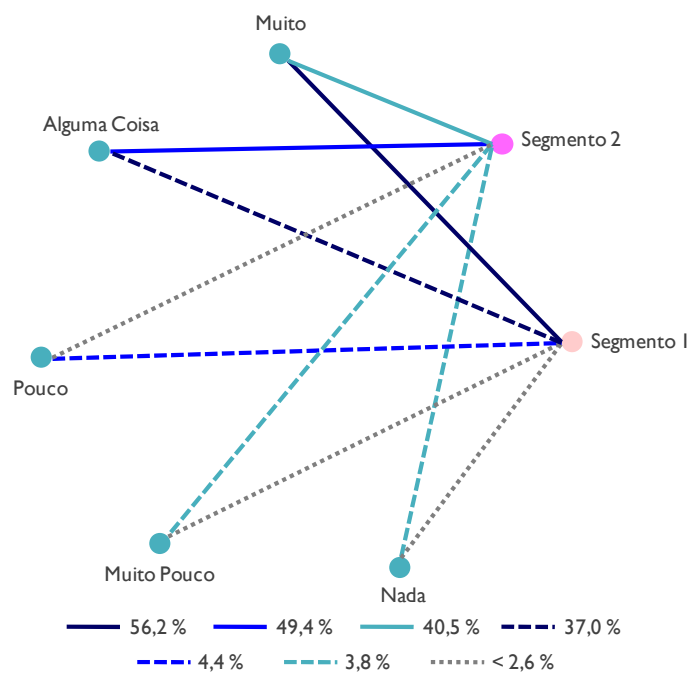


Figura 26 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XIV, relacionada com a motivação para a aprendizagem da Química

5.3.3 Influência da metodologia seguida nas aulas experimentais

À semelhança do que foi feito anteriormente, para fazer a análise do modo como a metodologia seguida nas aulas experimentais influencia a importância atribuída pelos alunos à experimentação, na aprendizagem da química e no aumento da sua motivação, aplicou-se a estratégia *k-means* utilizando $k = 2, 3$ e 4 .

A partir da análise das ADs explicativas da formação dos segmentos, para cada um dos referidos modelos, verificou-se que aquele que possibilitava uma análise mais detalhada era o modelo de três segmentos. A principal diferença entre o modelo obtido para $k = 2$ e o obtido para $k = 3$ reside no facto de o segundo agrupar, no segmento 3, os alunos que afirmam que as aulas experimentais de química são realizadas pelo professor. O facto do referido segmento apenas integrar 24 casos, num universo de 492 respostas, mostra claramente que, na amostra em estudo, a esmagadora maioria das aulas experimentais tem a participação directa dos alunos.

No que concerne ao desempenho dos modelos explicativos anteriormente referidos ambos apresentam acuidades de 100 % para ambos os conjuntos (treino e teste). Relativamente ao modelo obtido utilizando $k = 4$, verificou-se que a introdução de mais um segmento aumentava a complexidade e não trazia quaisquer benefícios quer em termos da análise interpretativa dos resultados, quer em termos do desempenho do modelo.

Tal como anteriormente, optou-se por apresentar no anexo V as ADs, as matrizes de coincidências e os gráficos referentes às frequências relativas de co-ocorrência respeitantes às respostas dadas às questões XIII e XIV e os segmentos formados para os modelos obtidos com $k = 2$ e $k = 4$, discutindo-se apenas o modelo obtido para $k = 3$.

A aplicação da estratégia *k-means* às respostas às questões relacionadas com a metodologia seguida nas aulas experimentais, com $k = 3$, originou três segmentos com 228, 240 e 24 registos. A AD explicativa deste modelo e a correspondente matriz de coincidências encontram-se, respectivamente, na Figura 27 e na Tabela 23.

Para avaliar o modo como a metodologia seguida nas aulas experimentais influencia a importância atribuída pelos alunos à experimentação na aprendizagem da Química

(questão XIII) e se há diferenças nas respostas dadas pelos elementos que integram cada um dos segmentos, construiu-se o gráfico que se apresenta na Figura 28 onde se mostram as frequências relativas de co-ocorrência respeitantes às respostas dadas à questão XIII e os segmentos formados.

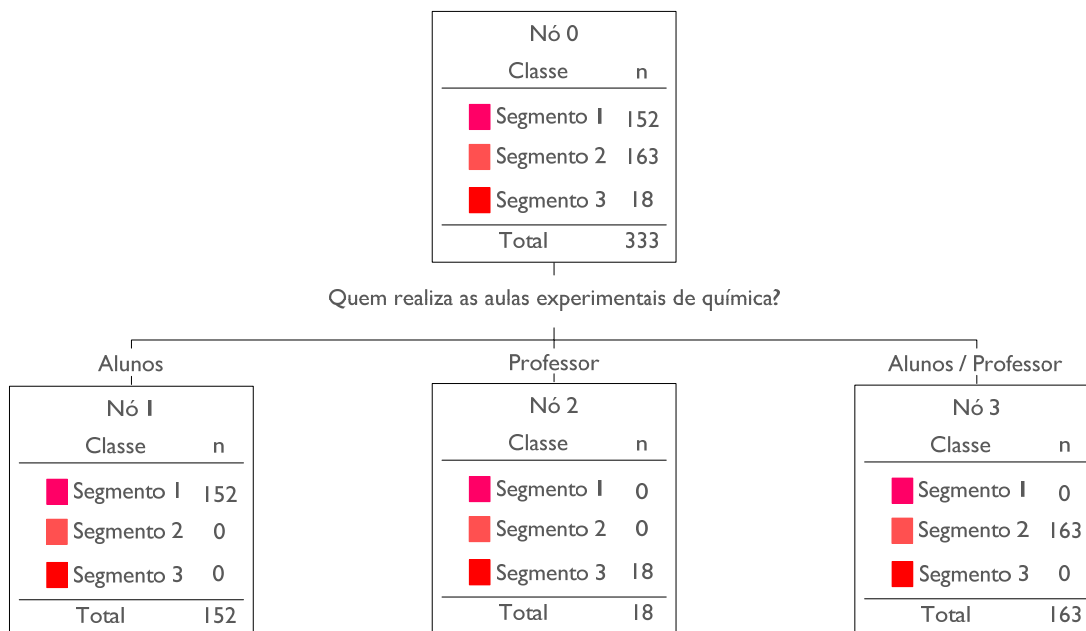


Figura 27 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 3$) com base na metodologia seguida nas aulas experimentais (questões IX a XII)

Tabela 23 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 27

	Matriz de Coincidências					
	Conjunto de Treino			Conjunto de Teste		
Segmento	1	2	3	1	2	3
1	152	0	0	76	0	0
2	0	163	0	0	77	0
3	0	0	18	0	0	6

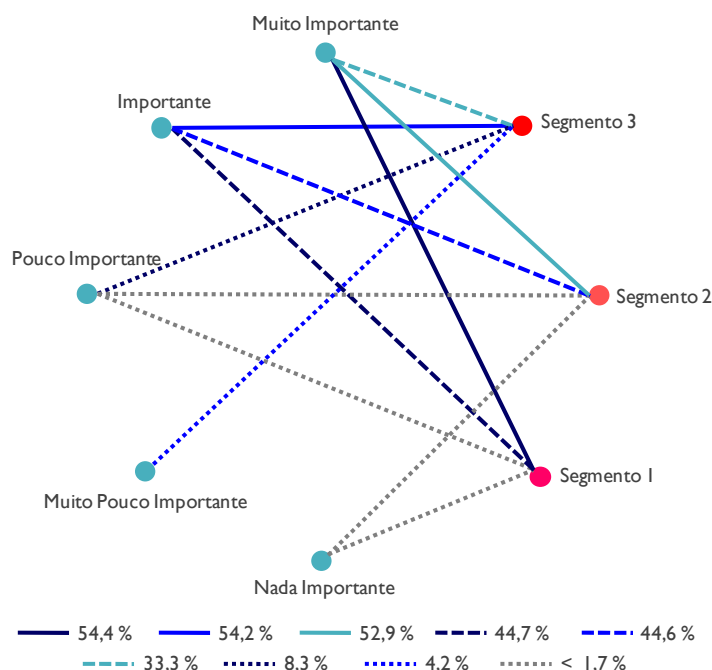


Figura 28 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XIII, relacionada com a importância atribuída à experimentação na aprendizagem da Química

A análise do gráfico representado na Figura 28 mostra que, em todos os segmentos, a maioria dos alunos considera a experimentação “Muito Importante” ou “Importante”. Relativamente às outras opções (“Pouco Importante”, “Muito Pouco Importante” e “Nada Importante”) verifica-se que as percentagens de respostas são pouco expressivas, inferiores a 1,7 %, para os segmentos 1 e 2, mas apresentam percentagens bastante superiores (12,5 %) no caso do segmento 3 que integra os alunos que afirmam que as aulas experimentais são realizadas pelo professor.

Do mesmo modo, para analisar se a metodologia seguida nas aulas experimentais condiciona a motivação dos alunos para a aprendizagem da Química (questão XIV) e se há diferenças nas respostas dadas pelos elementos que integram cada um dos segmentos, construiu-se o gráfico que se apresenta na Figura 29 onde se mostram as frequências relativas de co-ocorrência respeitantes às respostas dadas à questão XIV e os segmentos formados.

A análise do gráfico apresentado na Figura 29 permite verificar que, no que diz respeito à motivação, também é o segmento 3 aquele que inclui a mais elevada percentagem de respostas menos positivas (12,5 %), apresentando apenas 29,2 % de inquiridos que

afirmam que a sua motivação aumenta “Muito” com a realização de aulas experimentais. Estes resultados parecem apontar, por um lado, para o gosto que os alunos manifestam na execução das aulas experimentais, mas, também, para a importância de serem os alunos a realizá-las.

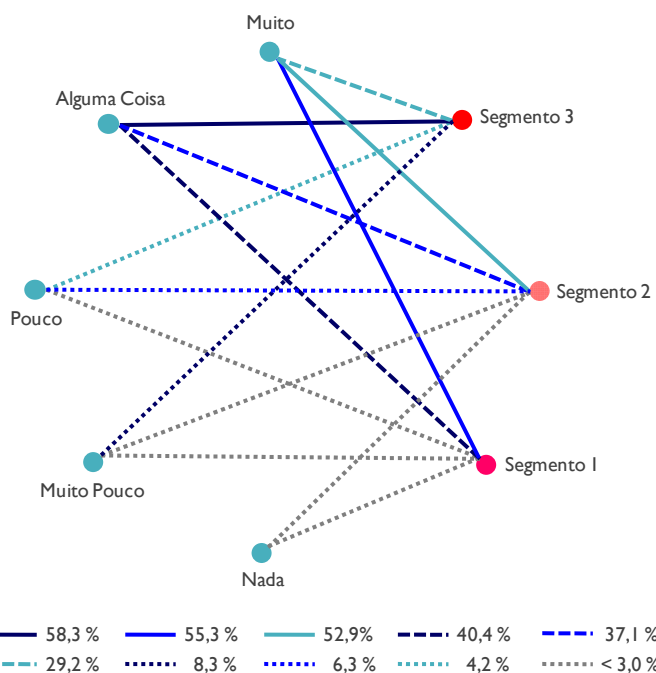


Figura 29 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XIV, relacionada com a motivação para a aprendizagem da Química

5.4 Análise e discussão dos resultados obtidos na amostra de professores

Neste sub-capítulo, dedicado à análise dos resultados obtidos na amostra de professores, pretende-se, por um lado, caracterizar o tipo de trabalho experimental habitualmente realizado nas escolas e, por outro, avaliar qual a importância que lhe é atribuída. Especificamente, pretende-se avaliar qual a importância atribuída enquanto recurso para melhorar as aprendizagens feitas pelos alunos, para aumentar a motivação, quer de alunos quer de professores, e qual o contributo que pode dar para o aumento da literacia científica dos alunos. Deste modo, foram incluídas no questionário questões destinadas a avaliar cada um dos referidos aspectos. A questão X refere-se à importância da

experimentação, as questões XI, XII e XIII são relativas às aprendizagens feitas pelos alunos e as questões XIV e XV dizem respeito, respectivamente, à motivação de alunos e professores. Por último, a questão XVI está relacionada com o aumento da literacia dos alunos. A abordagem seguida, tal como anteriormente, teve como base a análise de várias dimensões que podem influenciar as respostas às questões citadas. Nomeadamente, os recursos materiais existentes na escola (questões III a V) e a metodologia seguida nas aulas experimentais (questões VI a IX).

Para fazer a análise dos resultados obtidos utilizou-se a metodologia já descrita neste capítulo, para a amostra do 10º ano. Utilizaram-se, pelas razões explicitadas anteriormente, valores de k situados entre 2 e 4. Na Tabela 24 apresenta-se o número de casos para cada modelo ensaiado relativamente a cada uma das dimensões em análise.

Tabela 24 – Número de objectos por segmento para os vários modelos estudados (professores).

Modelo		Dimensão em Análise	
		Recursos Materiais	Metodologia Seguida
k = 2	Segmento 1	90	54
	Segmento 2	28	60
k = 3	Segmento 1	85	54
	Segmento 2	22	26
	Segmento 3	11	34
k = 4	Segmento 1	66	50
	Segmento 2	19	27
	Segmento 3	11	27
	Segmento 4	22	10

5.4.1 Influência dos recursos materiais existentes na escola

Partindo dos resultados obtidos na amostra de professores, far-se-á de seguida a análise do modo como os recursos materiais existentes na escola influencia a opinião destes relativamente aos aspectos acima destacados (importância da experimentação, aprendizagens feitas pelos alunos, motivação de professores e alunos e literacia científica).

Aplicou-se, tal como anteriormente, a estratégia *k-means* utilizando $k = 2, 3$ e 4 e procedeu-se à análise das ADs explicativas da formação dos segmentos, para cada um dos referidos modelos. Verificou-se que aquele que possibilitava uma análise mais detalhada era o modelo de três segmentos. A principal diferença entre o modelo obtido para $k = 2$ e o obtido para $k = 3$ reside no facto de o segundo agrupar, no segmento 3, os professores que afirmam que as aulas experimentais de química nunca são realizadas no local apropriado. O facto do referido segmento apenas integrar 11 casos, num universo de 118 respostas, mostra claramente que, na amostra em estudo, a maioria das aulas experimentais decorrem no local próprio.

No que concerne ao desempenho dos modelos explicativos anteriormente referidos, ambos apresentam acuidades de 100 % para ambos os conjuntos (treino e teste). Relativamente ao modelo obtido utilizando $k = 4$, verificou-se que a introdução de mais um segmento aumentava a complexidade e não trazia quaisquer benefícios, quer em termos da análise interpretativa dos resultados, quer em termos do desempenho do modelo. Deste modo, optou-se por apresentar no anexo VI as ADs, as matrizes de coincidências e os gráficos referentes às frequências relativas de co-ocorrência respeitantes às respostas dadas às questões X a XVI e os segmentos formados para os modelos obtidos com $k = 2$ e $k = 4$, discutindo-se apenas o modelo obtido para $k = 3$.

A aplicação da estratégia *k-means* às respostas às questões relacionadas com os recursos materiais existentes na escola, com $k = 3$, originou três segmentos com 85, 22 e 11 registos. A AD explicativa deste modelo e a correspondente matriz de coincidências encontram-se, respectivamente, na Figura 30 e na Tabela 25.

Para avaliar o modo como os recursos materiais existentes na escola condiciona a importância atribuída pelos professores à experimentação no ensino da Química

(questão X) e se há diferenças nas respostas dadas pelos elementos que integram cada um dos segmentos, construiu-se o gráfico que se apresenta na Figura 31 onde se mostram as frequências relativas de co-ocorrência respeitantes às respostas dadas à questão X e os segmentos formados.

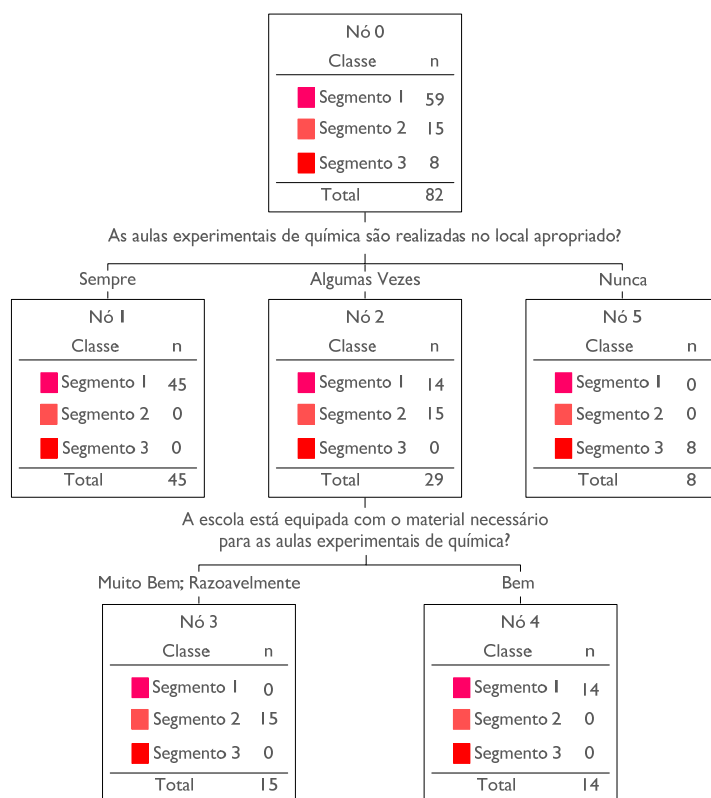


Figura 30 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação (k = 3) com base nos recursos materiais existentes na escola (questões I a V)

Tabela 25 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 30

	Matriz de Coincidências					
	Conjunto de Treino			Conjunto de Teste		
Segmento	1	2	3	1	2	3
1	59	0	0	26	0	0
2	0	15	0	0	7	0
3	0	0	8	0	0	3

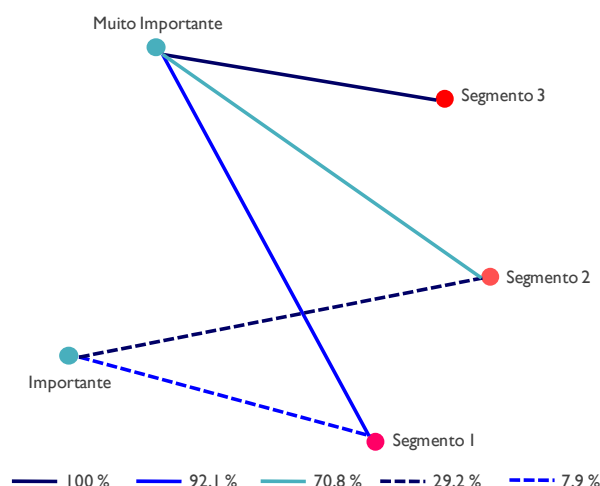


Figura 31 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão X, relacionada com a importância atribuída à experimentação no ensino da Química

A análise do gráfico representado na Figura 31 mostra que todos os professores consideram a experimentação “Muito Importante” ou “Importante”. No entanto, importa realçar que a resposta “Muito Importante” foi dada por todos os professores incluídos no segmento 3 que, de acordo com a AD apresentada na Figura 30, afirmam que as aulas experimentais de química “nunca” decorrem no local apropriado. A conjugação dos factos apontados anteriormente parece querer mostrar que a existência de condições materiais na escola não é factor determinante na importância dada pelos professores à experimentação enquanto recurso para a aprendizagem da química. Na verdade, os resultados apontam para uma valorização maior da experimentação quando a escola não tem um local apropriado para a sua realização.

Do mesmo modo, para analisar a percepção que os professores têm sobre o modo como os recursos materiais existentes na escola condicionam os resultados obtidos pelos alunos (questões XI, XII e XIII) e se há diferenças nas respostas dadas pelos elementos que integram cada um dos segmentos, construiu-se o gráfico que se apresenta na Figura 32 onde se mostram as frequências relativas de co-ocorrência respeitantes às respostas dadas às questões XI, XII e XIII e os segmentos formados.

A análise do gráfico apresentado na Figura 32 permite verificar, através das respostas dadas à questão XI que, independentemente do segmento a que pertencem, todos os inquiridos acham, maioritariamente, que os alunos obtêm “melhores” resultados no Ensino Secundário quando tiveram aulas experimentais no Ensino Básico. O gráfico

mostra ainda que, relativamente às respostas dadas à questão XII, os resultados são semelhantes. Isso significa que a percepção que a maioria dos professores inquiridos tem é a de que os resultados obtidos pelos alunos são “melhores” quando realizam aulas experimentais. É interessante notar que é no segmento 3, que integra os professores que afirmam que as aulas experimentais “nunca” são realizadas no local apropriado que se verifica 100 % de respostas positivas, i.e. “Melhores” ou “Muito Melhores”.

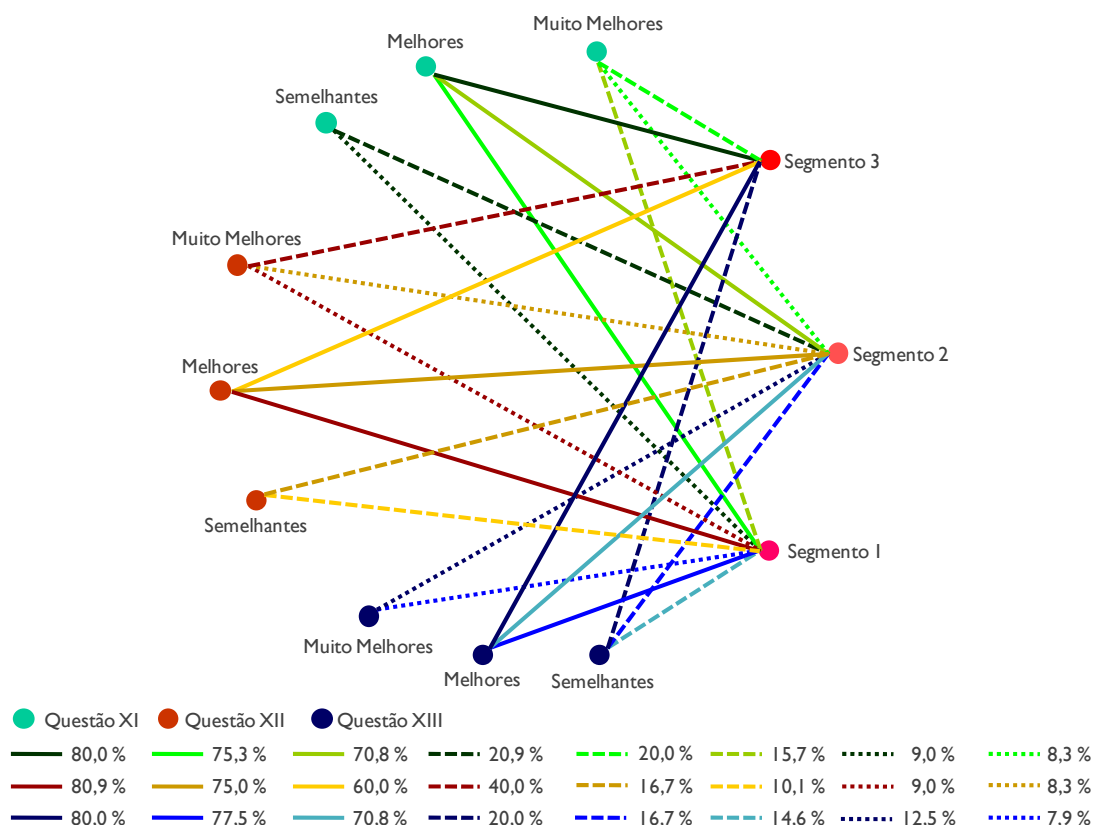


Figura 32 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos às questões XI, XII e XIII, relacionadas com os resultados obtidos pelos alunos

Tal como anteriormente, a análise do gráfico da Figura 32 mostra que, segundo a opinião manifestada pela maioria dos professores incluídos neste estudo, o trabalho pós-aula experimental (questão XIII) faz com que os alunos obtenham “melhores” resultados. Salienta-se ainda que, independentemente do segmento a que pertencem, uma percentagem expressiva de professores considera que os resultados obtidos pelos alunos não são influenciados pela realização de trabalho após a aula experimental. Este resultado é, de alguma forma surpreendente, se tivermos em conta que é através desse

tipo de trabalho que os alunos podem apresentar e discutir os resultados obtidos, detectar eventuais erros de procedimento, actividades essas que conduzem a uma verdadeira aprendizagem.

Um outro aspecto relativamente ao qual se pretende obter respostas está relacionado com a motivação quer dos alunos para a aprendizagem da Química (questão XIV) quer dos professores para o ensino da Química (questão XV). No gráfico da Figura 33 apresentam-se os resultados relativos às respostas às questões referidas. Através da sua análise pode-se verificar que, relativamente à questão XIV, todos os inquiridos incluídos nos segmentos 2 e 3 consideram que a motivação dos alunos aumenta “Muito” ou “Alguma Coisa” com o recurso a actividades experimentais. No caso do segmento 1 esta tendência mantém-se apesar de existir uma pequena percentagem (1,1%) que tem opinião menos positiva. A análise do gráfico mostra ainda que, relativamente à questão XV, em todos os segmentos, a maioria dos inquiridos afirma que a sua motivação aumenta “Muito”. No entanto, em todos os segmentos há uma percentagem expressiva de respostas menos favoráveis (“Alguma Coisa”).

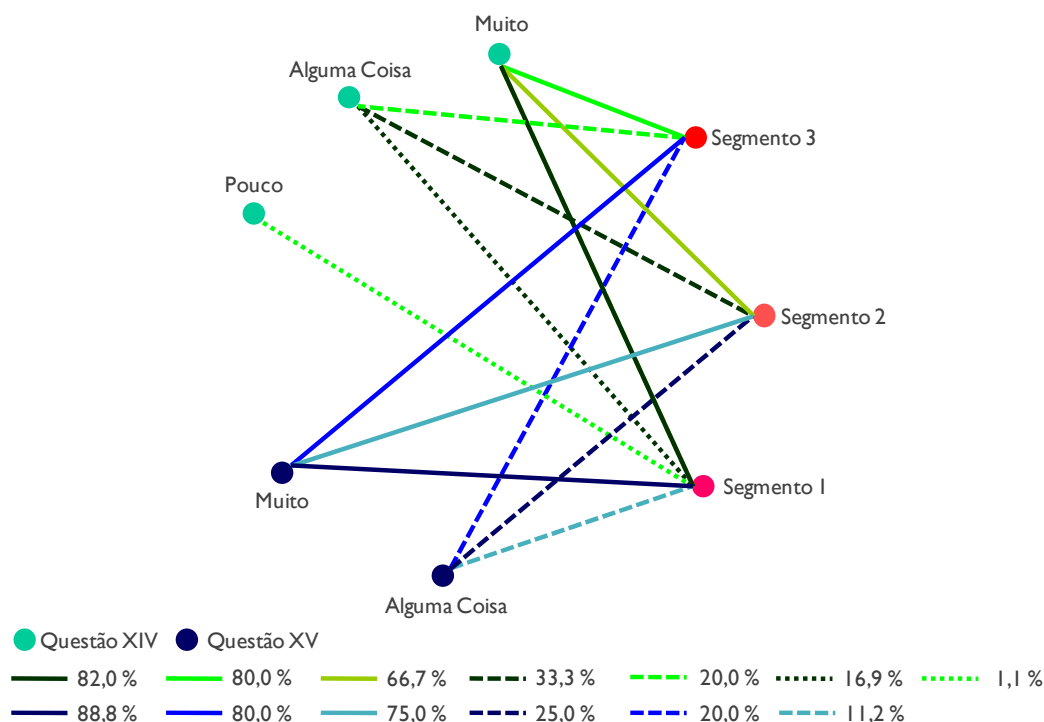


Figura 33 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos às questões XIV e XV, relacionadas com a motivação dos alunos/professores para a aprendizagem/ensino da Química

Por último, pretendeu-se analisar a percepção que os professores têm sobre o modo como os recursos materiais existentes na escola influencia a literacia científica dos alunos (questão XVI). No gráfico da Figura 34 apresentam-se os resultados relativos às respostas à questão referida. Através da sua análise pode-se verificar que, em todos os segmentos a resposta mais dada é “Muito” sendo, também de realçar que as únicas respostas obtidas são “Muito” ou “Alguma Coisa” não tendo sido registadas opiniões menos favoráveis (“Pouco” “Muito Pouco” ou “Nada”). Contudo, é de salientar que no segmento 3, constituído pelos professores que afirmam que as aulas experimentais nunca são realizadas no local apropriado, a diferença entre a percentagem dos inquiridos que respondem “Muito” e “Alguma Coisa” é menor.

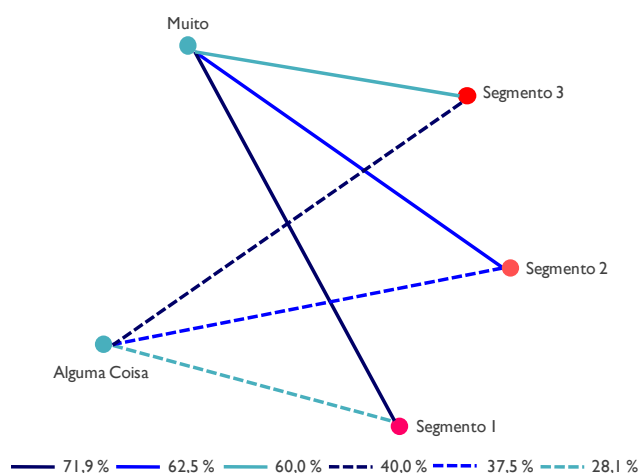


Figura 34 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XVI, relacionada com a literacia científica dos alunos

Em síntese, também no que se refere ao aumento da literacia científica dos alunos, tal como nos outros aspectos anteriormente analisados, se nota que a maioria dos professores tem a percepção da importância que a existência de condições materiais na escola tem nas múltiplas dimensões do ensino da Química.

5.4.2 Influência da metodologia seguida nas aulas experimentais

À semelhança do que foi feito anteriormente, para fazer a análise do modo como a metodologia seguida pelos professores nas aulas experimentais influencia a opinião

destes relativamente aos aspectos em estudo (importância da experimentação, resultados obtidos, motivação de professores e alunos e literacia científica), aplicou-se a estratégia *k-means* utilizando $k = 2, 3$ e 4 .

A partir da análise das ADs explicativas da formação dos segmentos, para cada um dos referidos modelos, verificou-se que o modelo de dois segmentos possibilitava uma análise bastante detalhada das respostas obtidas. Quanto aos modelos obtidos utilizando $k = 3$ e $k = 4$, verificou-se que estes apenas aumentavam a complexidade não trazendo quaisquer benefícios, quer ao nível da análise interpretativa dos resultados, quer ao nível do desempenho dos modelos. Assim, tal como anteriormente, optou-se por apresentar, no anexo VI, as ADs, as matrizes de coincidências e os gráficos referentes às frequências relativas de co-ocorrência respeitantes às respostas dadas às questões X a XVI e os segmentos formados para os modelos referidos.

A aplicação da estratégia *k-means* às respostas às questões relacionadas com a metodologia seguida nas aulas experimentais, com $k = 2$, originou dois segmentos com 54 e 60 registos. A AD explicativa deste modelo encontra-se, na Figura 35. A sua análise permite verificar que a divisão é feita com base na resposta à questão VI, “Quem realiza as aulas experimentais de química?”. O facto de ambos os segmentos conterem um número de casos muito aproximado significa que há, da parte dos professores, o reconhecimento de que nem sempre a realização das aulas experimentais implica o envolvimento dos alunos.

A acuidade do modelo, medida em termos de percentagem de acertos relativamente ao número de casos apresentados, é de 100 % quer para o conjunto de treino, quer para o conjunto de teste, Tabela 26.

Para avaliar o modo como a metodologia seguida nas aulas experimentais condiciona a importância atribuída pelos professores à experimentação no ensino da Química (questão X) e se há diferenças nas respostas dadas pelos elementos que integram cada um dos segmentos, construiu-se o gráfico que se apresenta na Figura 36 onde se mostram as frequências relativas de co-ocorrência respeitantes às respostas dadas à questão X e os segmentos formados.

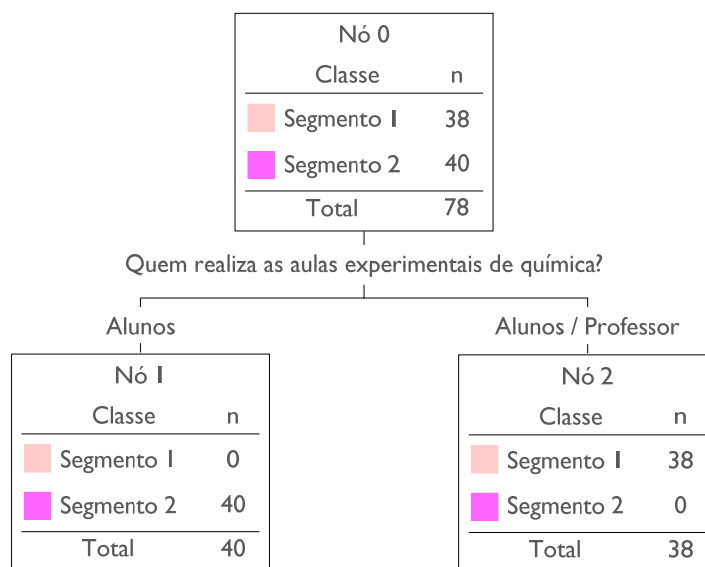


Figura 35 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 2$) com base na metodologia seguida nas aulas experimentais (questões VI a IX)

Tabela 26 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 35

	Matriz de Coincidências			
	Conjunto de Treino		Conjunto de Teste	
Segmento	1	2	1	2
1	38	0	16	0
2	0	40	0	20

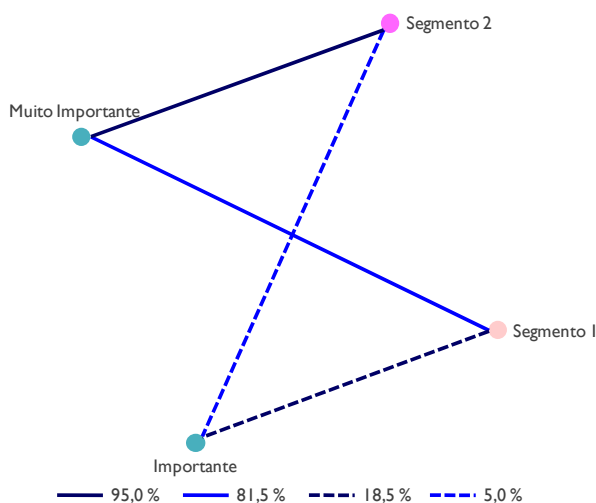


Figura 36 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão X, relacionada com a importância atribuída à experimentação no ensino da Química

A análise do gráfico representado na Figura 36 mostra que todos os professores envolvidos no estudo consideraram a experimentação “Muito Importante” ou “Importante”. No entanto, importa realçar que a resposta “Muito Importante” foi dada pela esmagadora maioria dos professores incluídos no segmento 2 que, de acordo com a AD apresentada na Figura 35, afirmam que as aulas experimentais de química são realizadas pelos alunos. Este facto mostra que a metodologia seguida pelo professor nas aulas experimentais depende muito da importância que ele próprio lhe atribui enquanto recurso para o ensino/aprendizagem da Química.

Do mesmo modo, para analisar a percepção que os professores têm sobre o modo como a metodologia seguida nas aulas experimentais condicionam os resultados obtidos pelos alunos (questões XI, XII e XIII) e se há diferenças nas respostas dadas pelos elementos que integram cada um dos segmentos, construiu-se o gráfico que se apresenta na Figura 37 onde se mostram as frequências relativas de co-ocorrência respeitantes às respostas dadas às questões XI, XII e XIII e os segmentos formados.

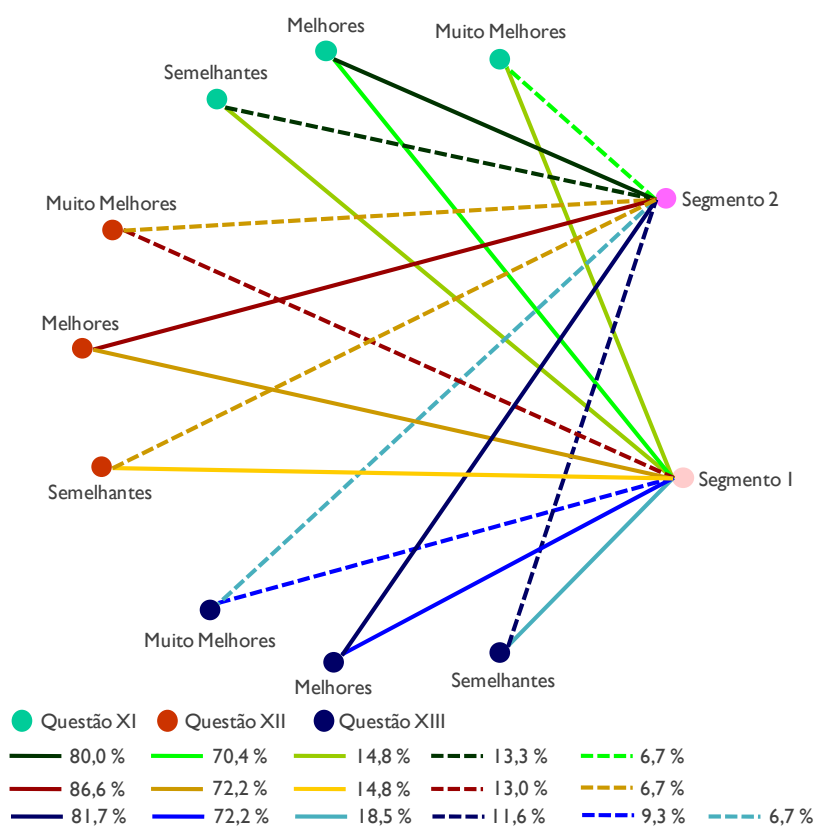


Figura 37 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos às questões XI, XII e XIII, relacionadas com os resultados obtidos pelos alunos

A análise do gráfico apresentado na Figura 37 permite verificar, através das respostas dadas à questão XI que, independentemente do segmento a que pertencem, todos os inquiridos acham, maioritariamente, que os alunos obtêm “melhores” resultados no Ensino Secundário quando tiveram aulas experimentais no Ensino Básico. Contudo, em ambos os segmentos, uma percentagem expressiva de professores, cerca de 15 %, considera que os resultados não estão dependentes de os alunos terem ou não tido aulas experimentais no Ensino Básico. O gráfico mostra ainda que, relativamente às respostas dadas à questão XII, os resultados são semelhantes. Isso significa que a percepção que a maioria dos professores inquiridos tem é a de que os resultados obtidos pelos alunos são “melhores” quando realizam aulas experimentais. É interessante notar que no segmento 2, que integra os professores que afirmam que as aulas experimentais são realizadas pelos alunos, a percentagem de respostas “Semelhantes” diminui para cerca de metade quando comparada com a que se registava, neste segmento, para a questão XI. No caso do segmento 1, por seu lado, esta tendência não se verifica sendo a percentagem de respostas “Semelhantes” idêntica.

Tal como anteriormente, a análise do gráfico da Figura 37 mostra que, segundo a opinião manifestada pela maioria dos professores incluídos neste estudo, o trabalho pós-aula experimental (questão XIII) faz com que os alunos obtenham “melhores” resultados. Salienta-se ainda que, independentemente do segmento a que pertencem, uma percentagem relativamente elevada de professores considera que os resultados obtidos pelos alunos não são influenciados pela realização de trabalho após a aula experimental. Este resultado, apesar de ser de alguma forma surpreendente, é concordante com o obtido quando se analisou a influência da existência de recursos materiais na escola sobre esta mesma questão.

Um outro aspecto relativamente ao qual se pretende obter respostas está relacionado com a motivação quer dos alunos para a aprendizagem da Química (questão XIV), quer dos professores para o ensino da Química (questão XV). No gráfico da Figura 38 apresentam-se os resultados relativos às respostas às questões referidas. Através da sua análise pode-se verificar que, relativamente à questão XIV, a grande maioria dos inquiridos considera que o recurso a actividades experimentais influencia “Muito” a motivação dos alunos. No entanto, destaca-se o facto da percentagem de respostas “Muito” ser superior no segmento 2 que, de acordo com a AD apresentada na Figura 35,

incluir os professores que afirmam que são os alunos que realizam as aulas experimentais. A análise do gráfico mostra ainda que, relativamente à questão XV, em ambos os segmentos, a maioria dos inquiridos afirma que a sua motivação aumenta “Muito” quando recorre a aulas experimentais. Essa tendência é mais acentuada no segmento 2 o que é coerente com as características dos professores que o integram. É, também, de realçar o facto de as únicas respostas obtidas serem “Muito” ou “Alguma Coisa” não tendo sido registadas respostas menos favoráveis (“Pouco” “Muito Pouco” ou “Nada”).

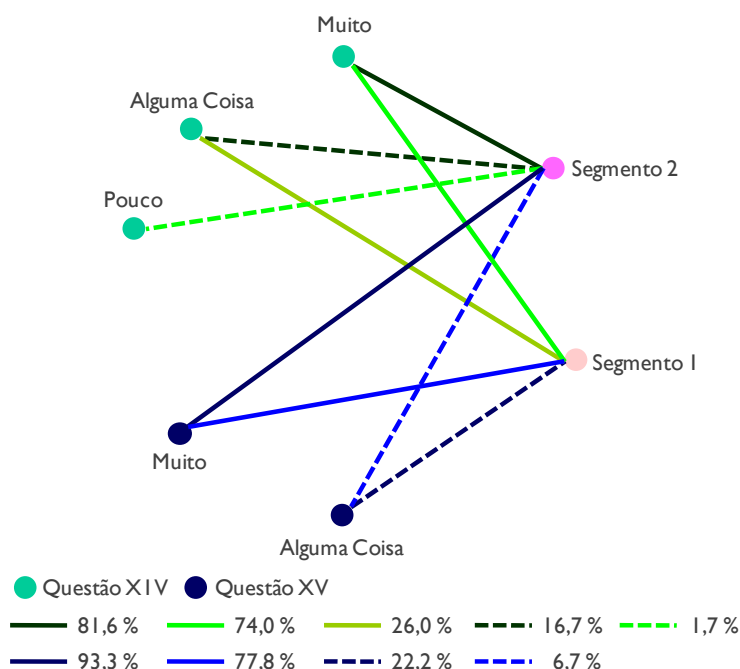


Figura 38 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos às questões XIV e XV, relacionadas com a motivação dos alunos/professores para a aprendizagem/ensino da Química

Por último, pretendeu-se analisar a percepção que os professores têm sobre o modo como a metodologia seguida nas aulas experimentais influencia a literacia científica dos alunos (questão XVI). No gráfico da Figura 39 apresentam-se os resultados relativos às respostas à referida questão. Através da sua análise pode-se verificar que, em ambos os segmentos a resposta mais dada é “Muito” sendo, também de realçar que as únicas

respostas obtidas são “Muito” ou “Alguma Coisa” não tendo sido registadas, tal como anteriormente, opiniões menos favoráveis (“Pouco” “Muito Pouco” ou “Nada”).

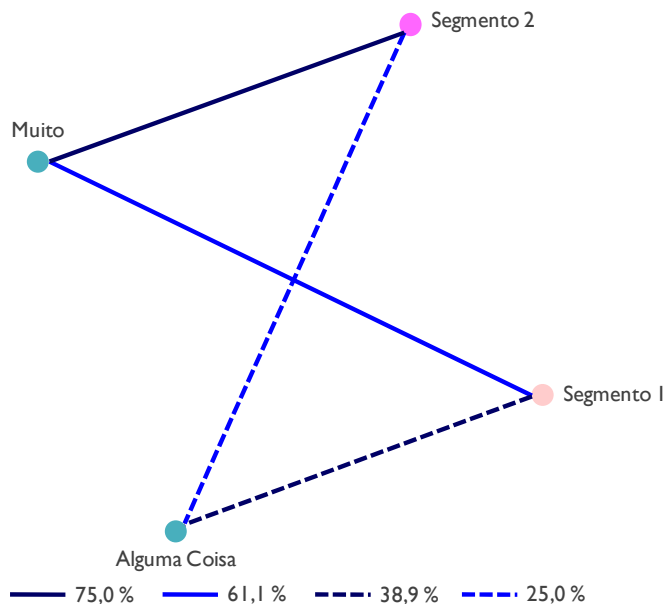


Figura 39 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XVI, relacionada com a literacia científica dos alunos

Em síntese, a metodologia seguida nas aulas experimentais parece influenciar todos os aspectos analisados, tendo-se obtido maior percentagem da resposta mais positiva no segmento 2, constituído pelos professores que afirmam que são os alunos quem realiza as aulas experimentais de química.

CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

Ao terminar este trabalho impõe-se olhar para trás e analisar o percurso feito, equacionando de forma objectiva quais as metas que se conseguiram alcançar e perspectivar o trabalho futuro.

Este trabalho tinha, à partida, dois grandes objectivos. Se, por um lado, se pretendia fazer a caracterização do trabalho experimental em Química realizado no Ensino Secundário, por outro, pretendia-se avaliar qual a importância que alunos e professores lhe atribuem enquanto recurso educativo para promover o ensino e a aprendizagem da Química.

É nestes dois patamares que se situará a apresentação das conclusões gerais que foi possível extrair deste trabalho.

6.1 Conclusões

Depois da análise parcial dos resultados, que se foi fazendo no capítulo anterior à medida que estes eram apresentados, interessa agora, através de uma visão panorâmica, realçar os aspectos mais importantes e mais significativos dessa análise, para podermos daí retirar algumas conclusões.

Seguir-se-á, neste capítulo, a mesma sequência que foi seguida no capítulo destinado à apresentação e análise dos resultados. Em primeiro lugar serão apresentadas as conclusões relativas à caracterização do trabalho experimental em Química que é realizado nas Escolas Secundárias e seguidamente serão apresentadas as que se referem à importância que lhe é atribuída pelos alunos e professores.

No que se refere à caracterização do Trabalho Experimental concluiu-se que a grande maioria das escolas, incluídas neste estudo, possuem laboratório de Química equipado com recursos suficientes para permitir a realização da maioria das aulas experimentais previstas nos Programas dos diferentes anos de escolaridade. Embora reconhecendo que esta realidade poderá não ser comum a todas as escolas, em todas as regiões do País,

agrada-nos particularmente, enquanto professores, este resultado, pois ele é revelador da preocupação que tem havido nos últimos anos no que se refere ao equipamento das escolas, em particular as do Ensino Secundário.

Relativamente ao tipo de metodologia seguida nas aulas experimentais é possível concluir que ela é, na maior parte dos casos, de tipo tradicional. Baseia-se, sobretudo, no trabalho de grupo, no seguimento das instruções contidas em protocolos experimentais fornecidos aos alunos e na elaboração de relatórios. Recorre-se poucas vezes ao trabalho experimental baseado numa questão-problema. Em suma, o trabalho que é feito nas escolas é trabalho prático e, também, trabalho laboratorial mas, seguindo a definição apresentada no Capítulo 2, não poderá considerar-se trabalho experimental. De facto o trabalho que é feito pelos alunos no laboratório, mas que não implica o seu envolvimento na identificação do problema e no controle das variáveis, ou seja, na fase de concepção e planificação da experiência, não poderá ser considerado trabalho experimental. Reforça-se aqui a confusão habitual entre trabalho experimental e experiências que, como foi explicado, têm objectivos distintos e permitem aos alunos fazer aprendizagens em domínios completamente diferentes. Como também já foi referido anteriormente, o trabalho experimental, apesar das suas enormes potencialidades no desenvolvimento de capacidades importantes nos alunos, é pouco utilizado devido às dificuldades que levanta na organização da aula e na gestão do tempo por parte do docente.

Seguidamente far-se-á a apresentação das conclusões relativas à importância que os alunos e professores atribuem ao trabalho experimental enquanto recurso educativo na aprendizagem da Química e enquanto estratégia motivadora.

Relativamente à importância atribuída ao trabalho experimental como meio de promover aprendizagens pode concluir-se que, de forma bastante expressiva, os alunos o consideram muito importante, sendo esse resultado pouco influenciado, quer pelo seu percurso escolar anterior, quer pelos recursos materiais existentes na Escola. Registam-se, contudo, respostas mais favoráveis em alunos do 10º ano que fizeram o seu percurso escolar anterior em Escolas Secundárias ou Colégios, tradicionalmente com melhores recursos ao nível do equipamento. Os alunos do 11º ano expressam claramente a percepção de que as aulas experimentais realizadas no 10º ano têm importância ao nível

do 11º ano. Em suma, pode-se concluir que quanto maior é o contacto com esse tipo de trabalho, maior é a importância que os alunos lhe atribuem.

No que diz respeito à influência na motivação para o estudo da Química, a esmagadora maioria das respostas dadas pelos alunos apontam para a valorização do trabalho experimental, enquanto recurso motivador para o estudo da disciplina. Este resultado é comum aos alunos do 10º e do 11º ano e parece não ser influenciado nem pelo percurso escolar nem pelos recursos materiais da escola. Os resultados obtidos permitem, ainda, concluir que os alunos que atribuem mais importância ao trabalho experimental relativamente à motivação são, também, os que mais o valorizam em termos de aprendizagem.

Analisando a influência que a metodologia seguida nas aulas experimentais tem sobre as respostas dos alunos, relativamente ao papel desempenhado na aprendizagem e na motivação, é interessante verificar que os alunos que consideram que a sua motivação aumenta com o recurso ao trabalho experimental, são aqueles que o realizam baseando-se no protocolo proposto no manual escolar. Este facto poderá ser explicado pelo trabalho acrescido que a metodologia baseada numa questão-problema, seguindo um percurso investigativo, representa para os alunos.

Na amostra dos professores, os resultados obtidos permitem extrair algumas conclusões gerais das quais ressaltam as opiniões expressivamente positivas relativamente a todos os aspectos sobre os quais pretendíamos obter respostas. Ressalta o reconhecimento, pela grande maioria dos professores inquiridos, que a realização de aulas experimentais e de trabalho pós-aula experimental leva a que os alunos obtenham melhores resultados nas suas aprendizagens, fiquem mais motivados e melhorem a sua literacia científica.

No que diz respeito à metodologia utilizada pelo professor, pode concluir-se que ela depende muito da importância que ele próprio atribui ao trabalho experimental enquanto recurso para o ensino/aprendizagem da Química. Na verdade, muitos professores reconhecem que nem sempre a metodologia utilizada implica o envolvimento dos alunos. As condicionantes para que tal aconteça poderão ser, como já foi referido, o tempo necessário para o seguimento de outro tipo de metodologia e a alteração do papel tradicionalmente desempenhado pelo professor.

A terminar resta concluir que, independentemente da metodologia seguida, dos maiores ou menores recursos, a aposta na actividade do aluno e na realização de actividades experimentais constitui uma estratégia muito rica numa disciplina como a Química que é, por excelência, uma ciência experimental.

6.2 Perspectivas futuras

Enquanto professores, empenhados em tornar mais interessante e motivador o Ensino da Química, convictos do papel fundamental que as actividades experimentais podem desempenhar no aumento das aprendizagens realizadas pelos alunos, estamos particularmente interessados nos resultados obtidos em estudos como aquele que se apresenta nesta dissertação e nas conclusões que eles permitem extrair.

Este trabalho pretendeu, de alguma forma, abrir caminho no sentido de clarificar a importância que o trabalho experimental tem, hoje em dia, no Ensino da Química. Contudo, embora estas conclusões possam ser um importante contributo, elas não poderão ser generalizadas a todo o País dada a assimetria regional das escolas que participaram no estudo. Por esta razão, um estudo mais alargado, abrangendo mais escolas, distribuídas por diferentes regiões do País, é um desafio que se afigura muito interessante.

A possibilidade de divulgar junto dos professores a metodologia investigativa, baseada na resposta a questões-problema, de modo a envolver de forma mais activa os alunos é, também, muito aliciante como perspectiva de trabalho futuro.

Independentemente da realização de trabalhos futuros, terminamos com a convicção reforçada de que vale a pena investir na vertente experimental do ensino da Química, apesar de todas as condicionantes que possam existir. São, sobretudo, as opiniões dos alunos que aqui ficaram expressas que suportam e reforçam essa convicção, que sempre nos tem acompanhado ao longo da carreira como professores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adriaans, P., & Zantinge, D. (1996). *Data Mining*. Edimburgo, U.K.: Addison-Wesley.
- Almeida, A. (1998). *Papel do Trabalho Experimental na Educação em Ciências*. Ano I, N° 1. Lisboa, Portugal: Ministério da Educação – Departamento do Ensino Secundário.
- Apte, C., Liu, B., Pednault, E., & Smith, P. (2002). Business applications of Data Mining. *Communications of the ACM*, 45(8), 49-53.
- Barros, S. (2000). Qué Hacemos Habitualmente em las Actividades Prácticas? Como Podemos Mejoralas. In M. Sequeira, L. Dourado, M. T. Vilaça, J. L. Silva, A. S. Afonso & J. M. Baptista (Eds.), *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências*. Braga, Portugal: Universidade do Minho.
- Barros, S., & Losada, C. (2001). Qué Actividades y Procedimientos Utiliza y Valora le Profesorado de Educación Primária. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), 433-452.
- Berry, M., & Linoff, G. (2000). *Mastering Data Mining: The Art and Science of Customer Relationships Management*. New York, U.S.A.: John Wiley & Sons.
- Borg, W., & Gall, M. (2003). *Educational Research* (7ª ed.). New York, U.S.A.: Longman Publishing.
- Bowen, G., & Roth, W. (2007). The Practice of Field Ecology: Insights for Science Education. *Research Science Education*, 37, 171-187.
- Bradley, P. S., & Fayyad, U. M. (1998). Refining Initial Points for K-Means Clustering. In J. Shavlik (Ed.), *15th International Conference on Machine Learning (ICML98)* (pp. 91- 99): San Francisco, U.S.A.: Morgan Kaufmann.
- Bramer, M. (2007). *Principles of Data Mining*. London, U.K.: Springer-Verlag.
- Breiman, L., Friedman, J. H., Olshen, R. A., & Stone, C. J. (1984). *Classification and Regression Trees*. Boca Raton, U.S.A.: Chapman & Hall.

- Carmo, H., & Ferreira, M. (1998). *Metodologia da Investigação: Guia para Auto-Aprendizagem* (1ª ed.). Lisboa, Portugal: Universidade Aberta.
- Chang, G., Healey, M., McHugh, J., & Wang, J. (2001). *Mining the Word Wide Web – An Information Search Approach*. Dordrecht, Holanda: Kluwer Academic Publishers.
- Cios, K. J., Pedrycz, W., Swiniarski, R. W., & Kurgan, L. A. (2007). *Data Mining a Knowledge Discovery Approach*. New York, U.S.A.: Springer.
- Cruz, A. (2007). *Data Mining via Redes Neurais Artificiais e Máquinas de Vetores de Suporte*. Dissertação de Mestrado, Departamento de Sistemas de Informação, Universidade de Minho, Braga, Portugal.
- Decreto-Lei nº. 74/2004, de 26 de Março de 2004, Diário da República nº. 73, Série I-A (pp. 1931-1942) Lisboa, Portugal: Imprensa Nacional Casa da Moeda.
- Decreto-Lei nº. 272/2007, de 26 de Julho de 2007, Diário da República nº. 143, Série I (pp. 4785-4789) Lisboa, Portugal: Imprensa Nacional Casa da Moeda.
- DeKetele, J., & Roegiers, X. (2009). *Méthodologie du Recueil d'Informations: Fondements des Méthodes d'Observation, de Questionnaire, d'Interview et d'Études de documents* (4ª ed.). Paris, França: DeBoeck Université.
- Despacho nº. 15847/2007, de 23 de Julho de 2007, Diário da República nº. 140, Série II (pp. 20798-20799) Lisboa, Portugal: Imprensa Nacional Casa da Moeda.
- Dourado, L. (2001). Trabalho Prático (TP), Trabalho Laboratorial (TL), Trabalho de Campo (TC) e Trabalho Experimental (TE) no Ensino das Ciências - Contributo para uma Clarificação de Termos. In *(Re)Pensar o Ensino das Ciências* (pp. 13-18). Lisboa, Portugal: Ministério da Educação.
- Fayyad, U. (1997). Mining Databases: Towards Algorithms for Knowledge Discovery. *IEEE Computer Society Technical Committee on Data Engineering*, 21, 39-48.
- Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., Smith, P., & Uthurusamy, R. (1996). *Advances in Knowledge Discovery and Data Mining*. Massachusetts, U.S.A.: AAAI Press/MIT Press.

- Foddy, W. (1996). *Como Perguntar: Teoria e Prática da Construção de Perguntas em Entrevistas e Questionários*. Oeiras, Portugal: Celta Editora.
- Ghiglione, R., & Matalon, B. (1997). *O Inquérito: Teoria e Prática* (3ª ed.). Oeiras, Portugal: Celta Editora.
- Gil-Perez, D., Guisasola, J., Moreno, A., Cachapuz, A., Pessoa de Carvalho, A., Torregrosa, J., Salinas, J., Valdes, P., Gonzalez, E., Duch, A., Dumas-Carre, A., Tricarico, H. & Gallego, R.. (2002). Defending Constructivism in Science Education. *Science e Education*, 11(6), 557-571.
- Goebel, M., & Gruenwald, L. (1999). A survey of Data Mining and knowledge discovery software tools. *ACM SIGKDD Explorations*, 1, 20-33.
- Gopalan, N. P., & Silvaselvan, B. (2009). *Data Minind: Techniques and Trends*. New Delhi, India: PHI Learning.
- Gunstone, R. (1991). Reconstituting Theory From Practical Experience. In B. Woolnough (Ed.), *Practical Science: The Role and Reality of Practical Work in School Science* (pp. 67-77). Milton Keynes, U.K.: Open University Press.
- Hall, M., Frank, E., Holmes, G., Pfahringer, B., Reutemann, P., & Witten, I. H. (2009). The WEKA Data Mining Software: An Update. *SIGKDD Exploration*, 11(1), 10-18.
- Han, J., & Kamber, M. (2006). *Data Mining: Concepts and Techniques* (2ª ed.). San Francisco, U.S.A.: Morgan Kauffmann Publishers.
- Hand, D., Mannila, H., & Smith, P. (2001). *Principles of Data Mining*. Cambridge, U.K.: MIT Press.
- Hodson, D. (1988). Experiments in Science Teaching. *Educational Philosophy and Theory*, 20(2), 53-66.
- Hodson, D. (1992). Redefining and Reorienting Practical Work in School Science. *School Science Review*, 73(264), 65-78.

- Hodson, D. (1994). Hacia un Enfoque Más Crítico del Trabajo de Laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12, 299-313.
- Kohavi, R., & Provost, F. (1998). Glossary of Terms. *Machine Learning*, 30(2/3), 271-274.
- Kufrin, R. (1997). Generating C4.5 Productions Rules in Parallel, *14th National Conference on Artificial Intelligence (AAAI-97)* (pp. 565-570). Rhode Island, U.S.A.: AAAI Press.
- Larose, D. T. (2006). *Data Mining Methods and Models*. Hoboken, U.S.A.: John Wiley & Sons.
- Leite, L. (2000). As actividades laboratoriais e a avaliação das aprendizagens dos alunos. In *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências* (pp. 91-108). Braga, Portugal: Departamento de Metodologias da Educação, Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho.
- Leite, L. (2001). Contributos para uma Utilização mais Fundamentada do Trabalho Laboratorial no Ensino das Ciências. In *Cadernos Didácticos de Ciências* (Vol. 1, pp. 79-97). Lisboa, Portugal: Ministério da Educação – Departamento do Ensino Secundário.
- Marques, M. (2005). O Ensino Laboratorial das Ciências Naturais Pós-Revisão Curricular do Ensino Secundário: Que Implicações? *Revista da Educação*, 13 (1), 133-154.
- Martins, A., Malaquias, I., Martins, D., Campos, A., Lopes, J., & Fiúza, E. (2002). *Livro Branco da Física e da Química - Diagnóstico 2000 Recomendações 2002*. Lisboa, Portugal: Sociedade Portuguesa de Física, Sociedade Portuguesa de Química.
- Martins, I., Costa, J., Lopes, J., Magalhães, M., Simões, M., Simões, T., Bello, A., San-Bento, C., Pina, E. & Caldeira, H. (2001). Programa de Física e Química A 10º ou 11º anos – Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias. Lisboa, Portugal: Ministério da Educação – Departamento do Ensino Secundário.

- McMillan, J., & Schumacher, S. (2009). *Research in Education: Evidence-Based Inquiry* (7^a ed.). New York, U.S.A.: Prentice Hall.
- Michalski, R., Bratko, I., & Miroslav, K. (1998). *Machine Learning and Data Mining Methods and Applications*. Londres, U.K.: John Willey & Sons.
- Patterson, D. (1996). *Artificial Neural Networks - Theory and Application*. New York, U.S.A.: Prentice Hall.
- Perlovsky, L. I. (2001). *Neural Networks and Intellect: Using Model-Based Concepts*. Oxford, U.K.: Oxford University Press.
- Portaria n.º. 1322/2007, de 4 de Outubro de 2007, Diário da República n.º. 192, Série I (pp. 7107-7123) Lisboa, Portugal: Imprensa Nacional Casa da Moeda.
- Quinlan, R. (1987). Simplifying decision trees. *International Journal of Man-Machine Studies*, 27(3), 221-234.
- Quinlan, R. (1993). C4.5 Programs for Machine Learning. San Mateo, U.S.A: Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- Quinlan, R. (1996). Bagging, boosting and C4.5. *13th National Conference on Artificial Intelligence (AAAI-96)* (pp. 725-730). Portland, U.S.A.: AAAI Press.
- Rich, E., & Knight, K. (1991). *Artificial Intelligence* (2^a ed.). New York, U.S.A.: McGraw-Hill Inc.
- Russell, S. J., & Norvig, P. (2003). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (2^a ed.). New Jersey, U.S.A.: Prentice Hall.
- Santos, G. (2003). Como conciliar o inconciliável? *Gazeta de Física*, 26(2/3), 57-58.
- Santos, M. (1991). *Mudança Conceptual na Sala de Aula – Um Desafio Pedagógico*. Lisboa, Portugal: Livros Horizonte.
- Santos, M., & Azevedo, C. (2005). *Data Mining – Descoberta de Conhecimento em Base de Dados*. Lisboa, Portugal: FCA – Editora de Informática, Lda.

- Schapiro, E. R. (2002). The boosting approach to machine learning: An overview, *MSRI Workshop on Nonlinear Estimation and Classification*. Berkeley, U.S.A.: Mathematical Sciences Research Institute
- Sequeira, M. (1995). *Metodologia do Ensino das Ciências no Contexto Ciência-Tecnologia-Sociedade* Comunicação apresentada no III Encontro Nacional de Didáctica/Metodologia da Educação, Braga, Portugal.
- Sweeny, A., & Paradis, J. (2004). Developing a Laboratory Model for the Professional Preparation of Future Science Teachers: A Situated Cognition Perspective. *Research in Science Education*, 34, 195-219.
- Taniar, D. (Ed.). (2008). *Data Mining and Knowledge Discovery Technologies*. New York, U.S.A.: IGI Publishing.
- Teixeira, H. Q. (2005). *Sistemas de Conhecimento Baseados em Data Mining: Aplicação à Análise da Estabilidade de Estruturas Metálicas*. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia, Universidade de Minho, Braga, Portugal.
- Thuraisingham, B. (1999). *Data Mining Technologies, Techniques, Tools and Trends*. Boca Raton, U.S.A.: CRC Press LLC.
- Torgo, L. (1999). *Árvores de Regressão – Métodos e Aplicações*. Tese de Doutoramento, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal.
- Tuckman, B. (1994/2000). *Manual de Investigação em Educação*. Lisboa, Portugal: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Turban, E., Aronson, J. E., & Liang, T.-P. (2004). *Decision Support Systems and Intelligent Systems* (7ª ed.). New Jersey, USA: Prentice Hall.
- UNESCO (Ed.). (1977). *Novo Manual da Unesco para o Ensino das Ciências*. Lisboa, Portugal: Editorial Estampa.
- Valadares, J., & Costa Pereira, D. (1991). *Didáctica da Física e da Química* (Vol. I). Lisboa, Portugal: Universidade Aberta.

- Valente, M., & Moreira, H. (2009). Equilíbrio de Solubilidade. Uma Demonstração Simples, Adequada ao Ensino Secundário. *Química, 114*, 15-16.
- Watson, R. (2000). The Role of Practical Work. In J. Osborne (Ed.), *Good Practice in Science Teaching: What Research Has to Say* (pp. 55-70). Buckingham, U.K.: Open University Press.
- Weiss, S., & Kulikowski, C. (1990). *Computer Systems that Learn: Classification and Prediction Methods from Statistics, Neural Nets, Machine Learning, and Expert Systems*. San Mateo, U.S.A.: Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- Witten, I. H., & Frank, E. (2005). *Data Mining - Practical Machine Learning Tools and Techniques* (2ª ed.). San Francisco, U.S.A.: Elsevier.
- Woolnough, B. (1991). Setting the Scene. In B. Woolnough (Ed.), *Practical Science: The Role and Reality of Practical Work in School Science* (pp. 3-9). Milton Keynes, U.K.: Open University Press.
- Woolnough, B., & Allsop, T. (1985). *Practical Work in Science*. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.

ANEXO I – INQUÉRITOS UTILIZADOS NESTE ESTUDO

Neste anexo apresentam-se os inquéritos dirigidos aos alunos do 10º ano, do 11º ano e aos professores.

I.1 Inquérito dirigido aos alunos do 10º ano



Caro Aluno

Sou professora de Física e Química A na Escola Secundária de Gama Barros, no Cacém e estou a frequentar, na Universidade de Évora, o Mestrado em Química em Contexto Escolar. A dissertação que me propus desenvolver está relacionada com a caracterização do trabalho experimental realizado no ensino secundário e com a importância do mesmo na aprendizagem da Química.

Este estudo é importante para a elaboração da minha dissertação mas, também, pode ser útil para a sensibilização de professores e alunos para a importância do trabalho experimental no ensino/aprendizagem da Química. Venho, pelas razões anteriormente expostas, solicitar a sua participação neste estudo através da resposta a este inquérito.

Agradeço a sua colaboração.

Cacém, Março de 2009

Maria de Lurdes Azevedo e Silva da Cruz Esteves

INQUÉRITO DIRIGIDO AOS ALUNOS DO 10º ANO DE ESCOLARIDADE

Idade: _____ Sexo: F M Repetente: Não Sim

Aluno de Escola do Ensino: Público Privado Outro Qual? _____

+ Competências adquiridas no Ensino Básico necessárias às aulas experimentais de química do 10º ano (coloque X na opção escolhida).

1. Frequentou o Ensino Básico:

- a) Na Escola onde se encontra actualmente
- b) Numa Escola E.B.2,3
- c) Noutra Escola Qual? _____

2. Teve aulas experimentais no Ensino Básico?

- a) Muitas vezes
- b) Algumas vezes
- c) Raramente
- d) Nunca

Se respondeu d) passe à questão 6

3. As aulas experimentais eram efectuadas:

- a) Pelo professor
- b) Pelo aluno, individualmente
- c) Pelo aluno, em grupo
- d) Umhas vezes pelo professor, outras vezes pelos alunos

4. A seguir às aulas experimentais elaborou:

- a) Relatório
- b) Ficha
- c) Não realizou qualquer tipo de trabalho

5. Considera que as aulas experimentais que realizou no Ensino Básico têm, em relação às aulas experimentais no Ensino Secundário:

- a) Muita Importância
- b) Alguma Importância
- c) Nenhuma Importância

+ Caracterização da Escola no que respeita às instalações necessárias às aulas experimentais de química (coloque X na opção escolhida)

6. A Escola possui Laboratório de Química:

- a) Sim
- b) Não

Se respondeu a) passe à questão 8

7. Se a Escola não possui Laboratório de Química:

- a) Não são leccionadas as aulas experimentais de química
- b) São leccionadas as aulas experimentais de química Onde? _____

Se respondeu a) passe à questão 15

8. Considera que a Escola está equipada com o material necessário para a realização das aulas experimentais de química:

- a) Muito Bem
- b) Bem
- c) Razoavelmente
- d) Mal

9. Considera que o material existente na escola:

- a) Permite a realização de todas as aulas experimentais de química
- b) Permite a realização da maioria das aulas experimentais de química
- c) Permite a realização de apenas algumas aulas experimentais de química
- d) Não permite a realização de aulas experimentais de química

10. No seu horário, os tempos lectivos previstos para a realização das aulas experimentais de química:

- a) São sempre no local apropriado
- b) Alguns são no local apropriado
- c) Nunca são no local apropriado

✚ Caracterização das aulas práticas de experimentais (coloque X na opção escolhida)

11. As aulas experimentais de química são realizadas:

- a) Pelo professor
- b) Pelos alunos
- c) Umhas vezes pelo professor, outras vezes pelos alunos

Se respondeu a) passe à questão 13

12. Realiza as aulas experimentais de química: (pode seleccionar mais de uma opção)

- a) Individualmente
- b) Em grupos de 2
- c) Em grupos de 3
- d) Em grupos de 4
- e) Outro Qual? _____

13. Após a realização do trabalho experimental: (pode seleccionar mais de uma opção)

- a) Elabora relatório na sala de aula
- b) Elabora relatório em casa
- c) Responde a uma ficha sobre a aula experimental de química, na sala de aula
- d) Responde a uma ficha sobre a aula experimental de química, em casa
- e) Não elabora qualquer tipo de trabalho
- f) Outro Qual? _____

14. O trabalho experimental realizado nas aulas experimentais de química baseia-se:

- a) No protocolo proposto no manual
- b) Numa questão-problema a partir da qual elabora um protocolo
- c) Outro Qual? _____

+ A importância da experimentação na aprendizagem da Química (coloque X na opção escolhida)

15. Na aprendizagem da Química, considera que a experimentação é:

- a) Muito Importante
- b) Importante
- c) Pouco Importante
- d) Muito Pouco Importante
- e) Nada Importante

16. Considera que a sua motivação para a aprendizagem da Química, aumenta com o recurso às aulas experimentais de química:

- a) Muito
- b) Alguma Coisa
- c) Pouco
- d) Muito Pouco
- e) Nada

Obrigada pela sua colaboração

I.2 Inquérito dirigido aos alunos do 11º ano



Caro Aluno

Sou professora de Física e Química A na Escola Secundária de Gama Barros, no Cacém e estou a frequentar, na Universidade de Évora, o Mestrado em Química em Contexto Escolar. A dissertação que me propus desenvolver está relacionada com a caracterização do trabalho experimental realizado no ensino secundário e com a importância do mesmo na aprendizagem da Química.

Este estudo é importante para a elaboração da minha dissertação mas, também, pode ser útil para a sensibilização de professores e alunos para a importância do trabalho experimental no ensino/aprendizagem da Química. Venho, pelas razões anteriormente expostas, solicitar a sua participação neste estudo através da resposta a este inquérito.

Agradeço a sua colaboração.

Cacém, Março de 2009

Maria de Lurdes Azevedo e Silva da Cruz Esteves

INQUÉRITO DIRIGIDO AOS ALUNOS DO 11º ANO DE ESCOLARIDADE

Idade: _____ Sexo: F M Repetente: Não Sim

Aluno de Escola do Ensino: Público Privado Outro Qual? _____

+ Competências adquiridas no 10º ano necessárias às aulas experimentais de química do 11º ano (coloque X na opção escolhida).

1. As aulas experimentais eram efectuadas:
 - a) Pelo professor
 - b) Pelo aluno, individualmente
 - c) Pelo aluno, em grupo
 - d) Uma vez pelo professor, outras vezes pelos alunos

2. A seguir às aulas experimentais elaborou:
 - a) Relatório
 - b) Ficha
 - c) Não realizou qualquer tipo de trabalho

3. Considera que as aulas experimentais que realizou no 10º ano têm, em relação às aulas experimentais do 11º ano:
 - a) Muita Importância
 - b) Alguma Importância
 - c) Nenhuma Importância

+ Caracterização da Escola no que respeita às instalações necessárias às aulas experimentais de química (coloque X na opção escolhida)

4. A Escola possui Laboratório de Química:

- a) Sim
- b) Não

Se respondeu a) passe à questão 6

5. Se a Escola não possui Laboratório de Química:

- a) Não são leccionadas as aulas experimentais de química
- b) São leccionadas as aulas experimentais de química Onde? _____

Se respondeu a) passe à questão 13

6. Considera que a Escola está equipada com o material necessário para a realização das aulas experimentais de química:

- a) Muito Bem
- b) Bem
- c) Razoavelmente
- d) Mal

7. Considera que o material existente na escola:

- a) Permite a realização de todas as aulas experimentais de química
- b) Permite a realização da maioria das aulas experimentais de química
- c) Permite a realização de apenas algumas aulas experimentais de química
- d) Não permite a realização de aulas experimentais de química

8. No seu horário, os tempos lectivos previstos para a realização das aulas experimentais de química:

- a) São sempre no local apropriado
- b) Alguns são no local apropriado
- c) Nunca são no local apropriado

+ Caracterização das aulas experimentais de química (coloque X na opção escolhida)

9. As aulas experimentais de química são realizadas:

- a) Pelo professor
- b) Pelos alunos
- c) Uma vez pelo professor, outras vezes pelos alunos

Se respondeu a) passe à questão 11

10. Realiza as aulas experimentais de química: (pode seleccionar mais de uma opção)

- a) Individualmente
- b) Em grupos de 2
- c) Em grupos de 3
- d) Em grupos de 4
- e) Outro Qual? _____

11. Após a realização do trabalho experimental: (pode seleccionar mais de uma opção)

- a) Elabora relatório na sala de aula
- b) Elabora relatório em casa
- c) Responde a uma ficha sobre a aula experimental de química, na sala de aula
- d) Responde a uma ficha sobre a aula experimental de química, em casa
- e) Não elabora qualquer tipo de trabalho
- f) Outro Qual? _____

12. O trabalho experimental realizado nas aulas experimentais de química baseia-se:

- a) No protocolo proposto no manual
- b) Numa questão-problema a partir da qual elabora um protocolo
- c) Outro Qual? _____

A importância da experimentação na aprendizagem da Química (coloque X na opção escolhida)

13. Na aprendizagem da Química, considera que a experimentação é:

- a) Muito Importante
- b) Importante
- c) Pouco Importante
- d) Muito Pouco Importante
- e) Nada Importante

14. Considera que a sua motivação para a aprendizagem da Química, aumenta com o recurso às aulas experimentais de química:

- a) Muito
- b) Alguma Coisa
- c) Pouco
- d) Muito Pouco
- e) Nada

Obrigada pela sua colaboração

1.3 Inquérito dirigido aos professores



Caro Colega

Sou professora de Física e Química A na Escola Secundária de Gama Barros, no Cacém e estou a frequentar, na Universidade de Évora, o Mestrado em Química em Contexto Escolar. A dissertação que me propus desenvolver está relacionada com a caracterização do trabalho experimental realizado no ensino secundário e com a importância do mesmo na aprendizagem da Química.

Este estudo é importante para a elaboração da minha dissertação mas, também, pode ser útil para a sensibilização de professores e alunos para a importância do trabalho experimental no ensino/aprendizagem da Química. Venho, pelas razões anteriormente expostas, solicitar a sua participação neste estudo através da resposta a este inquérito.

Agradeço a sua colaboração.

Cacém, Março de 2009

Maria de Lurdes Azevedo e Silva da Cruz Esteves

INQUÉRITO DIRIGIDO AOS PROFESSORES

Idade: _____ Sexo: F M Tempo de Serviço: _____

Grau Académico: Bacharelato Licenciatura Mestrado Doutoramento

Outro Qual? _____

Categoria: Contratado QZP PQND, não titular PQND, titular

Outra Qual? _____

✚ Caracterização da Escola no que respeita às instalações necessárias às aulas experimentais de química (coloque X na opção escolhida)

1. A Escola possui Laboratório de Química:

a) Sim

b) Não

Se respondeu a) passe à questão 3

2. Se a Escola não possui Laboratório de Química:

a) Não são leccionadas as aulas experimentais de química

b) São leccionadas as aulas experimentais de química Onde? _____

Se respondeu a) passe à questão 10

3. Considera que a Escola está equipada com o material necessário para a realização das aulas experimentais de química:

a) Muito Bem

b) Bem

c) Razoavelmente

d) Mal

4. Considera que o material existente na escola:
- a) Permite a realização de todas as aulas experimentais de química
 - b) Permite a realização da maioria das aulas experimentais de química
 - c) Permite a realização de apenas algumas aulas experimentais de química
 - d) Não permite a realização de aulas experimentais de química
5. No seu horário, os tempos lectivos previstos para a realização das aulas experimentais de química:
- a) São sempre no local apropriado
 - b) Alguns são no local apropriado
 - c) Nunca são no local apropriado

✚ Caracterização das aulas experimentais de química (coloque X na opção escolhida)

6. As aulas experimentais de química são realizadas:
- a) Pelo professor
 - b) Pelos alunos
 - c) Umhas vezes pelo professor, outras vezes pelos alunos

Se respondeu a) passe à questão 8

7. Os alunos realizam as aulas experimentais de química: (pode seleccionar mais de uma opção)
- a) Individualmente
 - b) Em grupos de 2
 - c) Em grupos de 3
 - d) Em grupos de 4
 - e) Outro Qual? _____

8. Após a realização do trabalho experimental os alunos: (pode seleccionar mais de uma opção)

- a) Elaboram o relatório na sala de aula
- b) Elaboram o relatório em casa
- c) Respondem a uma ficha sobre a aula experimental de química na sala de aula
- d) Respondem a uma ficha sobre a aula experimental de química, em casa
- e) Não elaboram qualquer tipo de trabalho
- f) Outro Qual? _____

9. O trabalho experimental realizado nas aulas experimentais de química baseia-se:

- a) No protocolo proposto no manual
- b) Numa questão-problema a partir da qual os alunos elaboram um protocolo
- c) Outro Qual? _____

A importância da experimentação no ensino/aprendizagem da Química (coloque X na opção escolhida)

10. No ensino da Química, considera que a experimentação é:

- a) Muito Importante
- b) Importante
- c) Pouco Importante
- d) Muito Pouco Importante
- e) Nada Importante

11. Considera que os alunos que tiveram aulas experimentais de Química no Ensino Básico têm, no Ensino Secundário, resultados:

- a) Muito Melhores
- b) Melhores
- c) Semelhantes
- d) Piores

12. Considera que os alunos que realizam aulas experimentais de Química têm resultados:

- a) Muito Melhores c) Semelhantes
b) Melhores d) Piores

13. Considera que os alunos que elaboram trabalhos pós-aula experimental de química têm, na avaliação sumativa, resultados:

- a) Muito Melhores c) Semelhantes
b) Melhores d) Piores

14. Considera que o recurso a aulas experimentais influencia a motivação dos alunos para a aprendizagem da Química:

- a) Muito d) Muito Pouco
b) Alguma Coisa e) Nada
c) Pouco

15. Considera que o recurso a aulas experimentais torna mais interessante leccionar Química:

- a) Muito d) Muito Pouco
b) Alguma Coisa e) Nada
c) Pouco

16. Considera que o recurso a aulas experimentais de química contribui para a literacia dos alunos em química:

- a) Muito d) Muito Pouco
b) Alguma Coisa e) Nada
c) Pouco

Obrigada pela sua colaboração

ANEXO II – PEDIDOS DE AUTORIZAÇÃO/AUTORIZAÇÕES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DOS INQUÉRITOS

Neste anexo apresentam-se os documentos relativos às diligências efectuadas junto da Direcção-Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular (DGIDC) tendo em vista a obtenção de autorização para a aplicação dos inquéritos em meio escolar. Apresentam-se, ainda, os pedidos de autorização enviados aos Conselhos Directivos/Direcções das Escolas para a aplicação dos inquéritos e, por fim, os pedidos de autorização, enviados aos Encarregados de Educação, solicitando a colaboração dos respectivos educandos neste estudo.

II.1 Autorização dada pela DGIDC para a implementação do inquérito referente ao 10º ano

O pedido de autorização do inquérito n.º 0024000002, com a designação Inquérito aos alunos de 10º ano, no âmbito da elaboração da Dissertação de Mestrado em Química em Contexto Escolar, “Caracterização do trabalho experimental realizado no ensino secundário e estudo da importância do mesmo na aprendizagem da Química”, registado em 06-01-2009, foi aprovado. Avaliação do inquérito:

Exma. Senhora Dra. Maria de Lurdes Esteves,

Informo por este meio que o pedido de aplicação de inquérito em meio escolar é autorizado uma vez que o instrumento submetido a análise cumpre os requisitos de qualidade técnica e metodológica para tal. No entanto, sugiro que adicione uma folha de rosto no questionário com uma breve introdução que explicita o âmbito e objectivos da investigação.

Com os melhores cumprimentos

Joana Brocardo – Directora-Geral – DGIDC

II.2 Autorização dada pela DGIDC para a implementação do inquérito referente ao 11º ano

O pedido de autorização do inquérito n.º 0024000003, com a designação Inquérito aos alunos de 11º ano, no âmbito da elaboração da Dissertação de Mestrado em Química em Contexto Escolar, “Caracterização do trabalho experimental realizado no ensino secundário e estudo da importância do mesmo na aprendizagem da Química”, registado em 06-01-2009, foi aprovado. Avaliação do inquérito:

Exma. Senhora Dra. Maria de Lurdes Esteves,

Informo por este meio que o pedido de aplicação de inquérito em meio escolar é autorizado uma vez que o instrumento submetido a análise cumpre os requisitos de qualidade técnica e metodológica para tal. No entanto, sugiro que adicione uma folha de rosto no questionário com uma breve introdução que explicita o âmbito e objectivos da investigação.

Com os melhores cumprimentos

Joana Brocardo – Directora-Geral – DGIDC

II.3 Autorização dada pela DGIDC para a implementação do inquérito referente aos professores

O pedido de autorização do inquérito n.º 0024000004, com a designação Inquérito aos professores, no âmbito da elaboração da Dissertação de Mestrado em Química em Contexto Escolar, “Caracterização do trabalho experimental realizado no ensino secundário e estudo da importância do mesmo na aprendizagem da Química”, registado em 06-01-2009, foi aprovado. Avaliação do inquérito:

Exma. Senhora Dra. Maria de Lurdes Esteves,

Informo por este meio que o pedido de aplicação de inquérito em meio escolar é autorizado uma vez que o instrumento submetido a análise cumpre os requisitos de qualidade técnica e metodológica para tal. No entanto, sugiro que adicione uma folha de rosto no questionário com uma breve introdução que explicita o âmbito e objectivos da investigação.

Com os melhores cumprimentos

Joana Brocardo – Directora Geral – DGIDC

II.4 Pedido de autorização dirigido aos conselhos executivos/direcções das escolas para a aplicação dos inquéritos



Exmo. Sr. Presidente/Director

da Escola Secundária _____

Sou professora de Física e Química A na Escola Secundária de Gama Barros, no Cacém e estou a frequentar, na Universidade de Évora, o Mestrado em Química em Contexto Escolar. A dissertação que me propus desenvolver está relacionada com a caracterização do trabalho experimental realizado no ensino secundário e com a importância do mesmo na aprendizagem da Química.

Este estudo é importante para a elaboração da minha dissertação mas, também, pode ser útil para a sensibilização de professores e alunos para a importância do trabalho experimental no ensino/aprendizagem da Química.

Os instrumentos de recolha de informação que serão utilizados no referido estudo são inquéritos por questionário, cuja aplicação em meio escolar já foi autorizada pela DGIDC, conforme determina o Despacho nº 15847/2007 do Ministério da Educação.

Venho, por este meio, solicitar a V. Exa. que se digne autorizar a inclusão do Estabelecimento de Ensino que dirige no referido estudo através da aplicação dos inquéritos aos alunos de Física e Química A do 10º e 11º Ano e aos respectivos professores.

Para que possa decidir sobre o interesse da participação neste estudo, anexo um exemplar de cada um dos inquéritos, bem como cópias das autorizações da DGIDC para a sua implementação em meio escolar.

Caso haja interessa da vossa parte, solicito que entrem em contacto comigo para que possa enviar para a escola, o número de exemplares dos questionários que forem necessários, bem como os pedidos de autorização a serem endereçados aos Encarregados de Educação dos alunos.

Aguardo deferimento

Atenciosamente agradeço a sua colaboração.

Cacém, 3 de Março de 2009

Maria de Lurdes Azevedo e Silva da Cruz Esteves

Telem: 914614548

e-mail: lurdesesteves_9@hotmail.com

II.5 Pedido de autorização dirigido aos encarregados de educação para a participação dos seus educandos neste estudo



Exmo. Encarregado de Educação

Sou professora de Física e Química A na Escola Secundária de Gama Barros, no Cacém e estou a frequentar, na Universidade de Évora, o Mestrado em Química em Contexto Escolar. A dissertação que me propus desenvolver está relacionada com a caracterização do trabalho experimental realizado no ensino secundário e com a importância do mesmo na aprendizagem da Química.

Este estudo é importante para a elaboração da minha dissertação mas, também, pode ser útil para a sensibilização de professores e alunos para a importância do trabalho experimental no ensino/aprendizagem da Química.

Os instrumentos de recolha de informação que serão utilizados no referido estudo são inquéritos por questionário, cuja aplicação em meio escolar já foi autorizada pela DGIDC, conforme determina o Despacho nº 15847/2007 do Ministério da Educação.

Venho, por este meio, solicitar a V. Exa. que se digne autorizar a participação do seu educando neste estudo, através da resposta ao inquérito “Caracterização do Trabalho Experimental Realizado no Ensino Secundário e Estudo da Importância do mesmo na Aprendizagem da Química”.

Garante-se o anonimato do inquérito uma vez que a autorização ficará com o professor de Física e Química A ou com o Director de Turma.

Atenciosamente agradeço a sua colaboração.

Cacém, 3 de Março de 2009

Maria de Lurdes Azevedo e Silva da Cruz Esteves

✂-----

Eu, _____, Encarregado de Educação
do aluno nº ____, da turma _____, da Escola Secundária _____,
autorizo que o meu educando responda ao inquérito sobre a “Caracterização do
Trabalho Experimental Realizado no Ensino Secundário e Estudo da Importância do
mesmo na Aprendizagem da Química”.

Assinatura do Encarregado de Educação _____ Data: _____

ANEXO III – ESCOLAS CONTACTADAS E INQUÉRITOS ENVIADOS/RECEBIDOS

Neste anexo apresenta-se a lista de escolas contactadas, assinalando-se aquelas que não autorizaram a implementação dos inquéritos. Apresenta-se, ainda, o número de inquéritos enviados para as escolas e o número de inquéritos devolvidos.

III.1 Lista de escolas contactadas

Tabela 27 – Escolas contactadas solicitando autorização para implementar os inquéritos

Escola	Observações
Colégio de Santa Doroteia – Lisboa	
Colégio do Sagrado Coração de Maria – Lisboa	
Colégio Internacional de Vilamoura – Quarteira	*
Colégio Maristas de Carcavelos – Parede	*
Colégio Militar – Lisboa	*
Colégio Moderno – Lisboa	
Colégio Salesiano de Lisboa – Lisboa	+
Colégio São João de Brito – Lisboa	
Colégio Valsassina – Lisboa	
Escola Carolina Michaelis – Extrenato – Lisboa	
Escola Internacional do Algarve – Lagoa	*
Escola Secundária André de Gouveia – Évora	
Escola Secundária António Inácio da Cruz – Grândola	*
Escola Secundária Camilo Castelo Branco – Vila Nova de Famalicão	+

* Não respondeu + Respondeu negativamente

Tabela 27 (Cont.) – Lista de escolas contactadas no sentido implementar os inquéritos

Escola	Observações
Escola Secundária D. Afonso Henriques – Santo Tirso	
Escola Secundária D. Manuel I – Beja	*
Escola Secundária da Amadora – Amadora	
Escola Secundária da Ramada – Ramada	+
Escola Secundária de Albufeira – Albufeira	*
Escola Secundária de Aljustrel – Aljustrel	
Escola Secundária de Almeida Garrett – Vila Nova de Gaia	
Escola Secundária de Amato Lusitano – Castelo Branco	+
Escola Secundária de Benfica – Lisboa	*
Escola Secundária de Bragança nº 3 – Bragança	
Escola Secundária de Caldas das Taipas – Guimarães	
Escola Secundária de Camilo Castelo Branco – Carnaxide	
Escola Secundária de Camões – Lisboa	
Escola Secundária de Caneças – Caneças	*
Escola Secundária de Carcavelos – Carcavelos	
Escola Secundária de Cascais – Cascais	*
Escola Secundária de Castro Verde – Castro Verde	*
Escola Secundária de Diogo de Gouveia – Beja	*
Escola Secundária de Emídio Navarro – Viseu	
Escola Secundária de Ferreira Dias – Cacém	
Escola Secundária de Gama Barros – Cacém	
Escola Secundária de Leal da Câmara – Rio de Mouro	
Escola Secundária de Loulé – Loulé	

* Não respondeu + Respondeu negativamente

Tabela 27 (Cont.) – Lista de escolas contactadas no sentido implementar os inquéritos

Escola	Observações
Escola Secundária de Mem Martins – Mem Martins	
Escola Secundária de Miguel Torga – Queluz	
Escola Secundária de Mirandela – Mirandela	*
Escola Secundária de Mouzinho da Silveira – Portalegre	*
Escola Secundária de Nuno Álvares – Castelo Branco	
Escola Secundária de Oliveira do Hospital – Oliveira do Hospital	*
Escola Secundária de Pedro Nunes – Lisboa	*
Escola Secundária de S. Pedro do Sul – S. Pedro do Sul	*
Escola Secundária de Santa Maria – Portela de Sintra	
Escola Secundária de Santa Maria da Feira – Santa Maria da Feira	*
Escola Secundária de Seia – Seia	
Escola Secundária de Serpa – Serpa	
Escola Secundária de Severim de Faria – Évora	+
Escola Secundária de Silves – Silves	*
Escola Secundária de Tavira – Tavira	
Escola Secundária de Tomás Cabreira – Faro	
Escola Secundária de Vila Pouca de Aguiar – Vila Pouca de Aguiar	
Escola Secundária de Viriato – Viseu	*
Escola Secundária Diogo de Macedo – Vila Nova de Gaia	
Escola Secundária do Restelo – Lisboa	
Escola Secundária do Rodo – Vila Real	*
Escola Secundária Dona Maria II – Braga	*
Escola Secundária Doutor Manuel Candeias Gonçalves – Odemira	

* Não respondeu + Respondeu negativamente

Tabela 27 (Cont.) – Lista de escolas contactadas no sentido implementar os inquéritos

Escola	Observações
Escola Secundária Doutor Ramiro Salgado – Moncorvo	
Escola Secundária Emídio Navarro – Almada	
Escola Secundária Filipa de Vilhena – Porto	
Escola Secundária Frei Heitor Pinto – Covilhã	+
Escola Secundária Infanta Dona Maria – Coimbra	
Escola Secundária Infante D. Henrique – Porto	*
Escola Secundária João da Silva Correia – São João da Madeira	
Escola Secundária João Gonçalves Zarco – Matosinhos	*
Escola Secundária José Saramago – Mafra	
Escola Secundária Manuel Teixeira Gomes – Portimão	*
Escola Secundária Martins Sarmiento – Braga	*
Escola Secundária Matias Aires – Mira Sintra	
Escola Secundária Padre Alberto Neto – Queluz	*
Escola Secundária Padre António Vieira – Lisboa	
Escola Secundária Padre Martins Oliveira – Lagoa	
Escola Secundária Pedro Alexandrino – Odivelas	*
Escola Secundária Poeta António Aleixo – Portimão	*
Escola Secundária Poeta Joaquim Serra – Montijo	+
Escola Secundária Professor Reynaldo dos Santos – Vila Franca de Xira	
Escola Secundária Professor Ruy Luís Gomes – Laranjeiro	*
Escola Secundária Stuart de Carvalhais – Massamá	
Instituto Militar dos Pupilos do Exército	

* Não respondeu + Respondeu negativamente

III.2 Número de inquéritos enviados/recebidos

Tabela 28 – Número de inquéritos enviados/recebidos

Escola	Inquérito – Professores	Inquérito – 10º Ano	Inquérito – 11º Ano
Colégio de Santa Doroteia – Lisboa	5/5	25/18	25/19
Colégio do Sagrado Coração de Maria – Lisboa	1/0	25/0	25/0
Colégio Moderno – Lisboa	3/0	60/0	60/0
Colégio São João de Brito – Lisboa	1/0	30/0	30/0
Colégio Valsassina – Lisboa	1/1	28/28	0/0
Escola Carolina Michaelis – Extrenato – Lisboa	2/0	50/0	30/0
Escola Secundária André de Gouveia – Évora	1/1	20/20	18/18
Escola Secundária D. Afonso Henriques – Santo Tirso	2/0	50/0	50/0
Escola Secundária da Amadora – Amadora	20/12	40/33	40/30
Escola Secundária de Aljustrel – Aljustrel	3/0	26/0	25/0
Escola Secundária de Almeida Garrett – Vila Nova de Gaia	5/0	80/0	60/0
Escola Secundária de Bragança nº 3 – Bragança	2/0	30/0	30/0
Escola Secundária de Caldas das Taipas – Guimarães	5/0	40/0	30/0
Escola Secundária de Camilo Castelo Branco – Carnaxide	7/6	25/23	10/9
Escola Secundária de Camões – Lisboa	5/0	30/0	30/0
Escola Secundária de Carcavelos – Carcavelos	4/3	40/24	40/8
Escola Secundária de Emídio Navarro – Viseu	3/0	60/0	50/0
Escola Secundária de Ferreira Dias – Cacém	1/1	30/23	27/0

Tabela 28 (Cont.) – Número de inquéritos enviados/recebidos

Escola	Inquérito – Professores	Inquérito – 10º Ano	Inquérito – 11º Ano
Escola Secundária de Gama Barros – Cacém	11/8	70/24	73/30
Escola Secundária de Leal da Câmara – Rio de Mouro	16/8	180/113	180/49
Escola Secundária de Loulé – Loulé	1/0	7/7	72/72
Escola Secundária de Mem Martins – Mem Martins	16/16	205/88	171/34
Escola Secundária de Miguel Torga – Queluz	10/6	20/0	20/0
Escola Secundária de Nuno Álvares – Castelo Branco	5/3	32/22	20/0
Escola Secundária de Santa Maria – Portela de Sintra	15/8	190/84	190/81
Escola Secundária de Seia – Seia	9/0	30/0	30/0
Escola Secundária de Serpa – Serpa	1/1	15/15	18/18
Escola Secundária de Tavira – Tavira	6/6	27/27	22/22
Escola Secundária de Tomás Cabreira – Faro	3/3	50/32	30/14
Escola Secundária de Vila Pouca de Aguiar – Vila Pouca de Aguiar	2/0	25/0	25/0
Escola Secundária Diogo de Macedo – Vila Nova de Gaia	1/1	1/1	1/1
Escola Secundária do Restelo – Lisboa	4/0	60/0	50/0
Escola Secundária Dr. Manuel Candeias Gonçalves – Odemira	2/2	0/0	25/25
Escola Secundária Doutor Ramiro Salgado – Moncorvo	5/4	39/39	40/15
Escola Secundária Emídio Navarro – Almada	15/0	30/0	30/0
Escola Secundária Filipa de Vilhena – Porto	6/0	20/0	20/0

Tabela 28 (Cont.) – Número de inquéritos enviados/recebidos

Escola	Inquérito – Professores	Inquérito – 10º Ano	Inquérito – 11º Ano
Escola Secundária Infanta Dona Maria – Coimbra	8/0	30/0	30/0
Escola Secundária João da Silva Correia – São João da Madeira	3/3	0/0	15/15
Escola Secundária José Saramago – Mafra	10/5	15/13	15/4
Escola Secundária Matias Aires – Mira Sintra	8/8	42/40	30/21
Escola Secundária Padre António Vieira – Lisboa	5/0	50/0	50/0
Escola Secundária Padre Martins Oliveira – Lagoa	3/3	10/5	10/7
Escola Secundária Professor Reynaldo dos Santos – Vila Franca de Xira	4/0	40/0	30/0
Escola Secundária Stuart de Carvalhais – Massamá	14/14	94/94	52/52
Instituto Militar dos Pupilos do Exército	6/1	21/8	16/1

ANEXO IV – MODELOS RELATIVOS À AMOSTRA DE ALUNOS DO 10º ANO

IV.1 Influência do percurso escolar anterior dos alunos

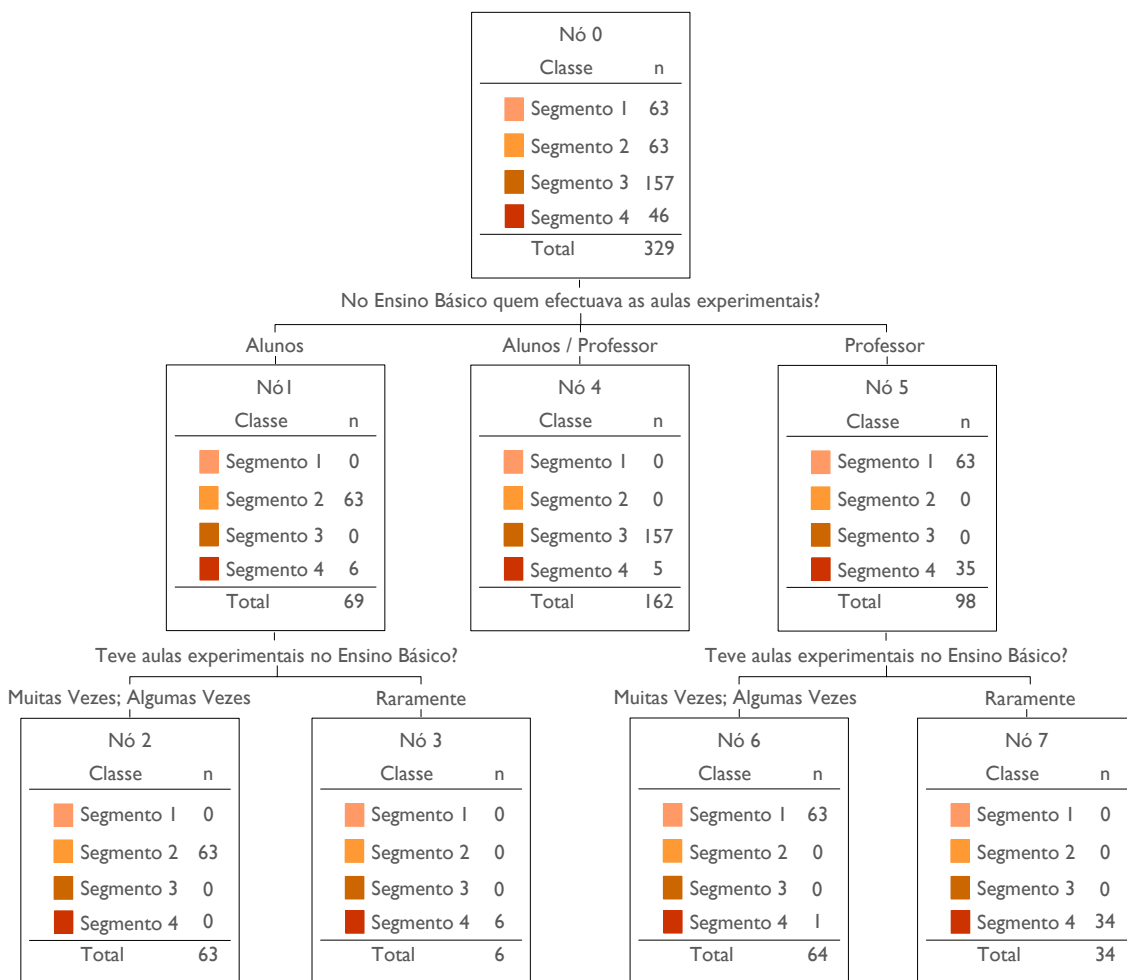


Figura 40 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 4$) com base no percurso escolar anterior dos alunos do 10º ano (questões I a V)

Tabela 29 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 40

	Matriz de Coincidências							
	Conjunto de Treino				Conjunto de Teste			
Segmento	1	2	3	4	1	2	3	4
1	63	0	0	0	27	0	0	0
2	0	63	0	0	0	39	0	0
3	0	0	157	0	0	0	69	0
4	1	0	5	40	1	0	3	19

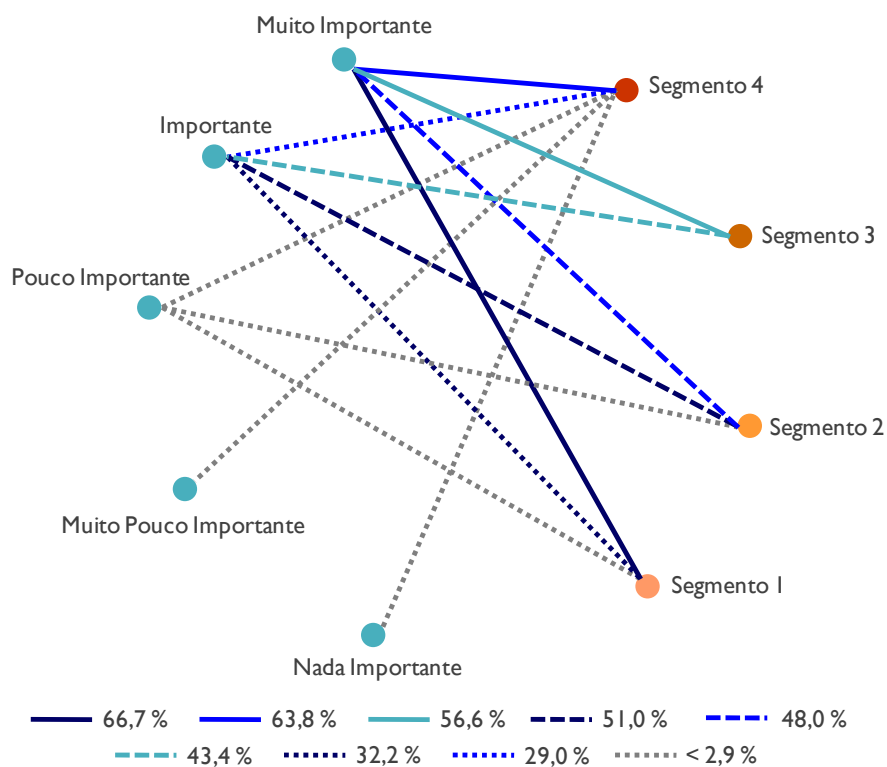


Figura 41 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XV, relacionada com a importância atribuída à experimentação na aprendizagem da Química

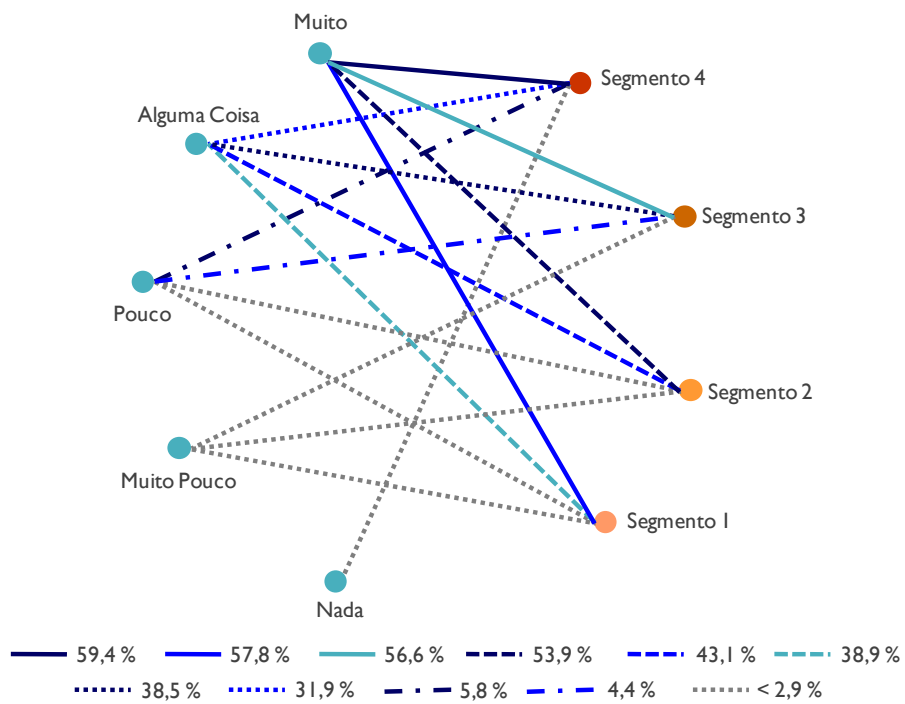


Figura 42 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XVI, relacionada com a motivação para a aprendizagem da Química

IV.II Influência dos recursos materiais existentes na escola

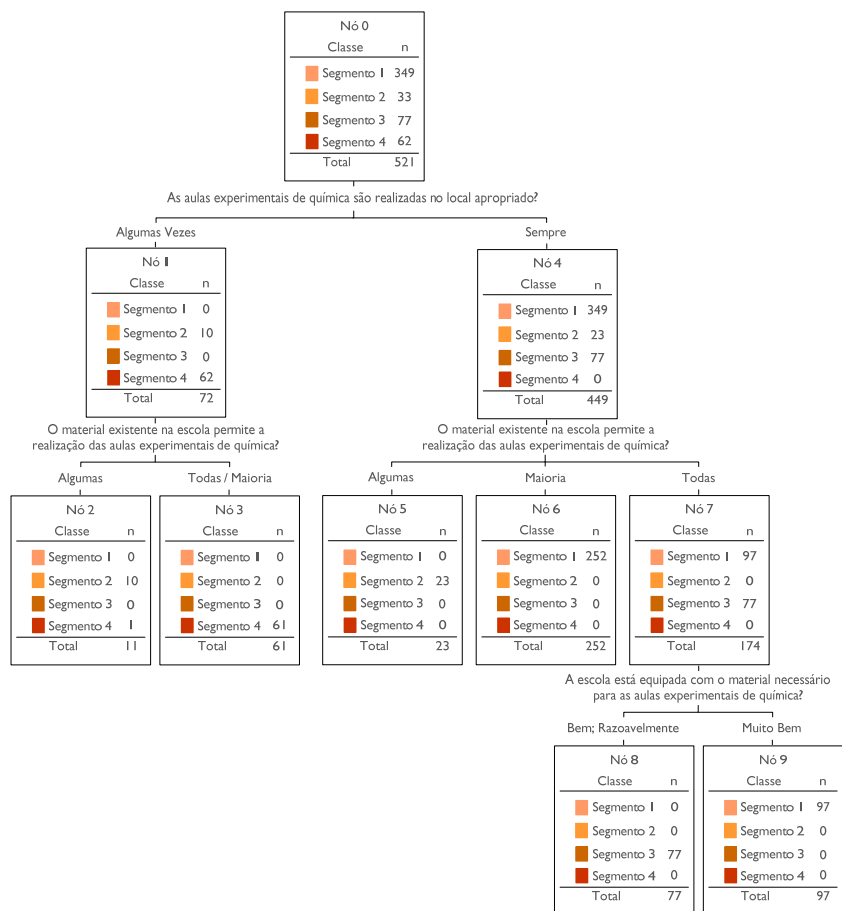


Figura 43 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 4$) com base nos recursos materiais existentes na escola (questões VIII a X)

Tabela 30 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 43

	Matriz de Coincidências							
	Conjunto de Treino				Conjunto de Teste			
Segmento	1	2	3	4	1	2	3	4
1	349	0	0	0	168	0	0	0
2	0	33	0	0	0	9	0	0
3	0	0	77	0	0	0	42	0
4	0	1	0	61	0	0	0	26

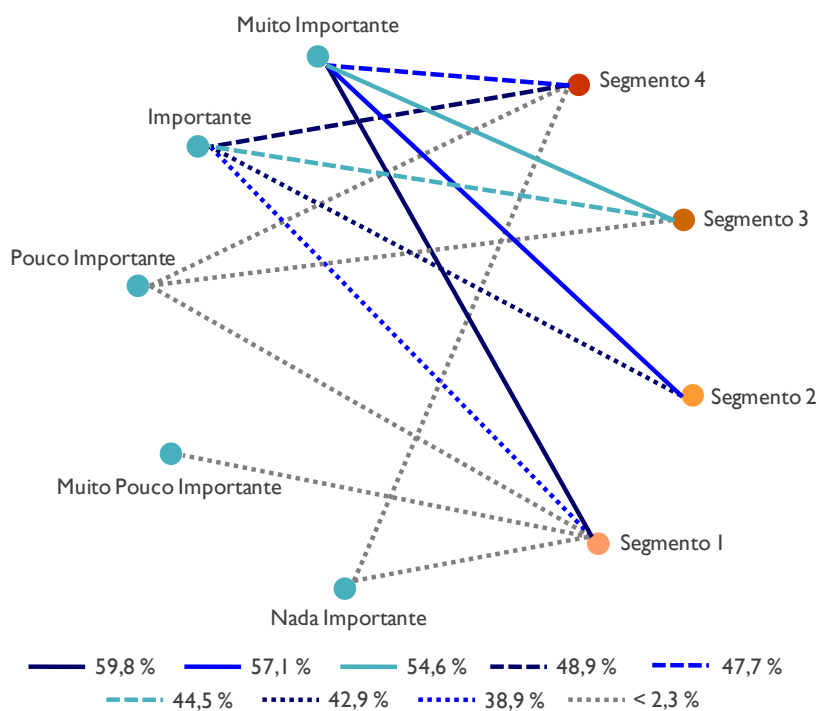


Figura 44 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XV, relacionada com a importância atribuída à experimentação na aprendizagem da Química

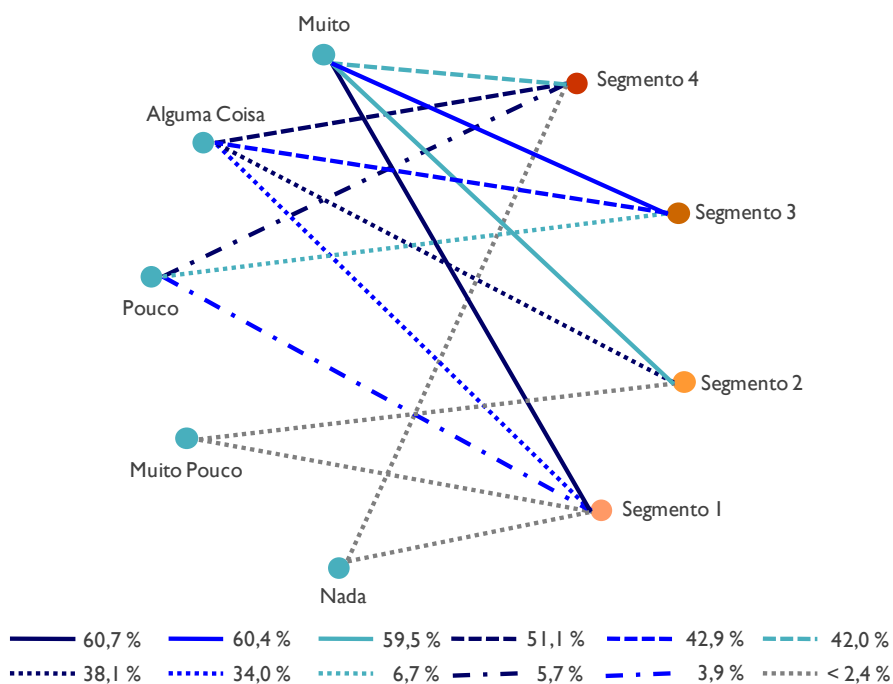


Figura 45 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XVI, relacionada com a motivação para a aprendizagem da Química

IV.III Influência da metodologia seguida nas aulas experimentais

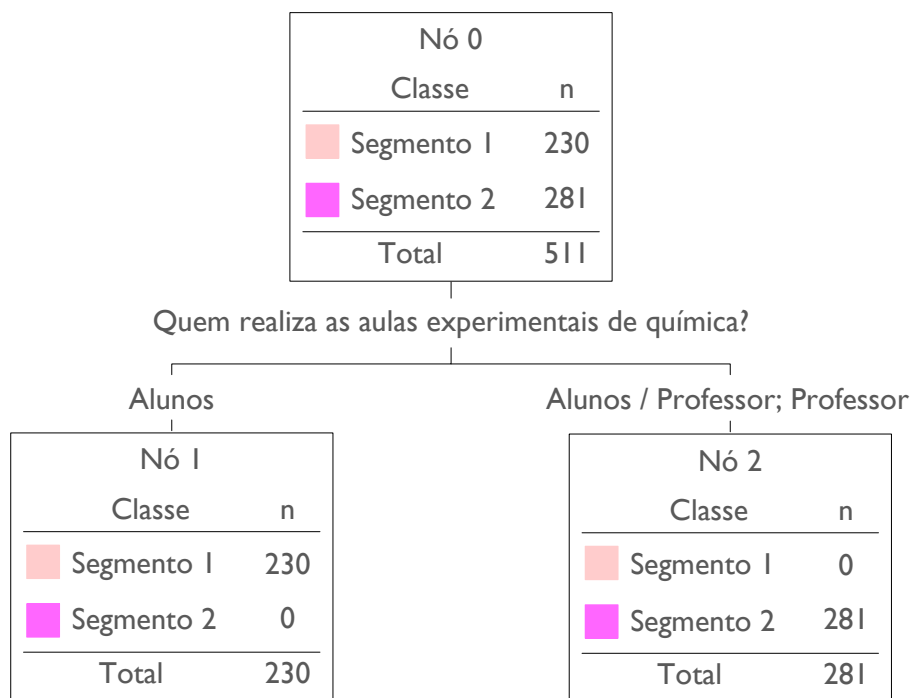


Figura 46 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 2$) com base na metodologia seguida nas aulas experimentais (questões XI a XIV)

Tabela 31 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 46

	Matriz de Coincidências			
	Conjunto de Treino		Conjunto de Teste	
Segmento	1	2	1	2
1	230	0	123	0
2	0	281	0	113

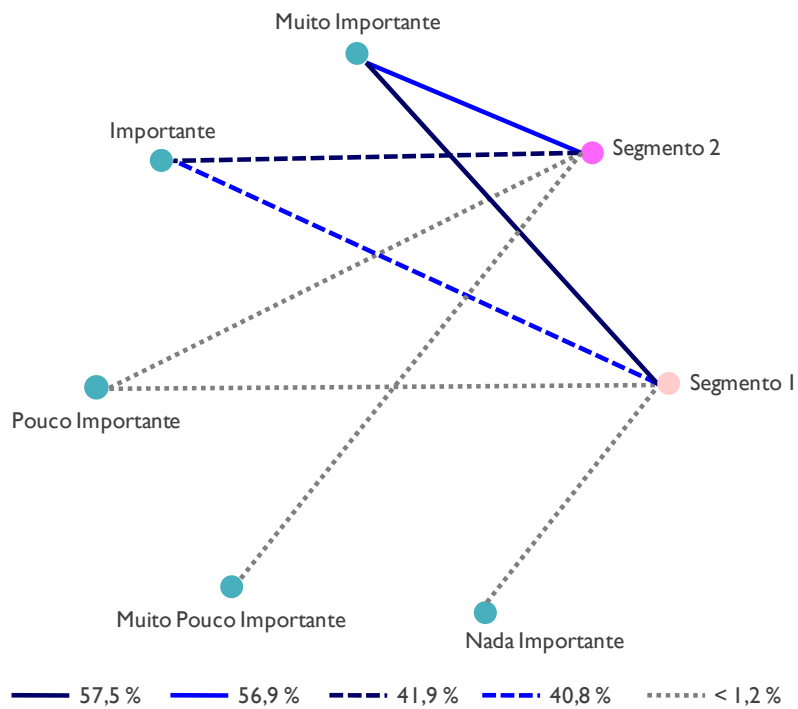


Figura 47 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XV, relacionada com a importância atribuída à experimentação na aprendizagem da Química

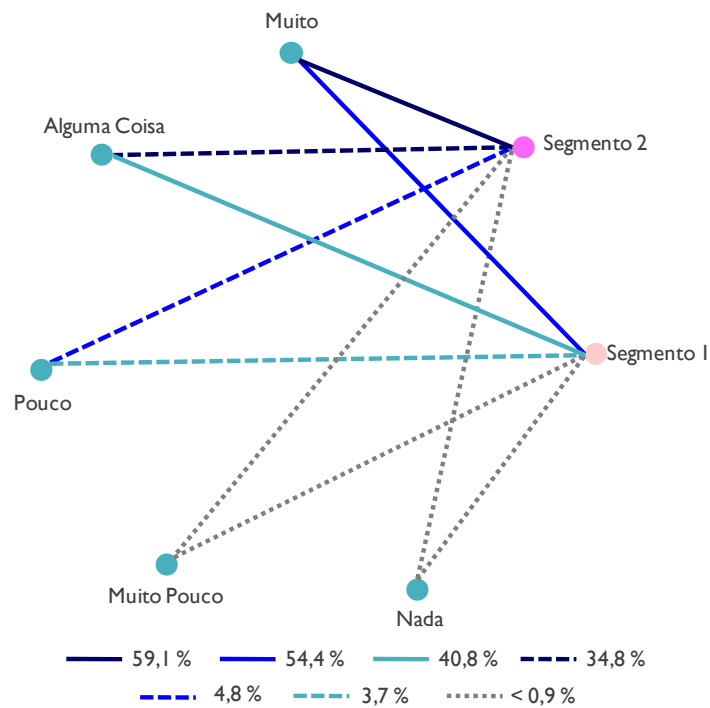


Figura 48 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XVI, relacionada com a motivação para a aprendizagem da Química

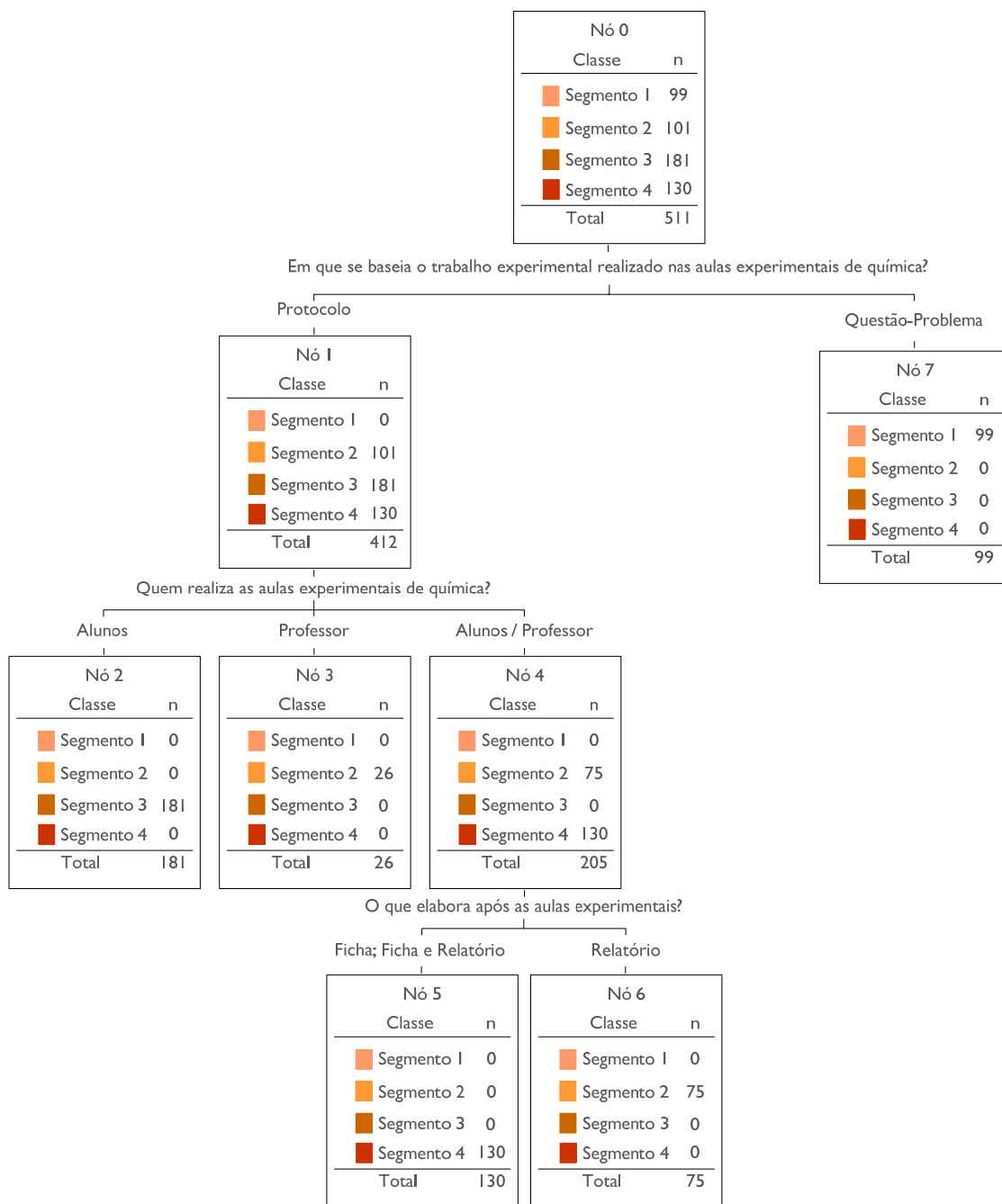


Figura 49 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 4$) com base na metodologia seguida nas aulas experimentais (questões XI a XIV)

Tabela 32 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 49

	Matriz de Coincidências							
	Conjunto de Treino				Conjunto de Teste			
Segmento	1	2	3	4	1	2	3	4
1	99	0	0	0	30	0	0	0
2	0	101	0	0	0	48	0	0
3	0	0	181	0	0	0	105	0
4	0	0	0	130	0	0	0	53

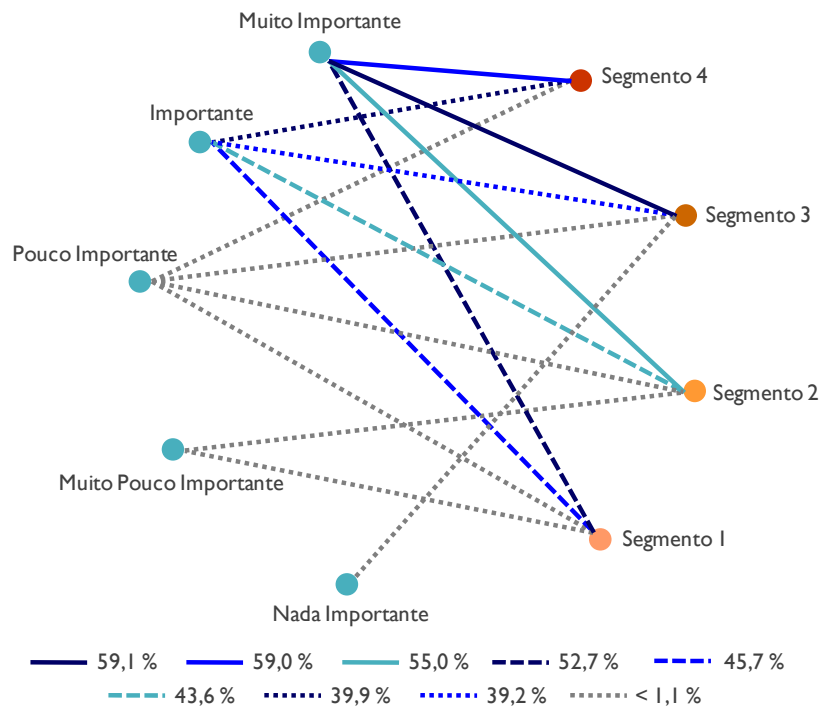


Figura 50 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XV, relacionada com a importância atribuída à experimentação na aprendizagem da Química

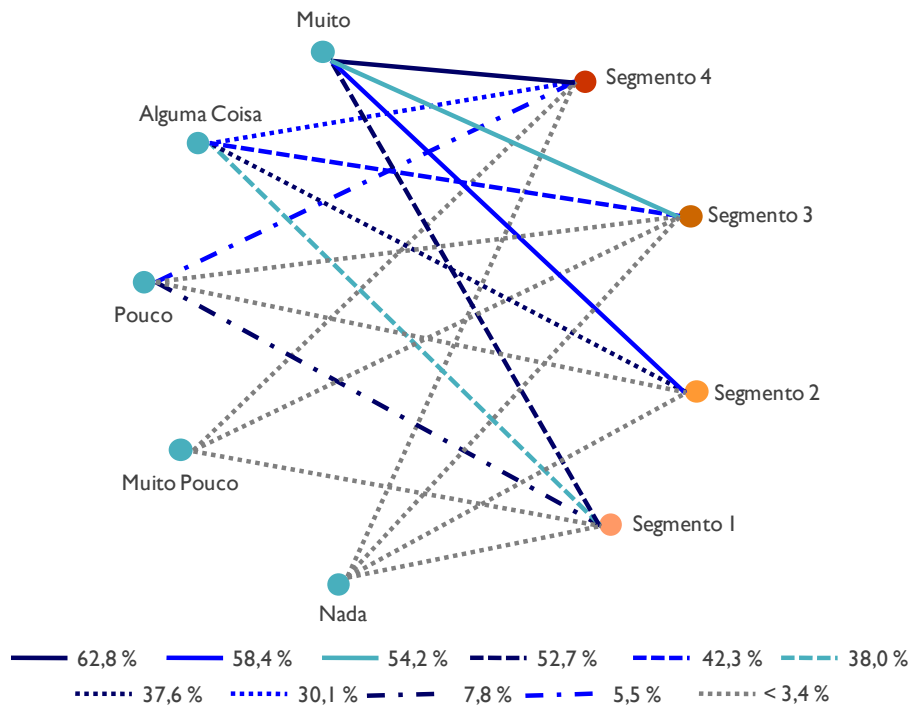


Figura 51 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XVI, relacionada com a motivação para a aprendizagem da Química

ANEXO V – MODELOS RELATIVOS À AMOSTRA DE ALUNOS DO 11º ANO

V.I Influência do percurso escolar relativo ao 10º ano

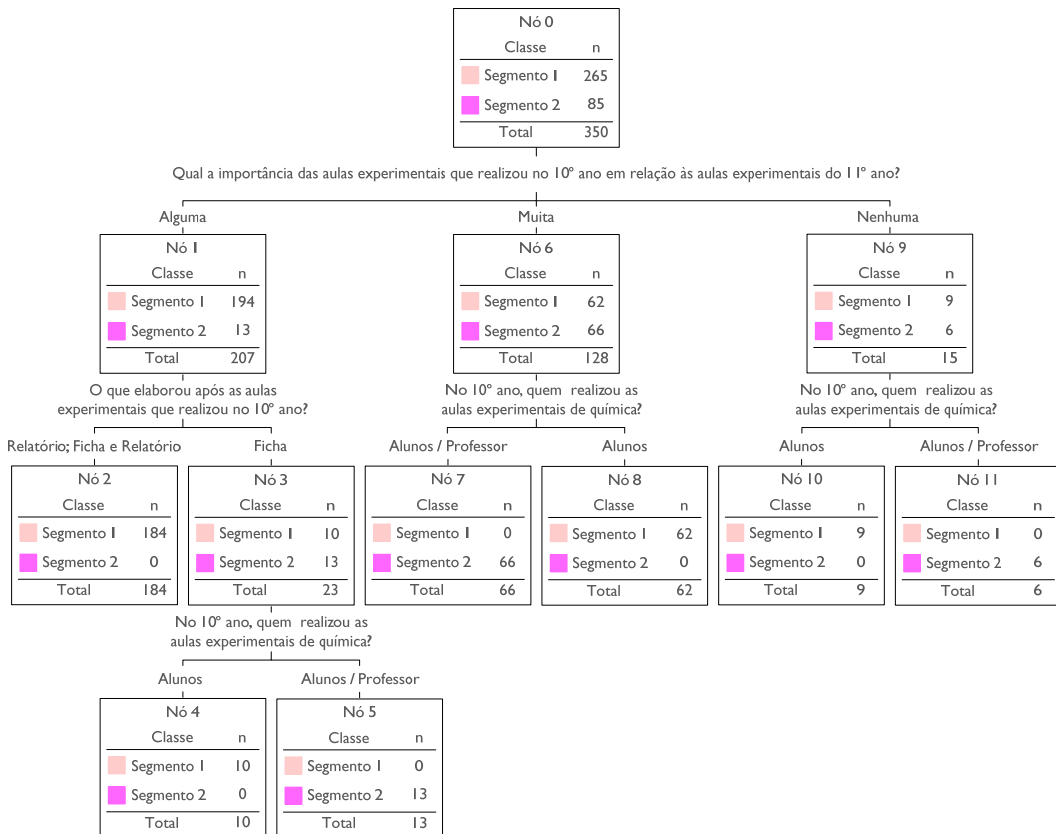


Figura 52 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 2$) com base no percurso escolar realizado pelos alunos no 10º ano (questões I a III)

Tabela 33 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 52

	Matriz de Coincidências			
	Conjunto de Treino		Conjunto de Teste	
Segmento	1	2	1	2
1	265	0	130	1
2	0	85	0	30

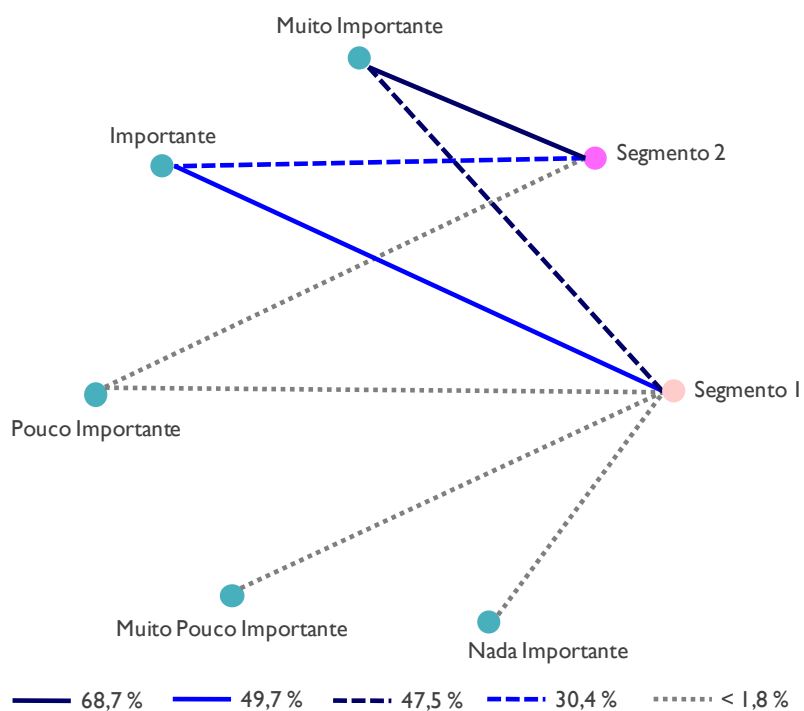


Figura 53 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XIII, relacionada com a importância atribuída à experimentação na aprendizagem da Química

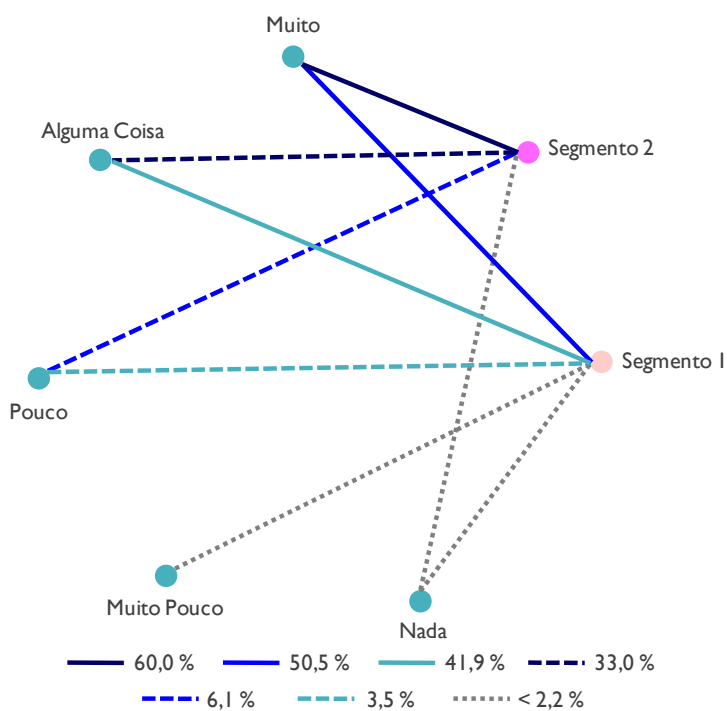


Figura 54 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XIV, relacionada com a motivação para a aprendizagem da Química

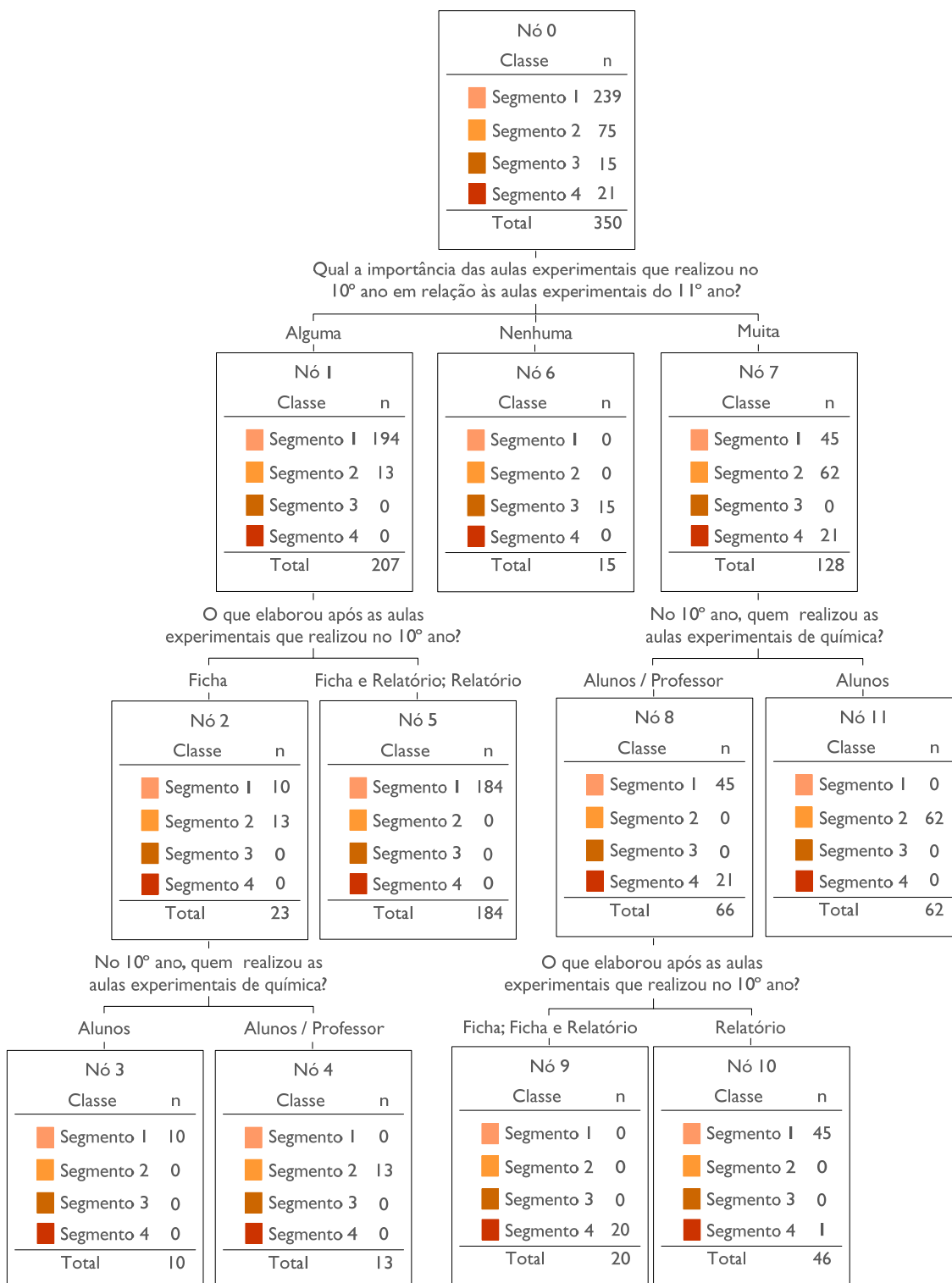


Figura 55 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 4$) com base no percurso escolar realizado pelos alunos no 10º ano (questões I a III)

Tabela 34 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 55

	Matriz de Coincidências							
	Conjunto de Treino				Conjunto de Teste			
Segmento	1	2	3	4	1	2	3	4
1	239	0	0	0	120	0	0	0
2	0	75	0	0	0	26	2	0
3	0	0	15	0	0	0	5	0
4	1	0	0	20	0	0	0	8

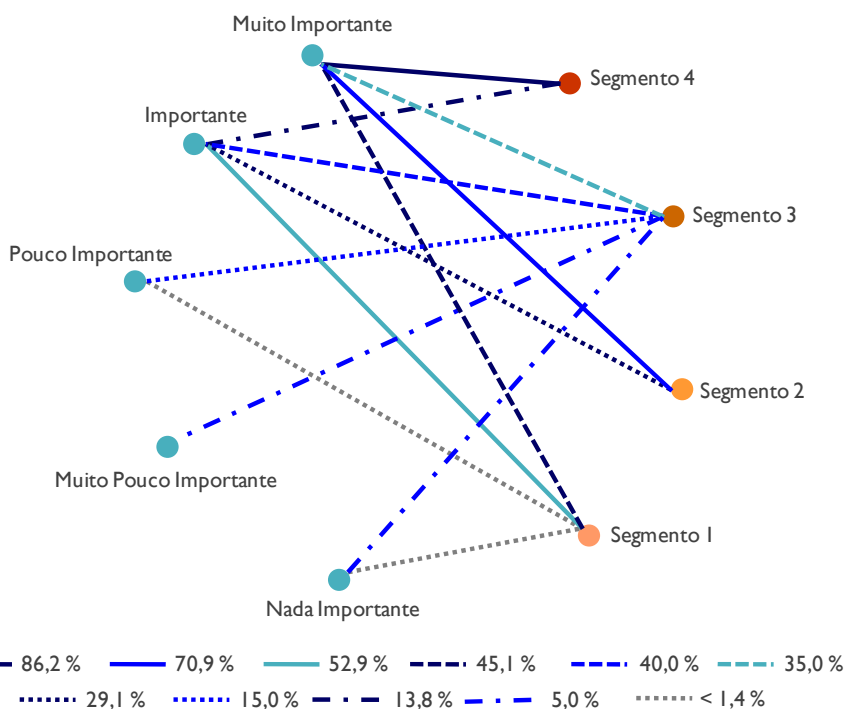


Figura 56 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XIII, relacionada com a importância atribuída à experimentação na aprendizagem da Química

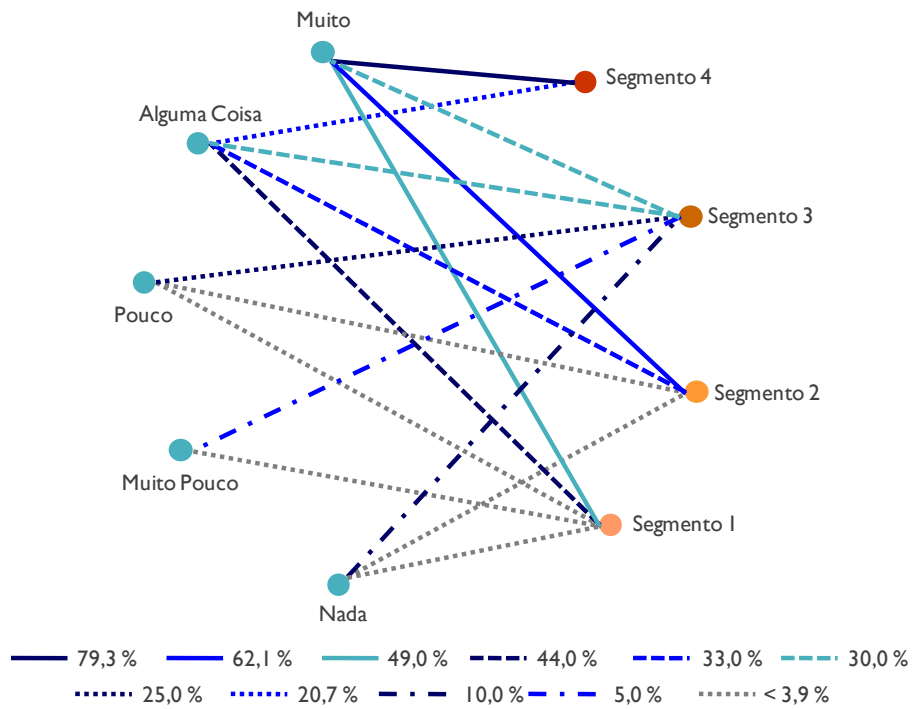


Figura 57 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XIV, relacionada com a motivação para a aprendizagem da Química

V.II Influência dos recursos materiais existentes na escola

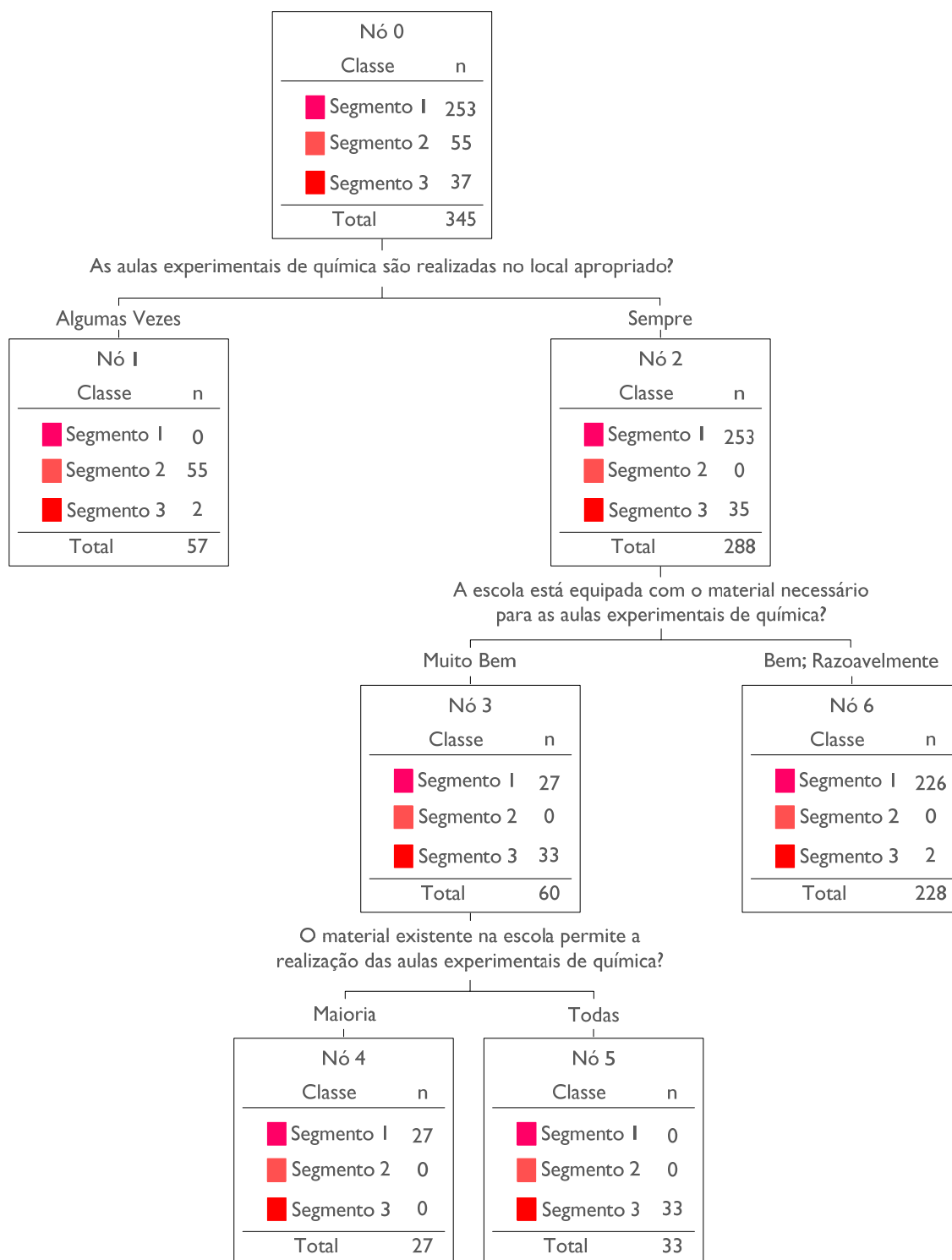


Figura 58 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 3$) com base nos recursos materiais existentes na escola (questões IV a VIII)

Tabela 35 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 58

	Matriz de Coincidências					
	Conjunto de Treino			Conjunto de Teste		
Segmento	1	2	3	1	2	3
1	253	0	0	121	0	0
2	0	55	0	0	20	0
3	2	2	33	1	1	18

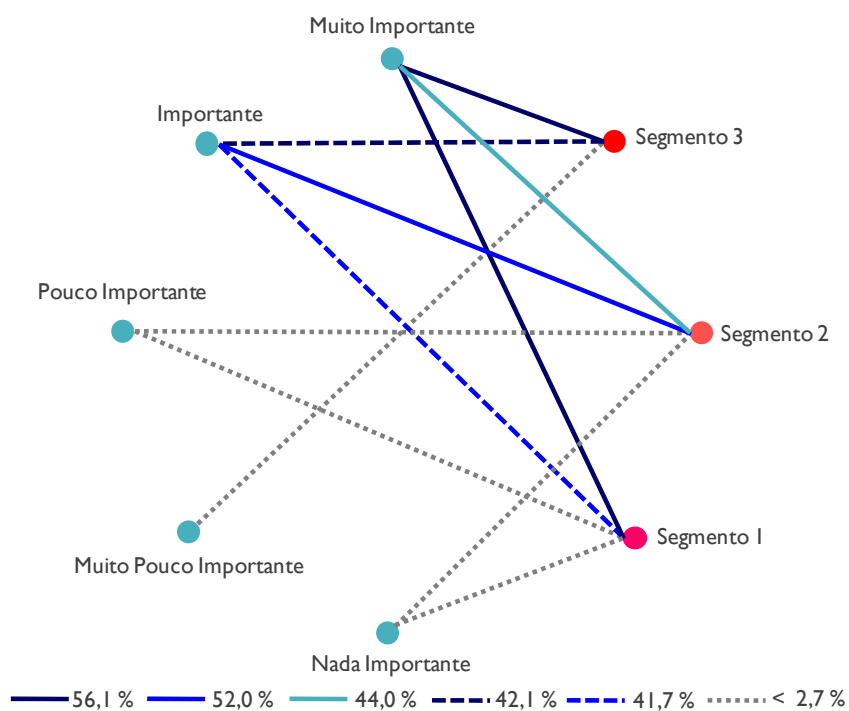


Figura 59 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XIII, relacionada com a importância atribuída à experimentação na aprendizagem da Química

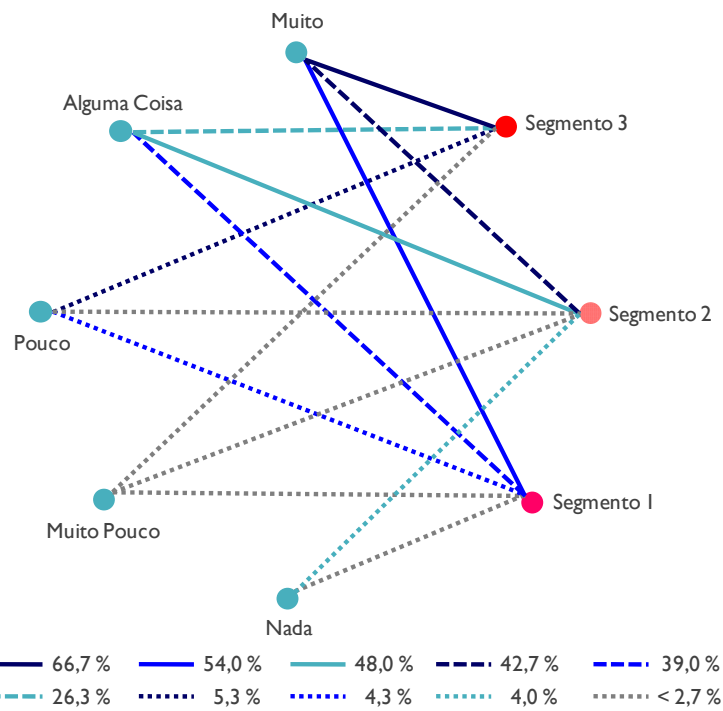


Figura 60 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XIV, relacionada com a motivação para a aprendizagem da Química

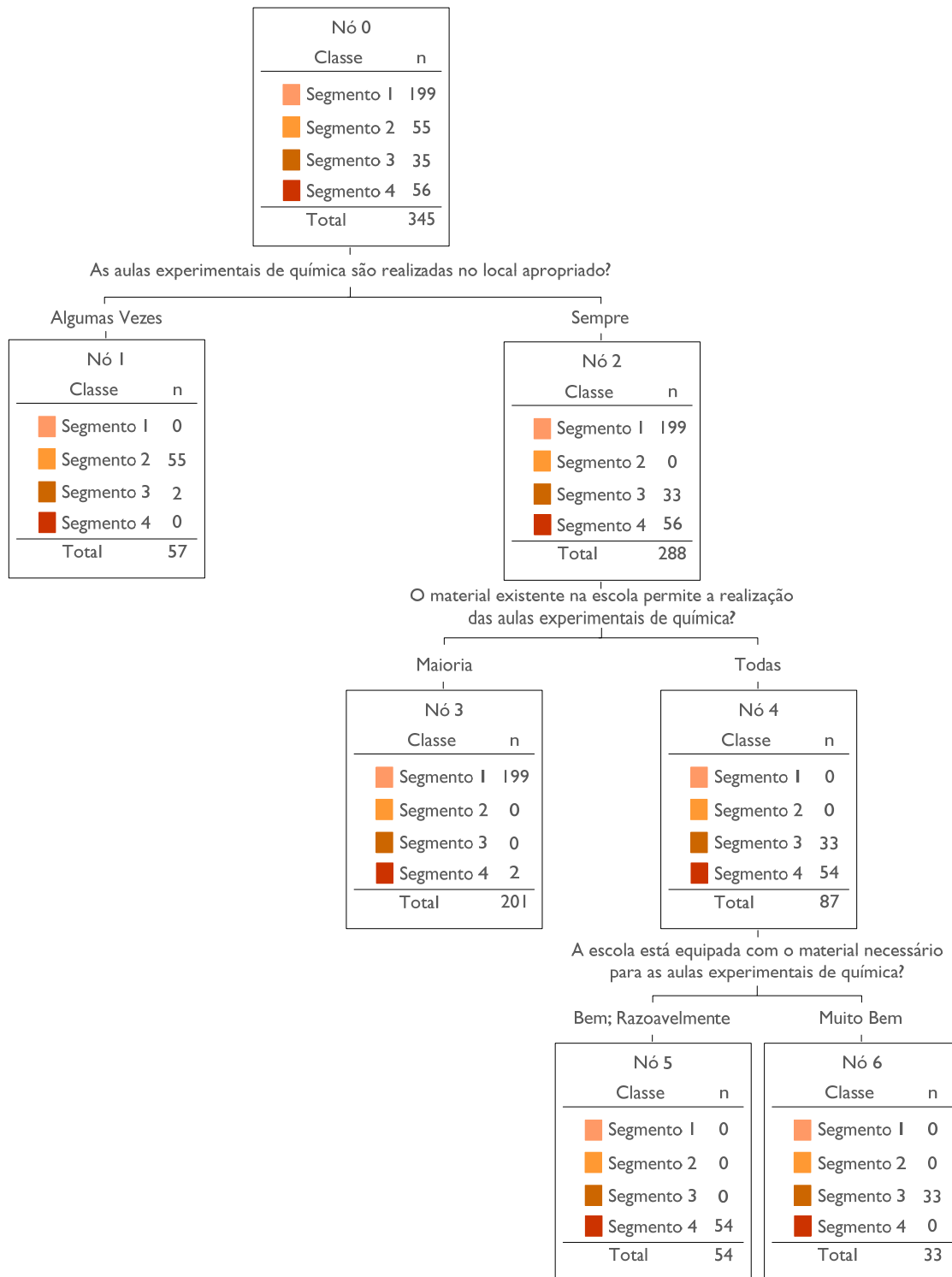


Figura 61 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 4$) com base nos recursos materiais existentes na escola (questões IV a VIII)

Tabela 36 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 61

Segmento	Matriz de Coincidências							
	Conjunto de Treino				Conjunto de Teste			
	1	2	3	4	1	2	3	4
1	199	0	0	0	105	0	0	0
2	0	55	0	0	0	20	0	0
3	0	2	33	0	0	1	18	0
4	2	0	0	54	0	0	0	17

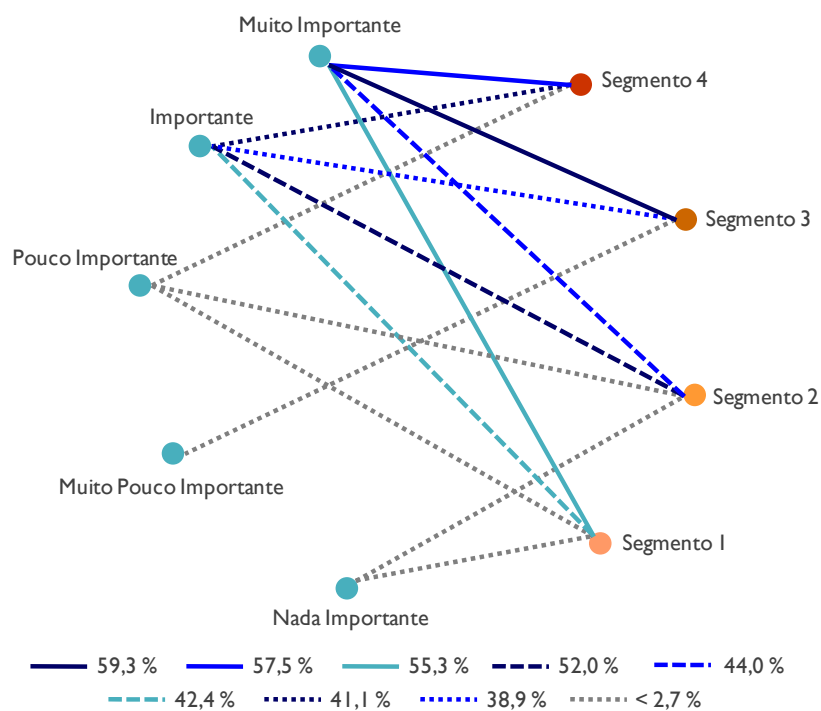


Figura 62 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XIII, relacionada com a importância atribuída à experimentação na aprendizagem da Química

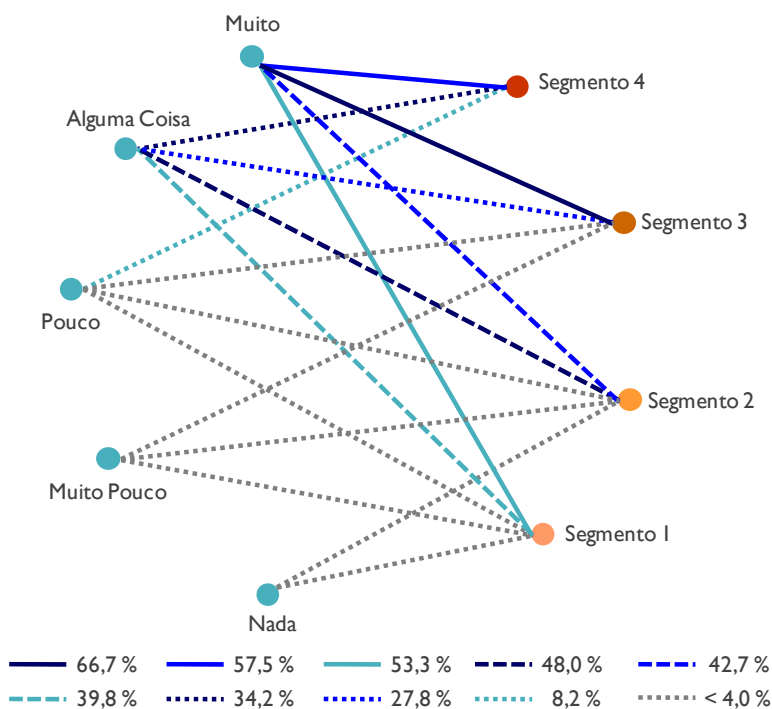


Figura 63 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XIV, relacionada com a motivação para a aprendizagem da Química

V.III Influência da metodologia seguida nas aulas experimentais

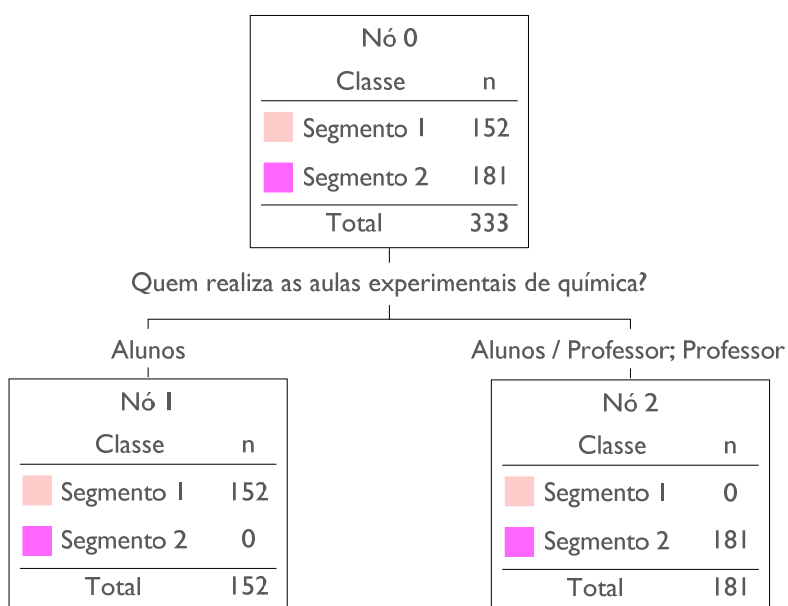


Figura 64 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 2$) com base na metodologia seguida nas aulas experimentais (questões IX a XII)

Tabela 37 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 64

	Matriz de Coincidências			
	Conjunto de Treino		Conjunto de Teste	
Segmento	1	2	1	2
1	152	0	76	0
2	0	181	0	83

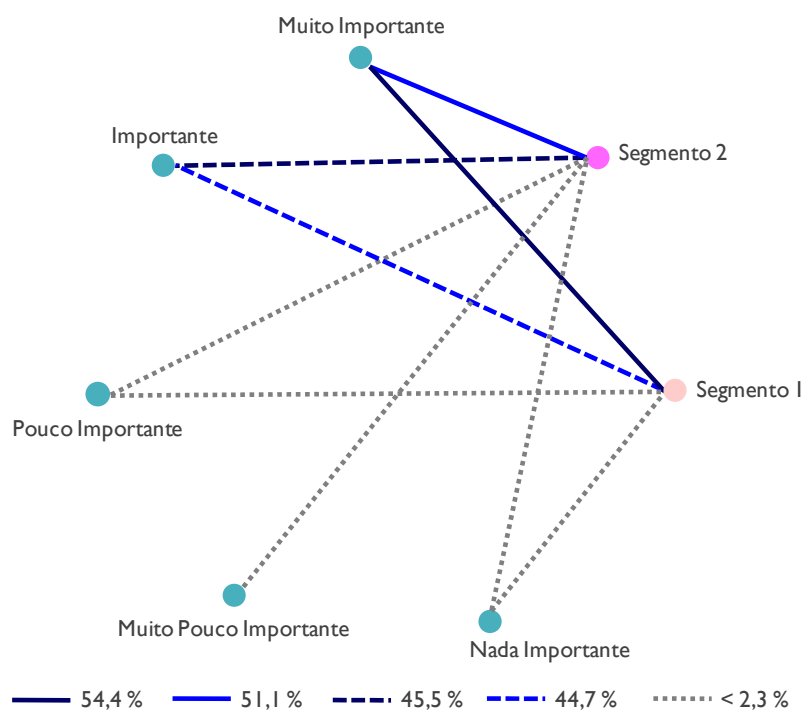


Figura 65 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XIII, relacionada com a importância atribuída à experimentação na aprendizagem da Química

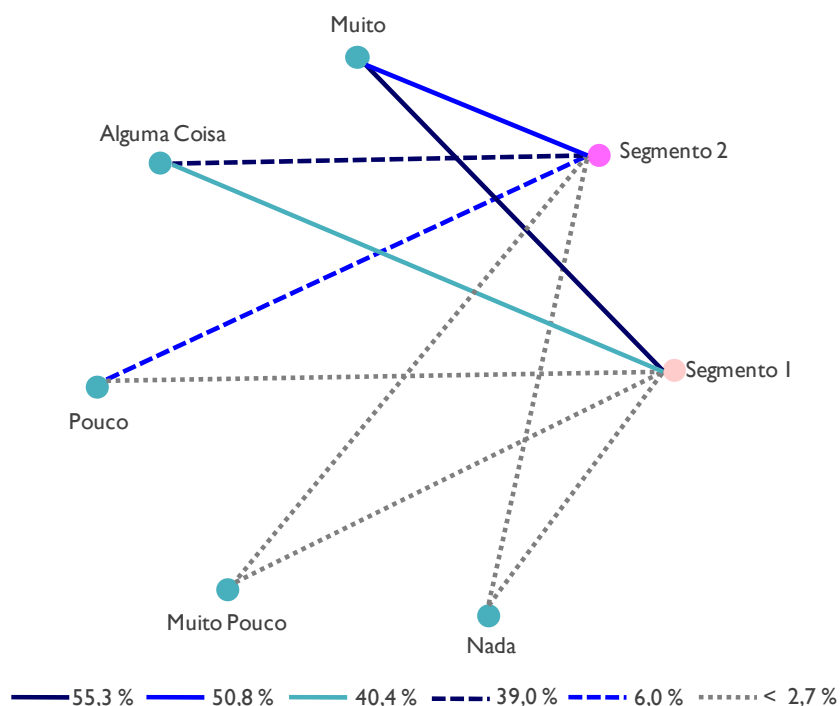


Figura 66 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XIV, relacionada com a motivação para a aprendizagem da Química

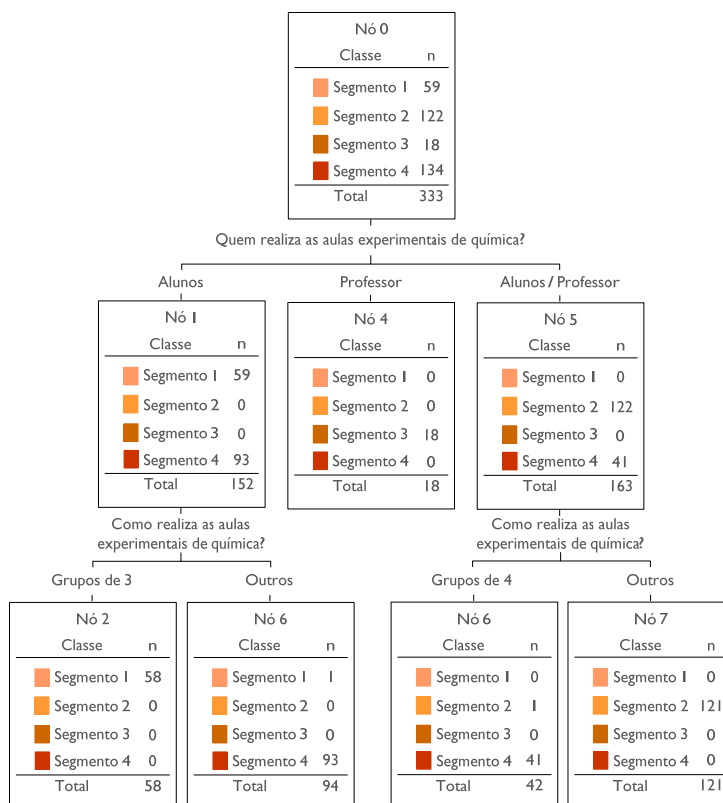


Figura 67 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 4$) com base na metodologia seguida nas aulas experimentais (questões IX a XII)

Tabela 38 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 67

	Matriz de Coincidências							
	Conjunto de Treino				Conjunto de Teste			
Segmento	1	2	3	4	1	2	3	4
1	58	0	0	1	28	0	0	3
2	0	121	0	1	0	50	0	1
3	0	0	18	0	0	0	6	0
4	0	0	0	134	0	0	0	71

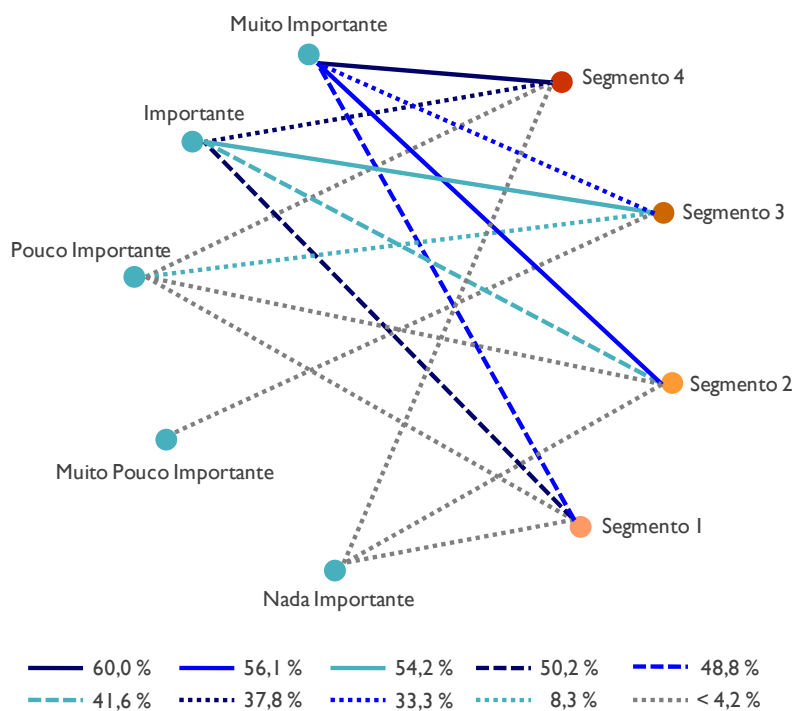


Figura 68 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XIII, relacionada com a importância atribuída à experimentação na aprendizagem da Química

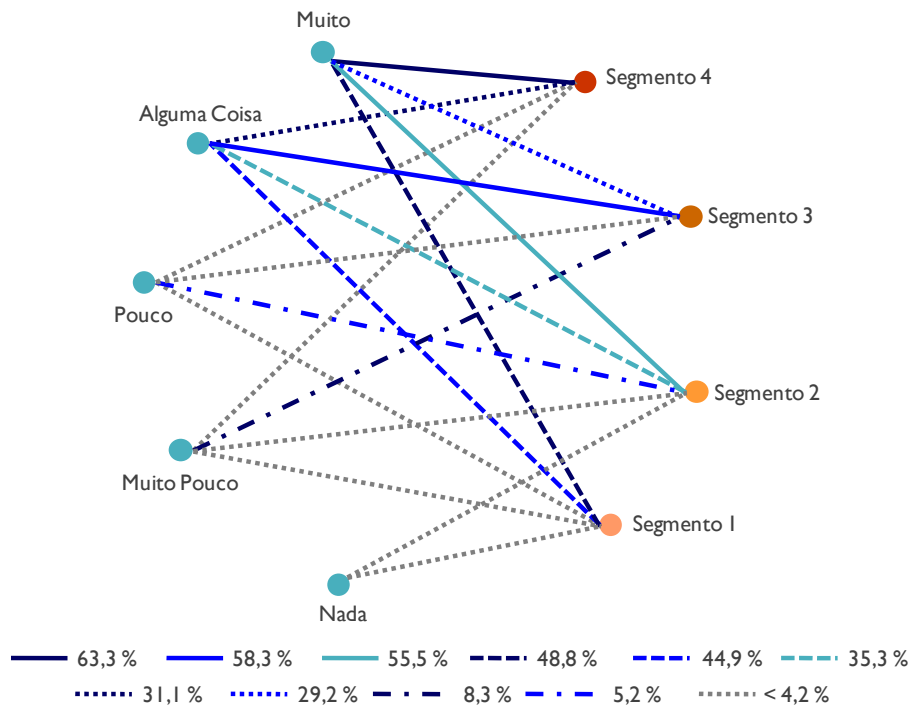


Figura 69 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XIV, relacionada com a motivação para a aprendizagem da Química

ANEXO VI – MODELOS RELATIVOS À AMOSTRA DE PROFESSORES

VI.1 Influência dos recursos materiais existentes na escola

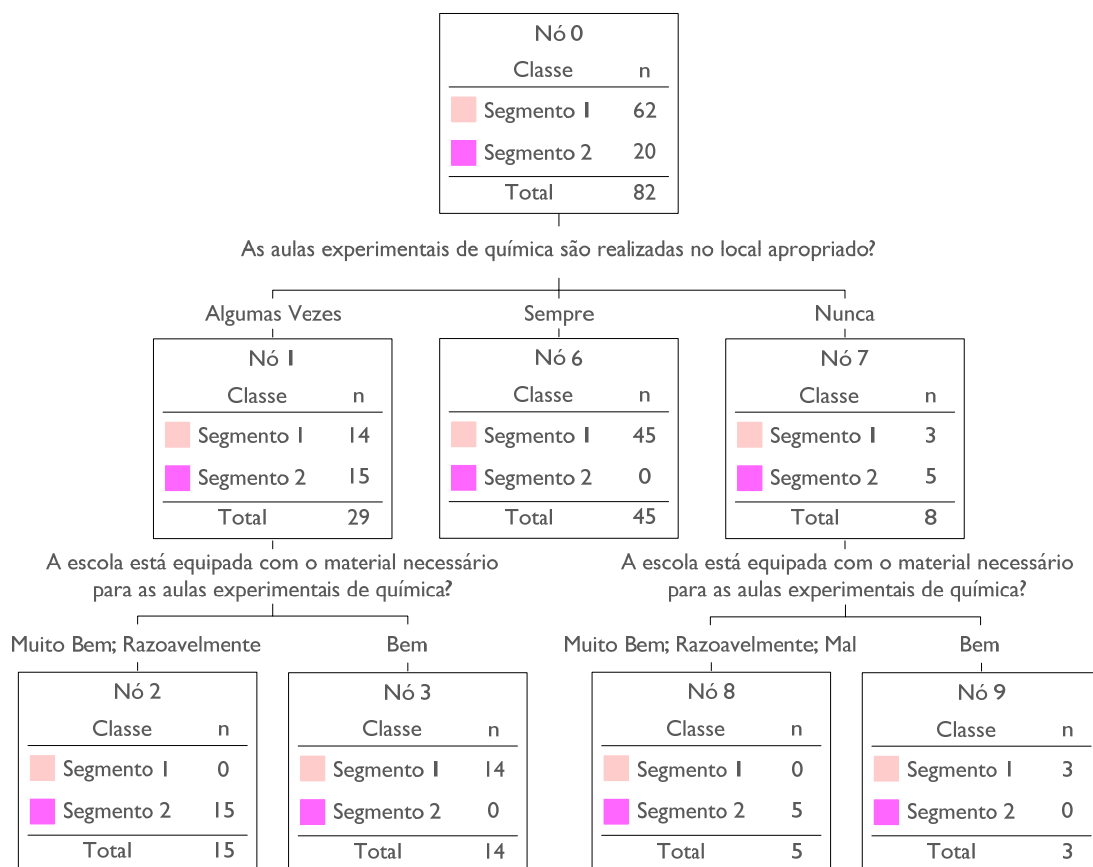


Figura 70 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 2$) com base nos recursos materiais existentes na escola (questões I a V)

Tabela 39 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 70

	Matriz de Coincidências			
	Conjunto de Treino		Conjunto de Teste	
Segmento	1	2	1	2
1	62	0	28	0
2	0	20	0	8

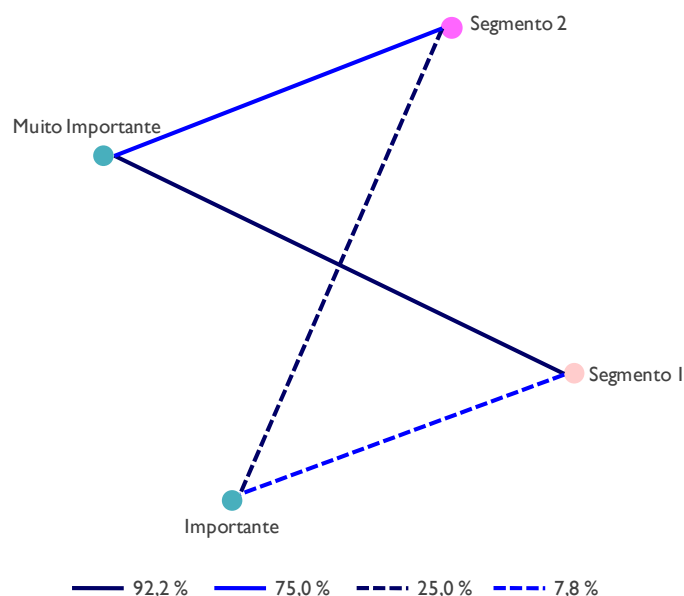


Figura 71 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão X, relacionada com a importância atribuída à experimentação no ensino da Química

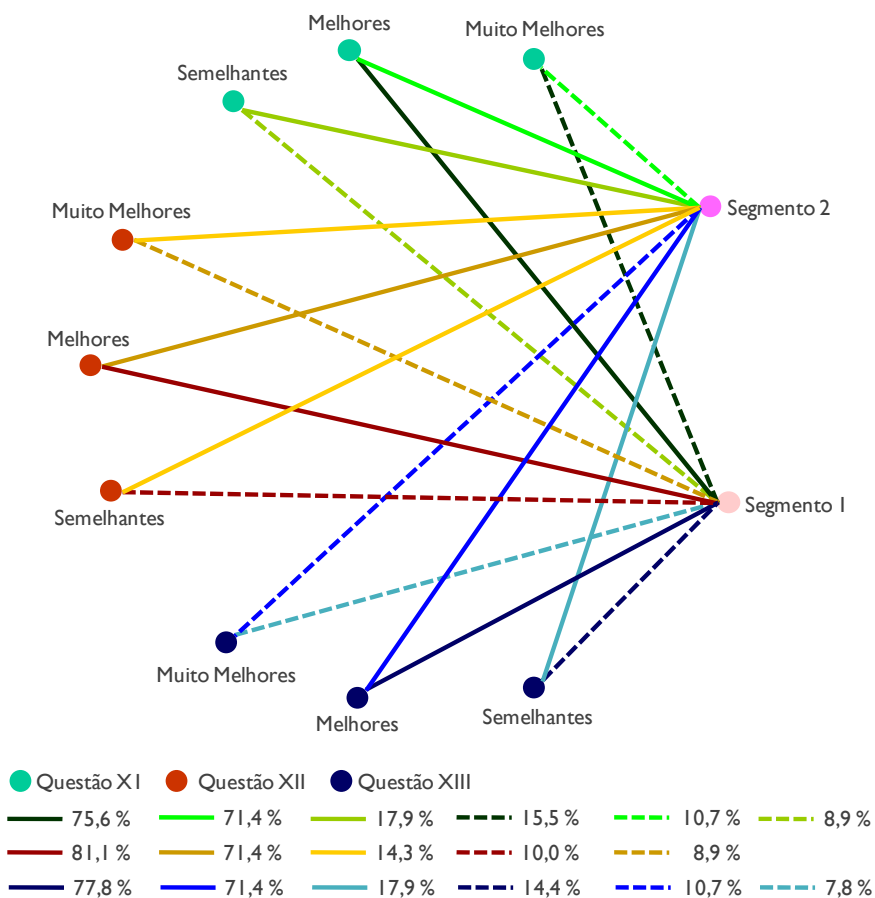


Figura 72 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos às questões XI, XII e XIII, relacionadas com os resultados obtidos pelos alunos

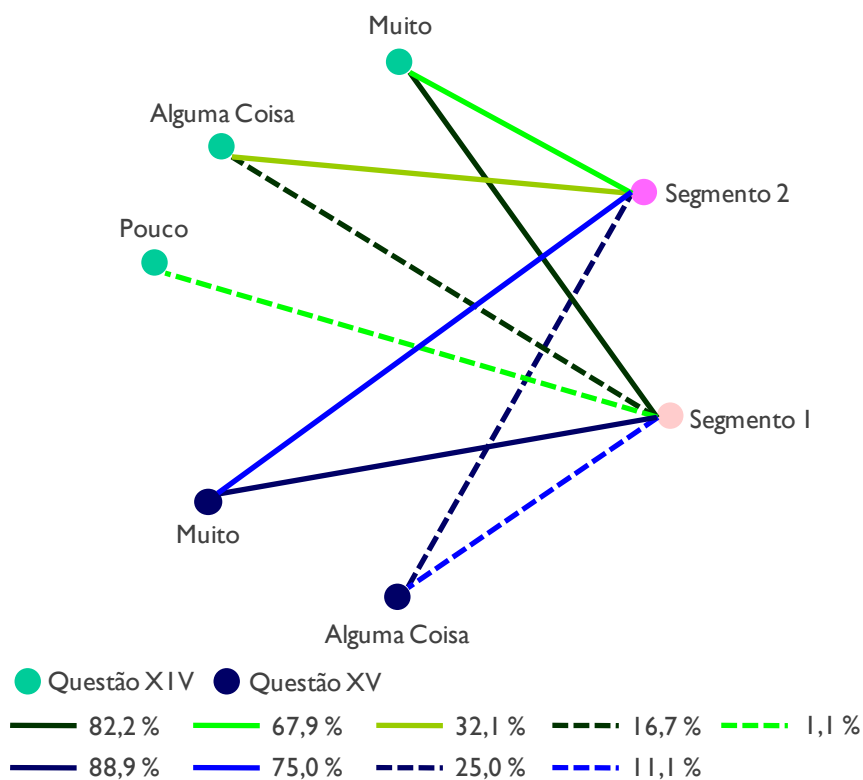


Figura 73 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos às questões XIV e XV, relacionadas com a motivação dos alunos/professores para a aprendizagem/ensino da Química

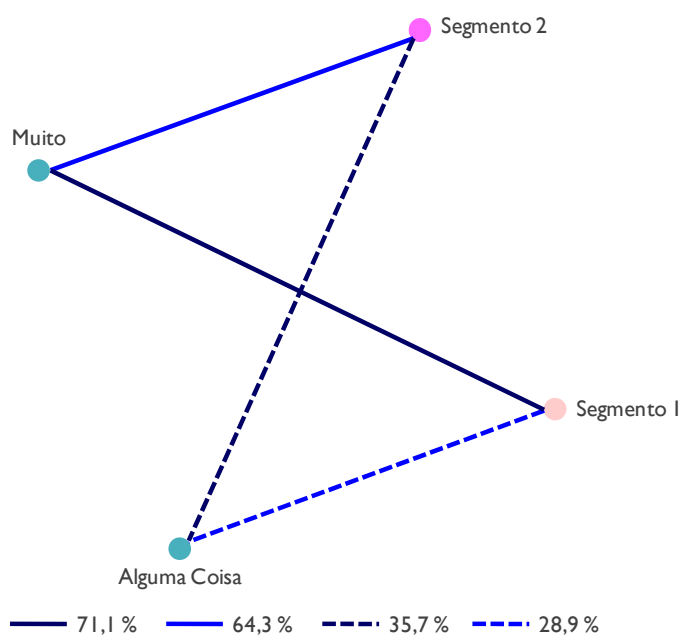


Figura 74 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XVI, relacionada com a literacia científica dos alunos

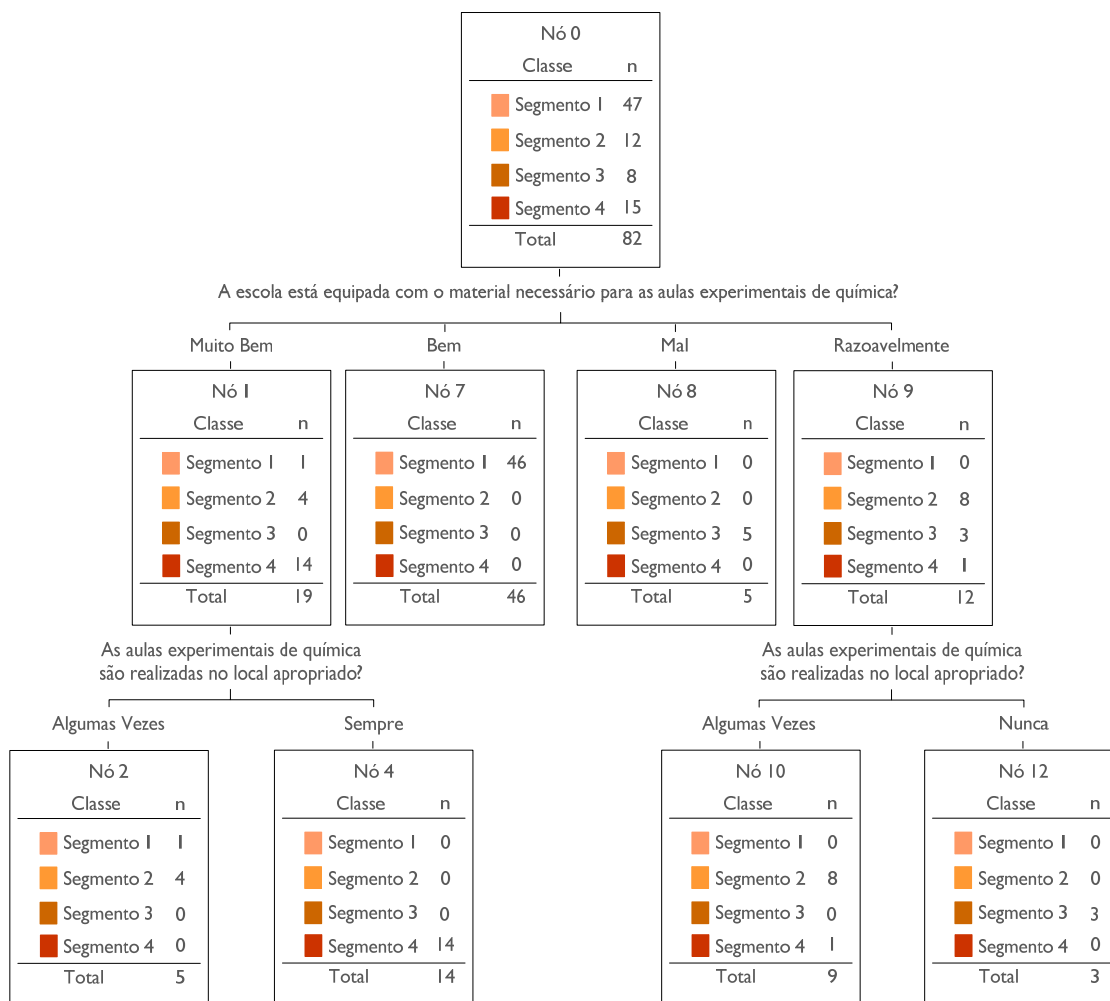


Figura 75 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 4$) com base nos recursos materiais existentes na escola (questões I a V)

Tabela 40 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 75

	Matriz de Coincidências							
	Conjunto de Treino				Conjunto de Teste			
Segmento	1	2	3	4	1	2	3	4
1	46	1	0	0	19	0	0	0
2	0	12	0	0	1	6	0	0
3	0	0	8	0	0	0	3	0
4	0	1	0	14	0	1	0	6

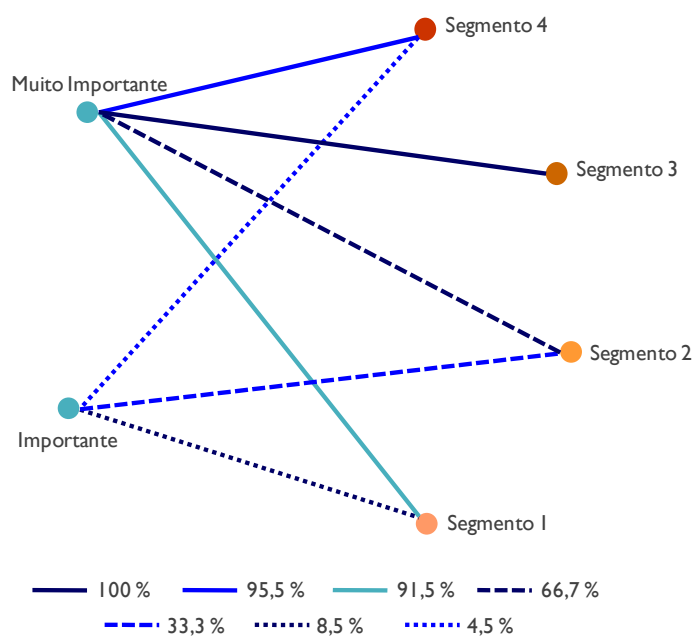


Figura 76 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão X, relacionada com a importância atribuída à experimentação no ensino da Química

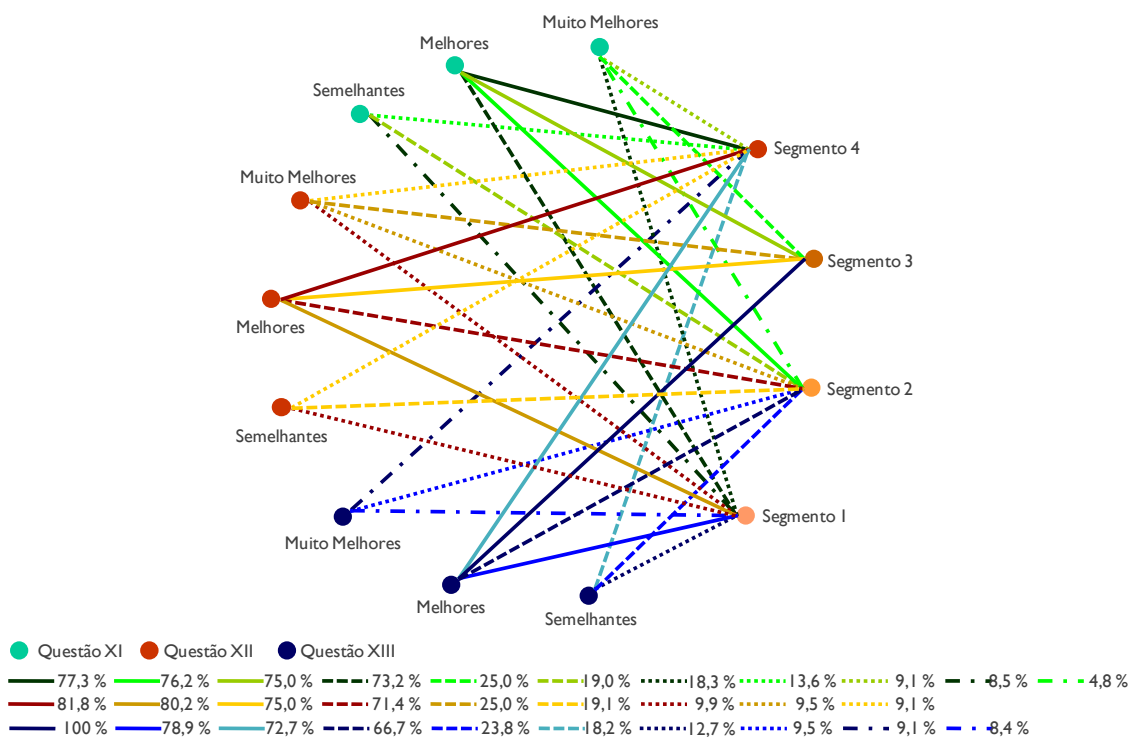


Figura 77 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos às questões XI, XII e XIII, relacionadas com os resultados obtidos pelos alunos

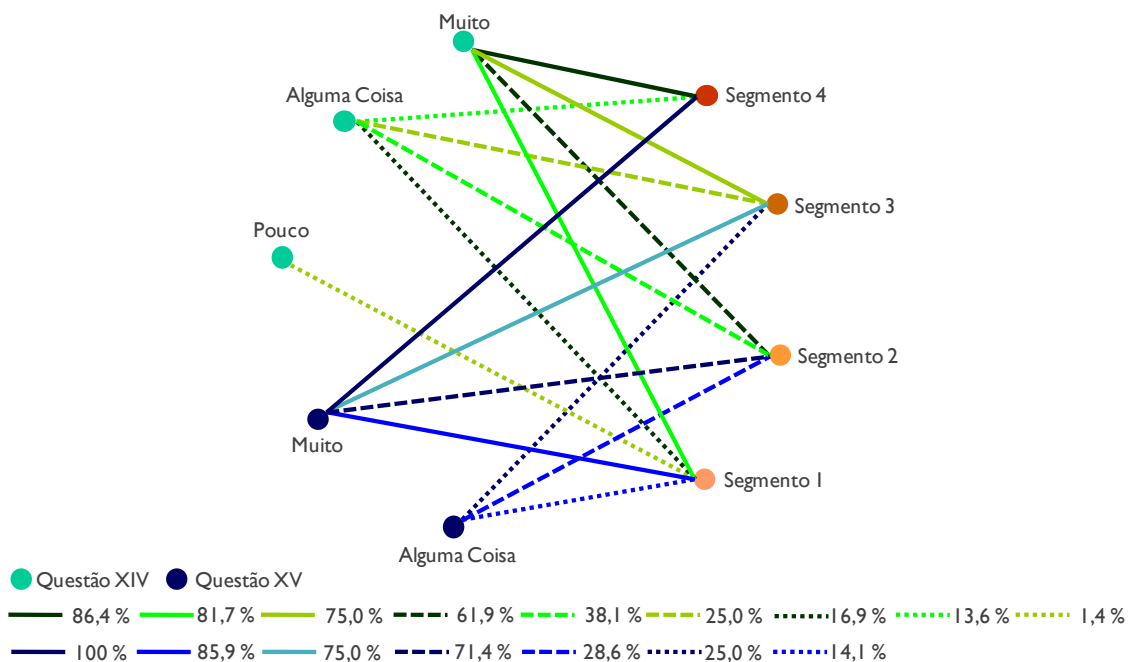


Figura 78 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos às questões XIV e XV, relacionadas com a motivação dos alunos/professores para a aprendizagem/ensino da Química

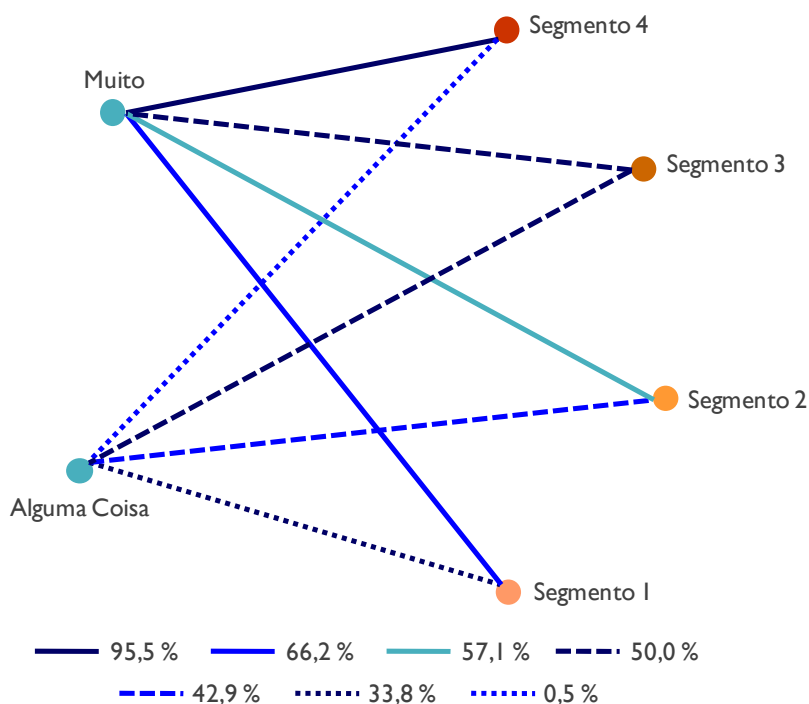


Figura 79 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XVI, relacionada com a literacia científica dos alunos

VI.II Influência da metodologia seguida nas aulas experimentais

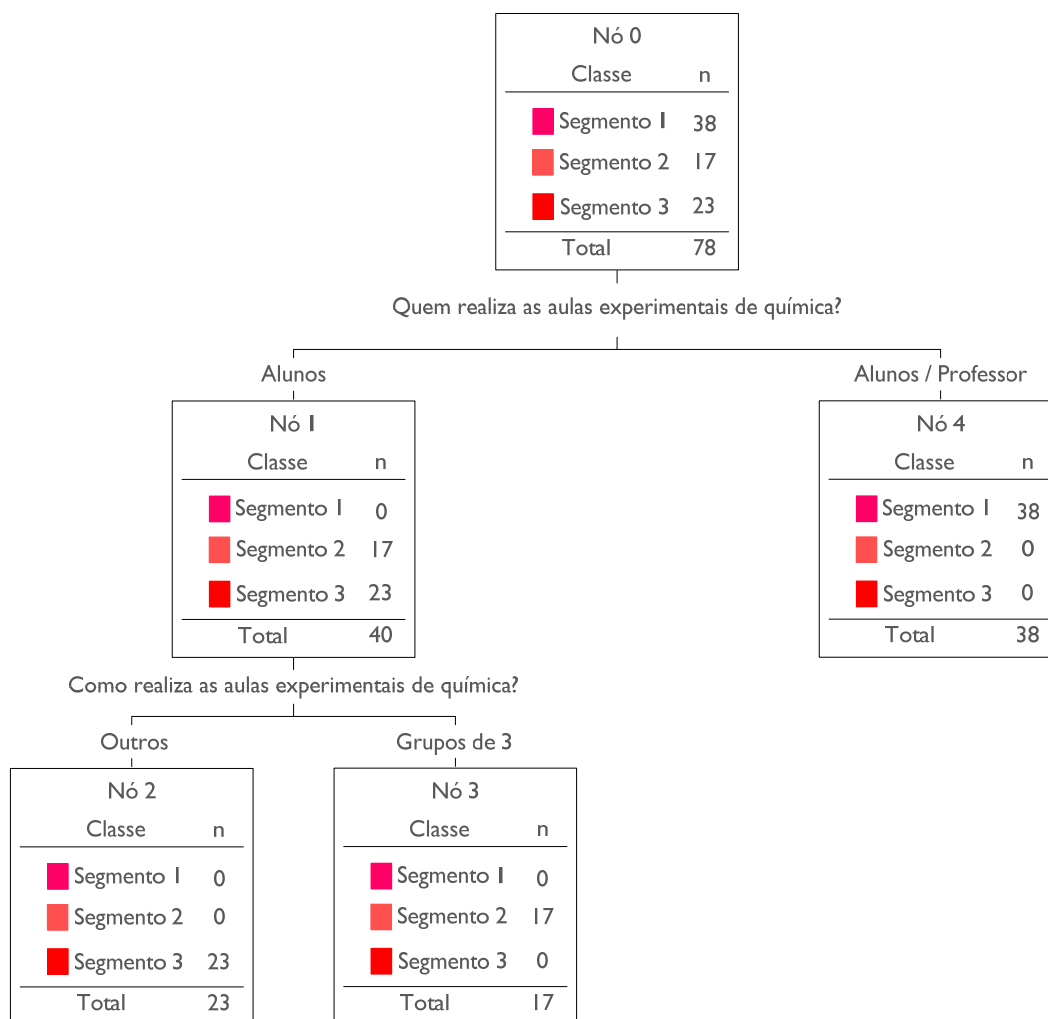


Figura 80 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 3$) com base na metodologia seguida nas aulas experimentais (questões VI a IX)

Tabela 41 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 80

	Matriz de Coincidências					
	Conjunto de Treino			Conjunto de Teste		
Segmento	1	2	3	1	2	3
1	38	0	0	16	0	0
2	0	17	0	0	9	0
3	0	0	23	0	0	11

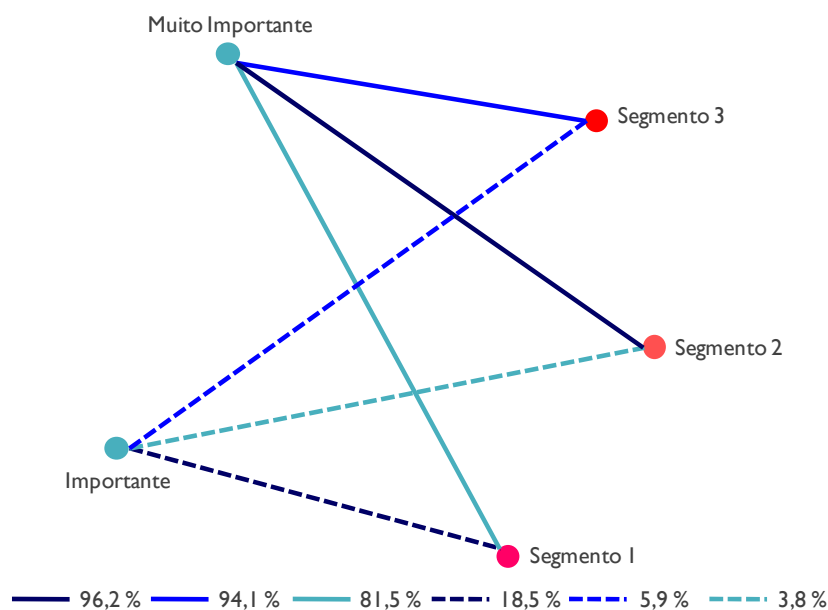


Figura 81 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão X, relacionada com a importância atribuída à experimentação no ensino da Química

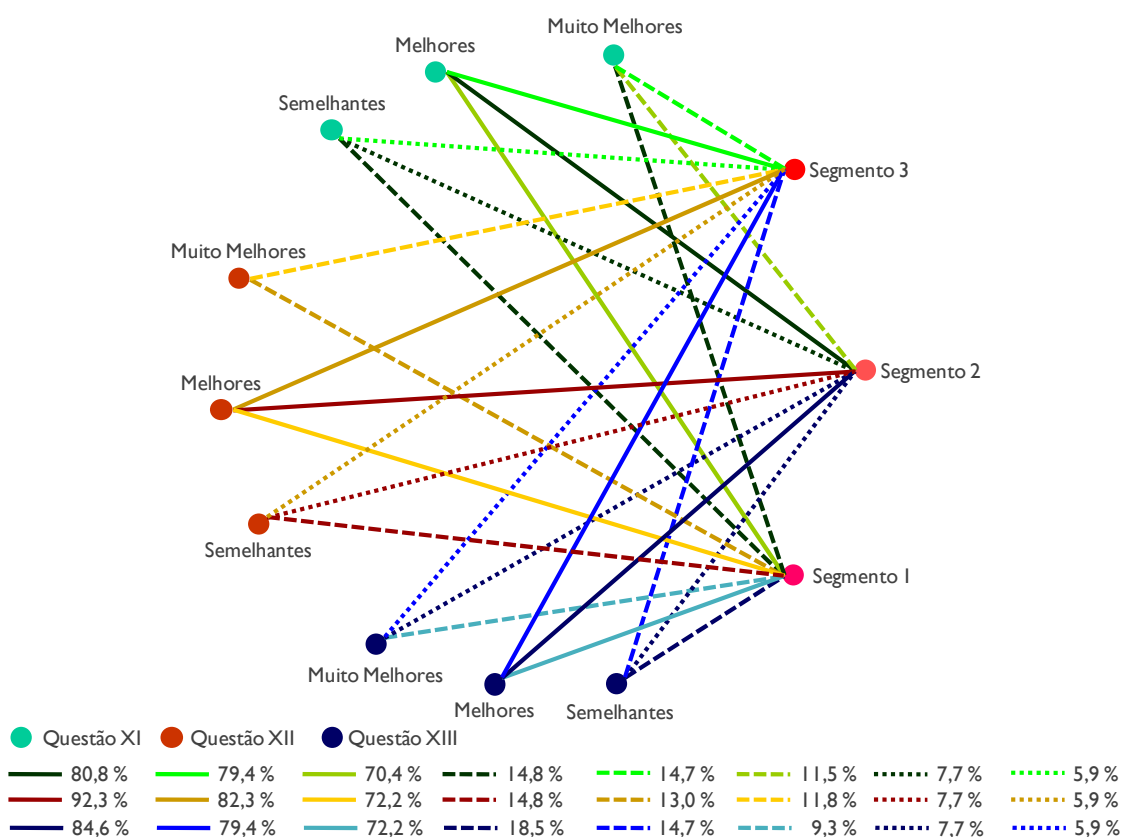


Figura 82 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos às questões XI, XII e XIII, relacionadas com os resultados obtidos pelos alunos

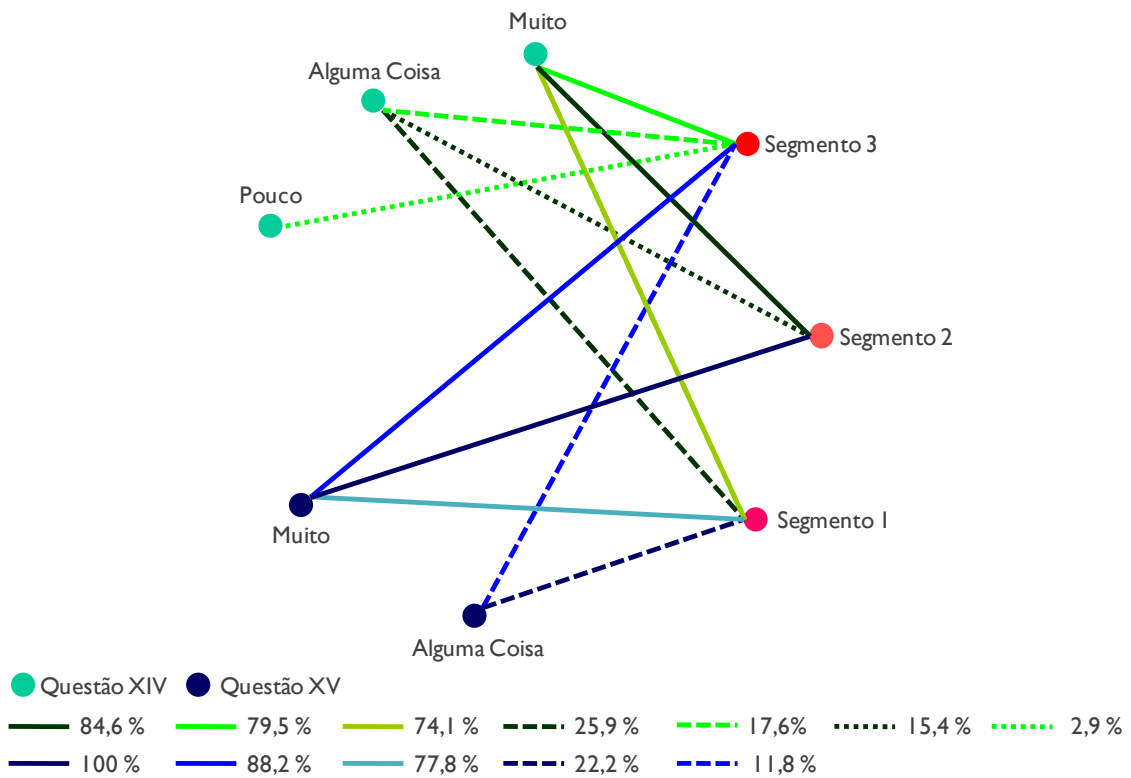


Figura 83 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos às questões XIV e XV, relacionadas com a motivação dos alunos/professores para a aprendizagem/ensino da Química

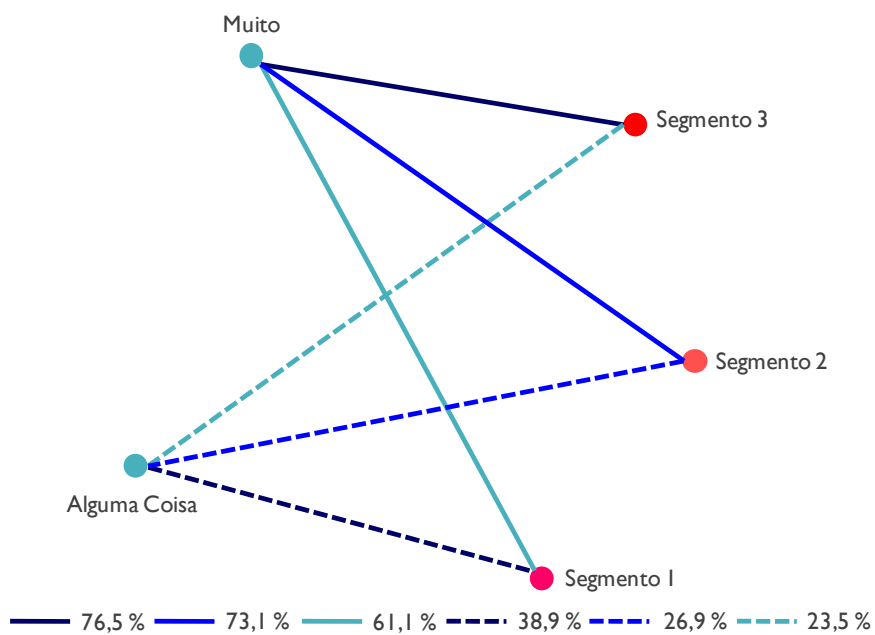


Figura 84 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XVI, relacionada com a literacia científica dos alunos

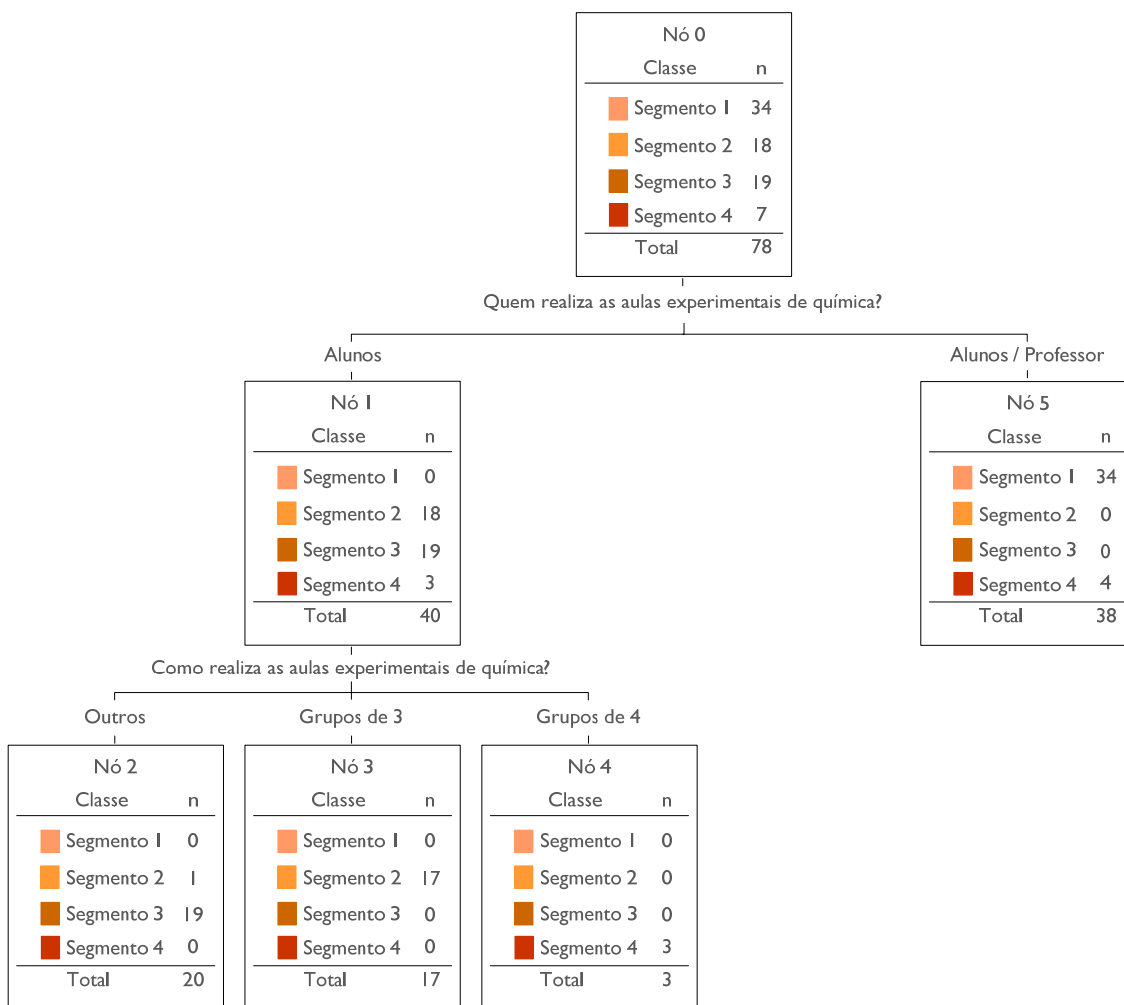


Figura 85 – Árvore de decisão explicativa do modelo de segmentação ($k = 4$) com base na metodologia seguida nas aulas experimentais (questões VI a IX)

Tabela 42 – Matriz de coincidências relativa ao modelo apresentado na Figura 85

	Matriz de Coincidências							
	Conjunto de Treino				Conjunto de Teste			
Segmento	1	2	3	4	1	2	3	4
1	34	0	0	0	16	0	0	0
2	0	17	1	0	0	8	1	0
3	0	0	19	0	1	0	7	0
4	4	0	0	3	0	0	0	3

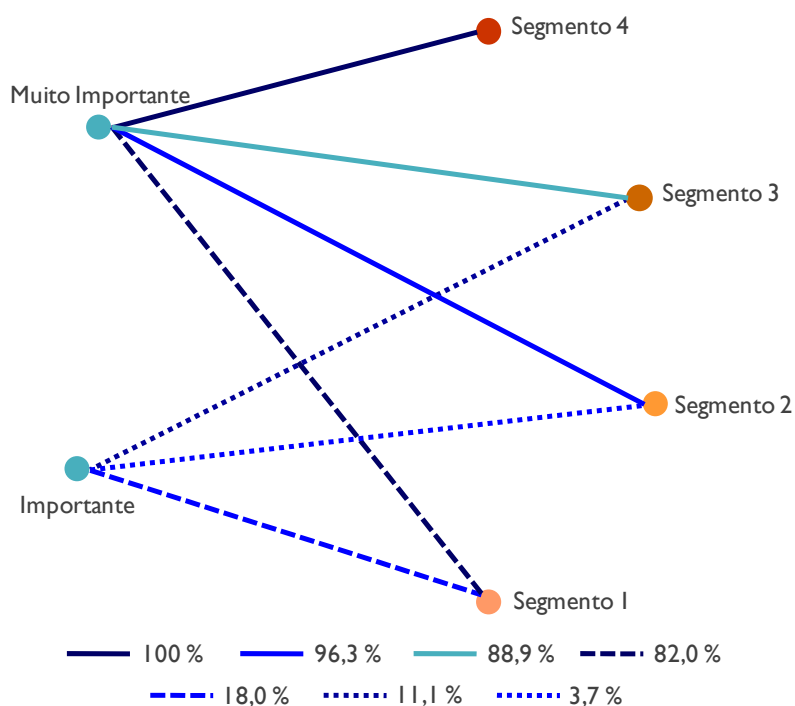


Figura 86 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão X, relacionada com a importância atribuída à experimentação no ensino da Química

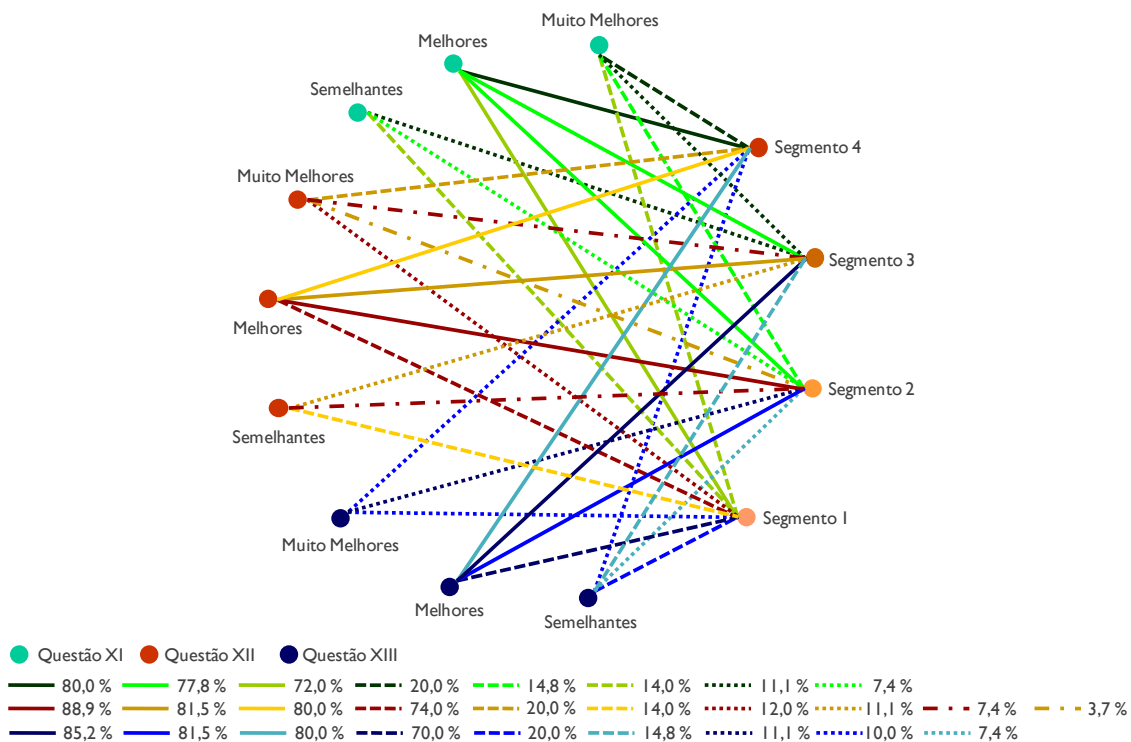


Figura 87 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos às questões XI, XII e XIII, relacionadas com os resultados obtidos pelos alunos

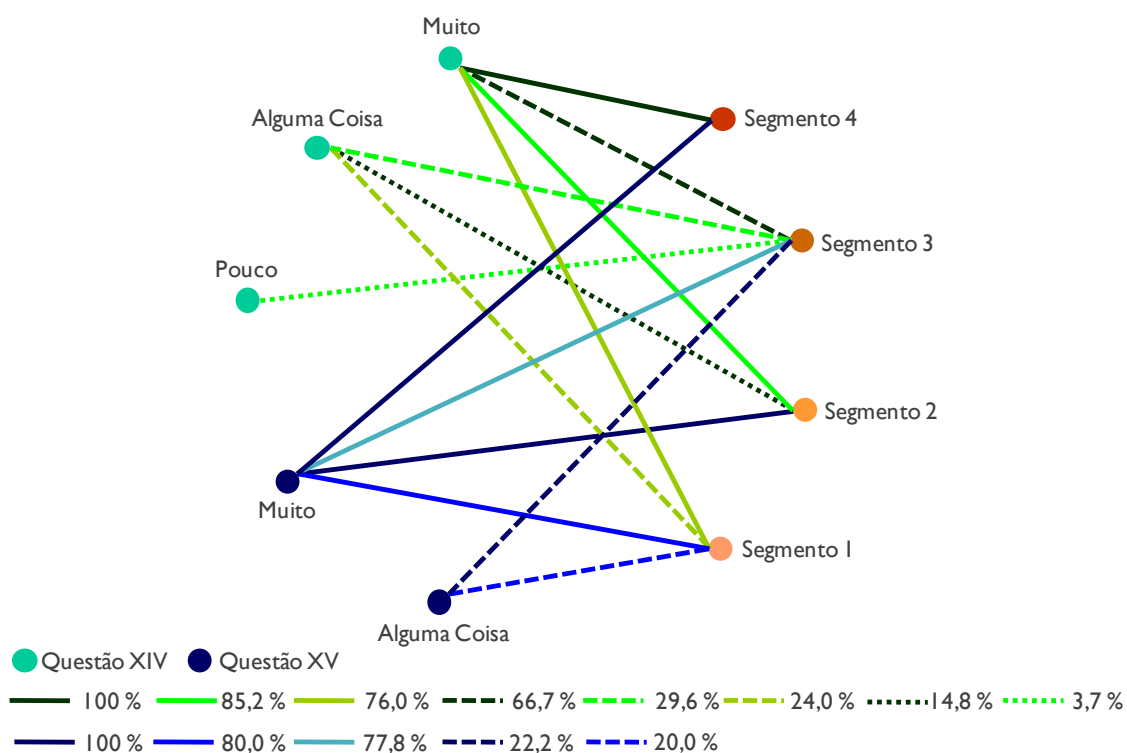


Figura 88 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos às questões XIV e XV, relacionadas com a motivação dos alunos/professores para a aprendizagem/ensino da Química

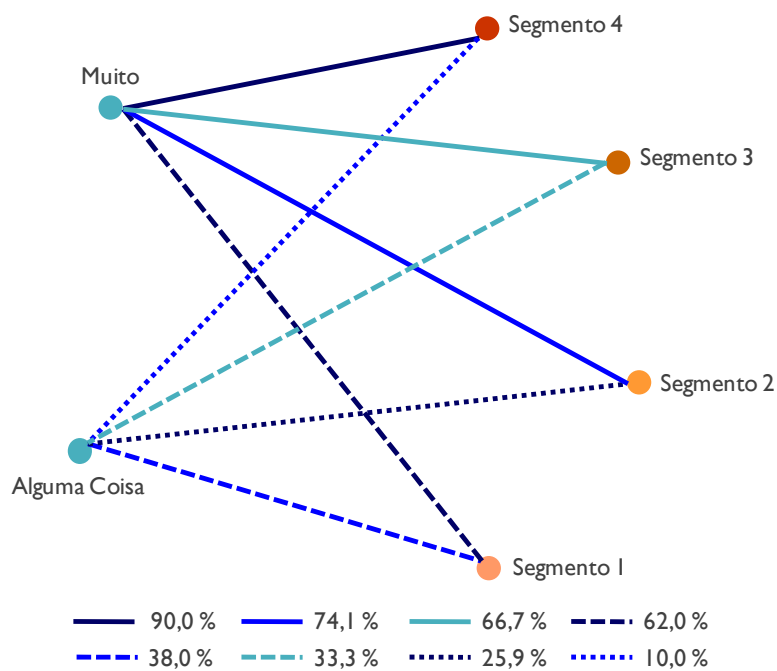


Figura 89 – Associações entre os segmentos e as respostas dadas pelos inquiridos à questão XVI, relacionada com a literacia científica dos alunos