

Projecto Faraday

Análise de Resultados

(Versão 1.0: 9 de Setembro, 2007)

Faculdade de Ciências, Universidade do Porto

Fundação Calouste Gulbenkian



Índice

1 -Introdução.....	9
1.1 -Descrição do Projecto.....	9
1.2 -Seleção de escolas.....	9
1.3 -Docentes.....	10
1.4 -Leccionação.....	11
2 -Inquérito inicial.....	13
3 -Elementos de avaliação e análises estatísticas.....	15
3.1 -Elementos de avaliação.....	15
3.2 -Nota sobre os métodos estatísticos.....	15
3.3 -Apresentação dos resultados.....	16
4 -Conclusões gerais: sumário executivo.....	17
5 -Décimo ano.....	19
5.1 -Instrumentos de avaliação.....	19
5.2 -Alunos e Turmas.....	19
5.3 -Conclusões do 10º ano.....	20
5.4 -Classificações.....	20
5.4.1 -Disciplinas analisadas.....	20
5.4.2 -Evolução entre primeiro e terceiro períodos.....	22
Evolução de alunos acima e abaixo do percentil 50.....	22
5.4.3 -Classificações por turmas.....	24
5.5 -Questionários.....	25
5.5.1 -Análise por questões.....	26
5.6 -Correlações entre questionários e classificações.....	26
5.7 -Problemas Comuns.....	27
6 -Décimo primeiro ano.....	31
6.1 -Alunos e turmas.....	31
6.2 -Conclusões, 11º ano.....	31
6.3 -Classificações.....	32
6.3.1 -Evolução das classificações.....	32
Variação em CFQ e nota média.....	33
6.3.2 -Classificações por turma.....	34
6.4 -Pré e Pós teste.....	36
6.5 -Correlações entre classificações e questionários.....	36
6.5.1 -Análise por questões.....	37
6.6 -Problemas comuns.....	38
6.7 -Avaliação do Faraday pelos alunos.....	38
7 -Décimo segundo ano.....	45
7.1 -As turmas.....	45
7.2 -Conclusões do 12º ano.....	45

7.3 -Aprovações no exame de Física 12º ano.	46
7.4 -Análise de classificações.....	47
7.5 -Comparação entre alunos com dois e um ano em turmas Faraday.....	49
7.6 -Comparação com resultados nacionais.....	51
7.7 -Classificações por escola.....	53

Índice de Tabelas

Lista de docentes das Turmas Faraday.	10
Percentagens de alunos que mencionaram cada área como possibilidade para prosseguimento de estudos....	13
Turmas Faraday e de controle de 10º ano.....	19
Comparação de médias entre os grupos FDY e CTR no 10º ano.....	22
Evolução de médias entre primeiro e terceiro período (10º ano).....	22
Evolução de médias de classificações entre primeiro e terceiro período dos alunos acima do percentil 50 em MEDF (10º ano).....	23
Evolução de médias de classificações entre primeiro e terceiro período dos alunos abaixo do percentil 50 em MEDF (10º ano).....	24
Número médio de respostas certas (em 19) no questionário de escolha múltipla.....	26
Número de alunos com respostas correctas no problema 1 (10º ano).....	28
Número de alunos com respostas correctas ao Problema 2 (10º ano).....	29
Turmas do 11º ano.....	31
Comparação de médias dos grupos FDY e CTR no 11º ano.	32
Comparação das classificações de 1º e terceiro período no 11º ano.	33
Evolução de médias no grupo acima do percentil 50 (11º ano).....	34
Evolução de médias no grupo abaixo do percentil 50 (11º ano).....	34
Resultados do pré e pós teste do 11º ano.	36
Teste-t de comparação de médias dos grupos FDY e CTR no pré e pós-teste (11º ano).	36
Correlações entre pré e pós teste e classificações escolares.....	37
Números de alunos das turmas envolvidas no projecto em 2005/2006.....	45
Resultados de aprovações nos exames nacionais de 12º ano.	47
Comparação de aprovações nos exames nacionais do 12º ano entre alunos que estiveram em turmas do projecto dois anos e um ano.	47
Resultados das Turmas Faraday.....	48
Resultados da turma 12C (controle) Filipa de Vilhena (12º ano).....	48
Resultados das turmas 12A e 12B da Filipa de Vilhena (12º ano).....	48
Médias das turmas de controle e Faraday da ES Filipa de Vilhena (12º ano).....	49
Teste-t de comparação das médias das turmas controle e Faraday da Filipa de Vilhena (12º ano).....	49
Resultados de alunos com dois anos de Faraday.....	50
Resultados de alunos do Faraday apenas no 12º ano.....	50
Médias dos alunos com um ano e dois anos de Faraday.....	50
Comparação entre alunos das Turmas Faraday com um ano e dois anos de Faraday.	51
Percentagens de positivas de alunos internos.....	51
Comparação de médias de resultados nacionais, distrito e concelho do Porto com Faraday.....	52
Resultados das turmas 12A e 12B da Filipa de Vilhena.....	53
Resultados do Garcia de Orta.....	53
Resultados de Santa Maria da Feira.....	53

Índice de Figuras

Resultados do inquérito anónimo distribuído antes do início do projecto.....	14
Gráfico ilustrativo de um teste estatístico.	16
Gráficos de caixa das classificações de Matemática (MF) Média (MEDF), média das disciplinas de Ciências (MEDCF) e Ciências Físico-Químicas (CFQ) no primeiro e terceiro períodos (10º ano).....	21
Gráfico de dispersão da variação da classificação de CFQ em função da média final(10º ano).....	23
Comparação da variação de CFQ nos grupos FDY e de CTR (10º ano).....	23
Classificações por turma no 10º ano.....	25
Gráficos de dispersão do número de respostas certas ao pré-teste (painel de cima) e pós-teste (em baixo) em função de classificação do aluno (10º ano).....	27
Percentagens obtidas nos problemas comuns (10º ano).....	28
Classificações dos grupos CTR e FDY no 11º ano.	33
Gráfico de dispersão da variação da nota de CFQ em função da média final.	34
Classificações do 11º ano discriminadas por turmas.	35
Correlação entre classificações e resultados dos questionários (11º ano).....	37
Percentagens obtidas nas questões comuns no 11º ano.	38
Grau de satisfação pela participação no projecto.....	39
Resultados do questionário distribuído no final 11º ano. Total de respostas, 94.....	40
Resultados do questionário distribuído no final do 11º ano (continuação).....	41
Gráfico de caixa das classificações de CFQ e média final para as diferentes respostas sobre o grau de satisfação com o projecto.....	42
Distribuição de classificações em CFQ para cada resposta ao questionário final do 11º ano.....	42
Distribuição de classificações em CFQ para cada resposta ao questionário final do 11º ano (continuação).....	43
Resultados dos exames nacionais do Faraday por escola.....	54

Acrónimos

CFQ	Ciências Físico Químicas
CFQ1	Ciências Físico Químicas, classificação do primeiro período
CFQF	Ciências Físico Químicas, classificação final
CTR	Controle
FDY	Faraday
FIS1	Física: classificação do primeiro período
FIS	Física: classificação final.
FIS615_F1	Exame nacional de Física de 12º ano: primeira fase
FIS615_F2	Exame nacional de Física de 12º ano: segunda fase.
IC	Intervalo de confiança
M1	Matemática, classificação primeiro período
MF	Matemática, classificação primeiro período
MED1	Média de disciplinas no primeiro período
MEDF	Média final de disciplinas
MEDC1	Média de disciplinas de Ciências no primeiro período
MEDCF	Média final de disciplinas de Ciências
FPM	Escola Fontes Pereira de Melo
FV	Escola Secundária Filipa de Vilhena
GO¹	Escola Secundária Garcia de Orta
MA	Escola Secundária da Maia
SMF	Escola Secundária de Santa Maria da Feira
PortB	Português B

¹ Um erro na introdução dos dados estatísticos fez com que as turmas da ES Garcia de Orta ficassem identificadas pelas iniciais GH. Por exemplo GH10D designa a turma D, 10º ano do Garcia de Orta.

1 - Introdução

1.1 - Descrição do Projecto

Em 2001, a Fundação Calouste Gulbenkian (FCG) propôs ao Departamento de Física da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (DFUP) um projecto de intervenção no ensino da Física no Secundário. A proposta da Fundação consistia em acompanhar a leccionação da Física nos 10, 11º e 12º anos em oito turmas de quatro escolas do Grande Porto, de 2002 a 2004. Foram propostos dois objectivos:

1. demonstrar a possibilidade de uma preparação em Física que seja reconhecida como mais eficaz e útil para os estudos universitários;
2. provar a compatibilidade da meta anterior com um melhor desempenho nos exames nacionais do 12º ano.

O DFUP designou como equipa responsável os Professores João Lopes dos Santos e Manuel Joaquim Marques. Foi elaborada uma proposta de execução, submetida à apreciação da FCG e o projecto iniciou o seu ano de preparação em Setembro de 2001. Posteriormente, a FCG autorizou o adiamento do início do projecto nas escolas para coincidir com a entrada em vigor dos novos programas de Ciências Físico-Químicas (CFQ).

Entre as tarefas do projecto contaram-se:

- Concepção e produção de materiais (textos, material audiovisual, experiências, propostas de actividades, questionários).
- Formação de professores.
- Acompanhamento e supervisão do trabalho com as turmas.
- Gestão geral do projecto (aquisições, distribuição de material pelas escolas, relatórios etc)
- Recolha e tratamento de dados de avaliação do projecto.

Foi constituído um portal do projecto em <http://faraday.fc.up.pt/Faraday>, onde podem ser encontrados os materiais didácticos produzidos ao longo da duração do projecto. Todos os textos e materiais de apoio foram distribuídos às escolas e aos alunos sem qualquer custo para os próprios. Além disso, foi adquirido material para experiências e material audiovisual para distribuição pelas escolas, com o intuito de permitir a execução das propostas do Projecto. Uma lista completa deste material consta do anexo D.

Este relatório incide sobre os elementos de avaliação recolhidas pela equipa coordenadora do Projecto durante a leccionação do 10º ano (2003/04), 11º ano (2004/2005) e 12º ano (2005/2006).

1.2 - Selecção de escolas

Em 2001, foi solicitada à Direcção Regional de Educação do Norte (DREN) a indicação de escolas que poderiam estar interessadas em receber este projecto. A equipa do Faraday visitou as seguintes escolas e apresentou o projecto aos respectivos docentes de CFQ:

- ES António Nobre (Porto);
- ES Filipa de Vilhena (Porto);
- ES Fontes Pereira de Melo (Porto);
- ES Garcia de Orta (Porto);

- ES João Gonçalves Zarco (Matosinhos);
- ES da Maia (Maia);
- ES Rocha Peixoto (Póvoa do Varzim);
- ES de Santa Maria da Feira (Santa Maria da Feira).

As escolas que participaram no projecto foram as seguintes:

- ES Filipa de Vilhena (FV);
- ES Fontes Pereira de Melo (FPM);
- ES Garcia de Orta (GO);
- ES da Maia (MA);
- ES de Santa Maria da Feira (SMF).

Duas destas escolas eram de fora da cidade do Porto, conforme solicitado pela FCG. Foi elaborado um protocolo de colaboração com estas escolas, submetido à aprovação da DREN, no qual se especificava o tipo de trabalho a desenvolver e as condições em que seria realizado. As escolas comprometiam-se, tanto quanto possível, em manter nas turmas do projecto os mesmo docentes ao longo dos três anos. Isso acabou por ser possível apenas em duas escolas (FV e SMF).

1.3 - Docentes

Todos os docentes das turmas Faraday tinham experiência profissional superior a 10 anos. A Dra. Maria Augusta Costa saiu do projecto a meio da leccionação do 10º ano. Os Drs Carlos Carvalho e Anabela Carvalho só leccionaram turmas Faraday no 12º ano. As outras docentes encarregadas do 12º ano foram as Dras Fernanda Vasconcelos e Paula Leitão. Todas estes docentes tinham experiência prévia de leccionação de 12º ano.

<i>Nome</i>	<i>Curso</i>	<i>Ano de graduação</i>	<i>Escola</i>
Fernanda Vasconcelos	Física (R. Educacional)	1978	SMF
Graça Pizarro Almeida	Bach. Eng. Química; Lic. Geologia	1972/1992	GO
M. Astride Brito	Química (R. Educacional)	1975	FV
M. Augusta A. Costa	Eng. Química	1972	FPM
Maria Luisa Carqueja	Físico-Químicas	1969	FPM
Maria José Amaral	Química (R. Educacional)	1987	MA
M. Rita Borges de Sousa	Física (R. Educacional)	1978	GO
Paula Alexandra Leitão	Física (R. Educacional)	1989	FV
Piedade Oliveira Torres	Química (R. Educacional)	1974	SMF
Carlos M. Carvalho	Física (R. Científico)		GO
Anabela Carvalho			GO

Tabela 1: Lista de docentes das Turmas Faraday.

Qualquer dos docentes participantes neste projecto estava na respectiva escola há mais de cinco anos (por

vezes bastante mais). Estes docentes voluntariaram-se para participar no projecto; não existiu qualquer processo de selecção por parte dos coordenadores do Projecto.

Infelizmente não foram recolhidos dados semelhantes sobre os professores das turmas de controle. Contudo, dada a situação geográfica das escolas podemos afirmar que se tratava de professores com experiência semelhante aos das turmas do projecto.

Embora só tendo leccionado turmas Faraday no último ano do projecto, o Dr. Carlos Carvalho colaborou com o projecto desde o seu início e, na prática, foi mais um elemento da equipa de coordenação e desenvolvimento. É também de mencionar a Dra. Elisa Arieiro da Escola Filipa de Vilhena, que prestou uma preciosa colaboração na revisão de textos.

1.4 - Leccionação

Perante um estudo que pretende avaliar os resultados deste trabalho é legítimo perguntar: em que consistiu realmente este Projecto? Como se pode caracterizar a diferença que este projecto introduziu na prática de ensino da Física no secundário?

O projecto não introduziu práticas lectivas radicalmente novas e, de acordo com as condições propostas pelas FCG, respeitou os conteúdos curriculares aprovados para a nova reforma, embora com alguma liberdade no modo e sequência de apresentação. Contudo, existiram algumas diferenças em relação às práticas mais comuns no ensino secundário:

- a) Os alunos realizaram mais actividades experimentais do que é habitual;
- b) estas actividades foram seleccionadas de acordo com um reflexão cuidada sobre os conteúdos e os desafios de desenvolvimento conceptual que eles colocam; nesse sentido, as actividades experimentais constituíram uma parte fulcral da própria metodologia de apresentação e desenvolvimento dos conceitos;
- c) foram utilizadas novas tecnologias sempre que se julgou conveniente; por exemplo, todo o desenvolvimento da descrição de movimento se baseou na análise de movimentos concretos obtidos a partir de sensores de movimento e/ou análise de vídeo.
- d) Os textos enfatizam um desenvolvimento de conceitos estruturado, com justificações e argumentos permanentes, de modo a salientar a racionalidade da construção da visão científica do mundo; tentou-se deste modo reduzir a percepção de alguma arbitrariedade que uma abordagem mais superficial dos conceitos deixa, por vezes, no espírito dos alunos;
- e) Sempre que possível e sem comprometer o rigor intelectual, estabeleceram-se ligações entre os conteúdos curriculares com o quotidiano dos alunos, ilustrando o poder da Física como instrumento de compreensão do mundo do nosso quotidiano. Propuseram-se inúmeros problemas relativos a situações do quotidiano, mais abertos do que é comum.
- f) Os professores foram acompanhados em permanência: na discussão dos conteúdos; no aprofundamento da sua própria compreensão dos fenómenos; na realização das actividades experimentais; na discussão dos resultados; na montagem dos equipamentos nas escolas, etc.
- g) As escolas foram equipadas com material que permitisse o desenvolvimento das actividades propostas; de um modo geral o material fornecido é de uso muito geral, podendo ser utilizado em experiências muito variadas; evitaram-se “kits” específicos para uma actividade (ver lista de material

no anexo D).

Do ponto de vista dos coordenadores do projecto, o ponto f) referido acima é de crucial importância. A experiência do Faraday revelou que este acompanhamento foi absolutamente essencial para viabilizar qualquer dos outros aspectos da intervenção do projecto. Toda a formação de professores foi feita directamente sobre os conteúdos e actividades a desenvolver com os alunos e nesse sentido difere de muitas das propostas de formação em exercício das Universidades.

Na realidade, uma visão clara deste projecto só pode ser obtida através da consulta dos materiais pedagógicos produzidos pelo projecto e que estão disponíveis no respectivo portal: <http://faraday.fc.up.pt/Faraday>:

- textos para o 10º, 11º e 12º ano, com colecções de problemas; no caso do 12º ano foram incluídas as soluções de todos os problemas;
- propostas detalhadas para cerca de 50 actividades, a maior parte das quais experimental;
- ficheiros de vídeo, som e animações;
- páginas web, artigos e manuais resumidos de utilização de programas informáticos;
- questionários e inquéritos.

2 - Inquérito inicial

A leccionação de conteúdos orientada pelo projecto decorreu em três anos:

- 2003-2004, 10º ano;
- 2004-2005, 11º ano;
- 2005-2006 12º ano.

Foram feitas apresentações do Projecto aos pais dos alunos das turmas Faraday no início do ano lectivo de 2003/2004. As turmas Faraday realizaram uma visita de estudo ao Departamento de Física da Universidade do Porto, no final da qual foi feita uma breve introdução aos objectivos do projecto.

Após estas iniciativas, foi realizado um inquérito anónimo aos alunos e encarregados de educação sobre as respectivas expectativas em relação ao projecto. Foram inquiridos 222 alunos, 143 de turmas Faraday (FDY), 79 de turmas de controle(CTR), e 143 encarregados de educação das turmas Faraday.

As questões colocadas e os resultados constam da Figura 1. Dos 143 encarregados de educação inquiridos 93% aprovaram a iniciativa e a participação dos seus educandos, tendo 5,6% declarado indiferença. Nenhum desaprovou a participação do respectivo educando no projecto. A percentagem de alunos que, naquele momento, tencionavam escolher Física no 12º ano era maior no grupo CTR (28%) do que no grupo FDY (20%).

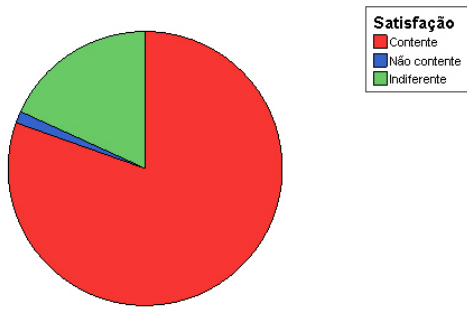
Foi também solicitado aos alunos que indicassem quais as áreas em que contemplavam prosseguir estudos. As respectivas percentagens estão indicadas na Tabela 2. Tratou-se de turmas vocacionadas principalmente para prosseguimento de estudos em áreas de Ciências, Tecnologia e Saúde.

<i>Grupo</i>	<i>Ciências Exactas</i>	<i>Ciências da Vida</i>	<i>Medicina</i>	<i>Engenharia</i>	<i>Outras</i>
FDY	11%	33%	25%	38%	18%
CTR	8%	46%	25%	35%	27%

Tabela 2: Percentagens de alunos que mencionaram cada área como possibilidade para prosseguimento de estudos.

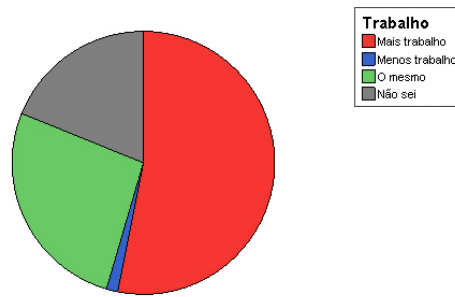
Satisfação

Em relação à tua participação neste projecto:



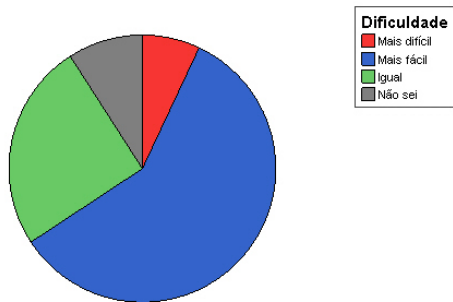
Trabalho

Em relação ao teu trabalho na disciplina de Física, achas que este projecto vai implicar:



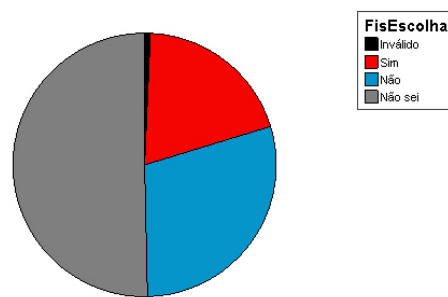
Dificuldade

Pelo facto de estares neste projecto contas que a disciplina de Física seja:



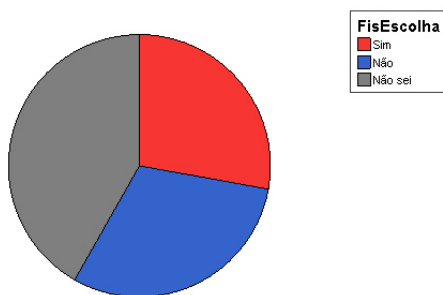
Escolha

Neste momento contas vir a escolher Física no 12º ano?



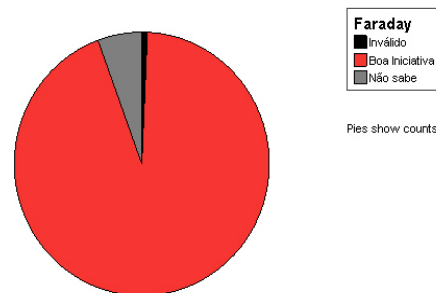
Escolha (grupo de controlo)

Neste momento contas vir a escolher Física no 12º ano?



Faraday

Qual a sua opinião sobre a iniciativa do Projecto FARADAY .



Pies show counts

Figura 1: Resultados do inquérito anónimo distribuído antes do início do projecto.

3 - Elementos de avaliação e análises estatísticas

3.1 - Elementos de avaliação

A avaliação de resultados dos alunos, enquanto alunos do secundário, foi confiada à equipa da FCUP. A metodologia seguida consistiu na constituição, nas várias escolas do projecto, de turmas de controle cuja leccionação decorreu sem qualquer interferência do Faraday. As turmas de controle (CTR) tinham docentes diferentes das turmas Faraday (FDY), o que introduziu um factor de possível diferença alheio ao projecto. A possibilidade de usar turmas CTR e FDY leccionadas pelo mesmo docente foi contemplada, mas julgada inviável pelas seguintes razões:

- dificuldades de atribuição de serviço docente (só no caso da ES da Maia é que um professor leccionava duas turmas);
- impossibilidade de um docente participante no projecto ignorar na leccionação de uma turma todos os recursos e metodologias seguidos na outra.

A variabilidade introduzida por diferentes docentes é minorada pelo facto de os dois grupos, FDY e CTR, serem constituídos por várias turmas, de várias escolas, com vários professores. Além disso, foram usadas classificações de outras disciplinas, além de Ciências Físico-Químicas, para aferir possíveis diferenças entre os dois grupos.

A comparação dos dois grupos e a evolução do grupo FDY baseou-se em vários elementos no 10º e 11º anos:

- as classificações de fim de período;
- os resultados de um questionário de escolha múltipla, administrado antes e depois da leccionação de Física (pré e pós teste);
- os resultados de problemas comuns administrados na avaliação intercalar das turmas FDY;
- um questionário de avaliação da experiência distribuído aos alunos no final do 11º ano.
- As opiniões informais dos docentes do projecto.

O número de alunos que escolhe Física no 12º ano é relativamente reduzido. À excepção da escola FV não foi possível constituir turmas de controle, pois todas as turmas de 12º ano eram leccionadas por professores do Faraday. Por outro lado, apenas cerca de metade dos alunos provinha de turmas Faraday do 11º ano. A pressão imposta pela existência de um exame nacional implicou um ritmo acelerado de leccionação. No 12º ano os elementos de avaliação foram apenas as classificações escolares e os resultados do exame nacional de Física.

Os enunciados de todos os questionários e problemas comuns constam do anexo A.

3.2 - Nota sobre os métodos estatísticos

A análise estatística de resultados foi realizada no programa SPSS 15.0. Os resultados foram inseridos manualmente em tabelas SPSS por André Correia da Rocha, a quem se agradece a preciosa colaboração.

Um tema que percorre toda a análise é a tentativa de identificar possíveis efeitos do projecto nos resultados dos alunos através de comparações com o grupo CTR. A principal ferramenta usada foi o teste-t de comparação de médias em duas populações. Nalguns casos fizeram-se comparações entre a mesma

população em dois instantes diferentes usando testes-t de amostras emparelhadas.

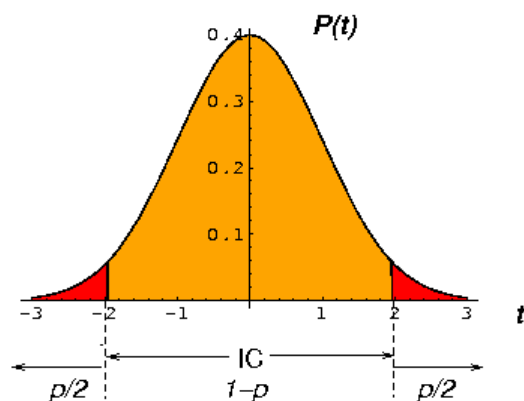


Figura 2: Gráfico ilustrativo de um teste estatístico.

Para benefício dos leitores menos familiarizados com estes conceitos, damos aqui uma nota muito breve sobre estes testes.

Neste tipo de testes calcula-se a partir dos dados uma variável estocástica, t , (*estatística de teste*) cuja distribuição de probabilidade, $P(t)$, é conhecida na hipótese de as populações comparadas serem amostras de uma mesma distribuição (hipótese nula). Em geral, a distribuição $P(t)$ é simétrica em torno do valor 0 (ver Figura 2). É prática comum considerar a hipótese nula *não suportada pelos dados* (populações distintas) quando a estatística calculada está *fora* de um intervalo (intervalo de confiança) em que teria uma probabilidade de ocorrência de 0.95 (95%), com a

distribuição correspondente a populações idênticas. A ideia é que distribuições idênticas dariam o valor de t obtido menos do que uma vez em cada vinte.

É também frequente indicar o *valor-p* da estatística calculada. Tomemos como exemplo o caso da Figura 2. Suponhamos que o valor de t calculado a partir dos dados está exactamente no limite superior do intervalo marcado a laranja. Então, a região do eixo horizontal marcada como IC é o maior intervalo que *não contém* o valor encontrado da estatística de teste. Se for $1-p$ a probabilidade de t cair nesse intervalo (área marcada a laranja), o valor de probabilidade obtido é p . Por exemplo, um valor $p=0.01$ significa que o valor da estatística t está fora de um intervalo em que tem uma probabilidade de ocorrência de 0.99 (99%), na hipótese de populações com a mesma distribuição. Embora o valor de $p=0.05$ nada tenha de mágico, adoptaremos a convenção de considerar diferenças como estatisticamente significativas quando o *valor-p* da estatística observada seja inferior a este limite ($1-p > 0.95$).

Estes testes presumem que as populações têm distribuições gaussianas, embora sejam robustos relativamente a pequenos desvios às gaussianas. Em várias análises, os testes-t foram complementados com testes não paramétricos (Mann-Whitney), sempre com conclusões idênticas.

Neste relatório são muitas vezes representadas as distribuições de uma variável (classificação) numa dada população com um gráfico de caixa (ver Figura 3 na página 21). A caixa vertical tem limite inferior no percentil 25 e superior no percentil 75; a mediana (percentil 50) é marcada por uma linha horizontal. Uma linha vertical marca os limites de variação da grandeza. Valores cujo afastamento do limite mais próximo da caixa é superior 1,5 vezes a altura da caixa são representados isoladamente (*outliers*).

3.3 - Apresentação dos resultados

Num estudo deste tipo, ainda que os dados sejam incontroversos, as conclusões que eles permitem são sempre contestáveis. Por essa razão, optamos por apresentar no início de cada secção um resumo das conclusões que os dados nos sugerem, a nós, autores do estudo. Um leitor que queira conhecer em mais pormenor a sua fundamentação terá que ler as secções mais maçadoras em que apresentamos os resultados das análises estatísticas, normalmente com um mínimo de comentários.

4 - Conclusões gerais: sumário executivo

As principais conclusões que os dados recolhidos nos sugerem são as seguintes:

- (a) Os resultados dos alunos FDY nos exames nacionais foram inequivocamente superiores aos da (única) turma de controle mas, mais importante, aos resultados nacionais, ou aos dos Distrito e Concelho do Porto Por exemplo, entre alunos internos a taxa de positivas dos alunos Faraday na primeira fase foi de 70% contra 40% a nível nacional, 46% no distrito do Porto e 42% no concelho do Porto (página 51).

Um outro dado ajuda a situar os resultados do Projecto Faraday no contexto nacional. O jornal Público publicou em 21 de Outubro de 2006 uma listagem completa das médias dos exames nacionais (primeira fase) dos alunos internos por escola e fez uma ordenação de escolas pela média de cada exame que incluía apenas escolas em que o número de provas realizadas era superior a 10. No caso da Física foram incluídos em conjunto o exame 615 (programa novo) e 115 (programa antigo). Tratando os resultados dos alunos Faraday como sendo uma escola, os seus resultados situam-se em 30º lugar nesta ordenação de 587 escolas. Todavia, se considerarmos escolas que levaram mais de 20 alunos a exame (o Faraday inclui um universo de 54 alunos) verifica-se que só há duas escolas com melhores resultados: Domingos Sequeira em Leiria e Externato Marista de Lisboa².

- (b) Não encontramos qualquer variação sistemática e consistente de classificações entre as turmas FDY e CTR no 10º e 11º anos. Por exemplo, embora no 10º ano se encontre uma evolução na disciplina de CFQ entre primeiro e terceiro período mais favorável nas turmas FDY, no 11º ano ocorre exactamente o contrário. De qualquer modo estas diferenças, embora estatisticamente significativas, são muito pouco expressivas.(ver páginas 20 e 31)
- (c) No 11º ano, detectou-se um melhoria entre pré e pós teste nos dois grupos, mas claramente mais expressiva no grupo FDY (página 31). No 10º ano, as variações entre pré e pós teste foram menores, mas, ainda assim, foi significativa no grupo CTR e não no FDY (página 20).
- (d) Existe alguma evidência, consistente entre 10º e 11º anos, de que a correlação entre a cotação obtida no pós-teste e a classificação final de CFQ é maior no grupo FDY do que no grupo de controle (páginas 26.e 36)
- (e) Investigaram-se vários indicadores que poderiam indicar que o Projecto era especialmente eficaz para alunos de médias elevadas. Não foi encontrado nos resultados qualquer suporte para essa afirmação (páginas 22, 33.e 38)
- (f) O grau de satisfação manifestado pelos alunos no inquérito do final do 11º ano é razoável (64%). Os alunos são particularmente entusiastas sobre a *utilidade* das actividades experimentais, mas mais divididos sobre a utilidade dos textos, que ligeiramente mais de metade considerou difíceis ou muito difíceis (ver página 38)

No inquérito distribuído aos alunos no final do 11º ano, eles foram encorajados a escrever livremente comentários ao projecto. Reproduzimos alguns destes comentários no anexo B; são particularmente reveladores das reacções dos alunos a este projecto,pelo que merecem uma leitura atenta.

Posteriormente à elaboração deste relatório, solicitámos aos professores do Faraday que resumissem as suas

² A Escola Secundário Vergílio Ferreira (25 alunos) tem média igual à do Faraday.

impressões finais sobre o projecto. Os seus depoimentos constituem o anexo C.

O objectivo deste relatório é permitir a cada leitor formar as suas próprias conclusões sobre este projecto. Aos coordenadores do projecto, em jeito de conclusões gerais, parecem claros os seguintes pontos:

- a) os alunos do Faraday foram melhor preparados, em média, para os exames nacionais de 12º ano. Os maus resultados nacionais foram atribuídos ao facto de se tratarem dos primeiros exames realizados com os novos programas e não haver indicações prévias sobre o tipo de prova a esperar. Nestas circunstâncias a formação deste projecto é especialmente vantajosa
- b) Não há qualquer evidência estatística que o projecto tenha tido reflexos negativos nas classificações de frequência dos alunos (em média);
- c) Houve, seguramente, uma fracção significativa de alunos que poucos ou nenhuns benefícios tiraram do projecto. As condições de execução não foram as melhores. O Ministério de Educação acaba de aumentar a escolaridade de CFQ para permitir uma melhor gestão das actividades experimentais, reconhecendo, implicitamente, que o início da revisão curricular foi feita em condições deficientes. As dificuldades de produção dos materiais pedagógicos (sistematicamente sub-estimadas) fizeram com que nem sempre fosse possível passar por ciclos de avaliação e revisão, que poderiam ter levado a um melhor adaptação dos materiais às capacidades dos alunos.
- d) Houve, seguramente, uma fracção substancial dos alunos que tiraram grandes benefícios desta experiência. Os comentários do anexo B são esclarecedores a esse respeito. É também de mencionar a magnífica participação de cerca de 30 alunos Faraday, das cinco escolas, no encontro *Física para o Século XXI*, na Alfândega do Porto, em Dezembro de 2005; estes alunos apresentaram e demonstraram, com enorme entusiasmo e confiança, actividades experimentais por eles realizadas, em sessões extremamente participadas e muito vivas deste congresso.

Recordamos os dois objectivos iniciais do projecto:

- demonstrar a possibilidade de uma preparação em Física que seja reconhecida como mais eficaz e útil para os estudos universitários;
- Provar a compatibilidade da meta anterior com um melhor desempenho nos exames nacionais do 12º ano.

Não temos dúvida que a metodologia do projecto aproximou a leccionação da prática universitária; cremos que mostrámos que isso foi possível sem comprometer o desempenho nos exames nacionais. Para saber se os estudantes Faraday beneficiaram desta experiência no seus estudos universitários será necessário recolher dados sobre o seu desempenho nos respectivos cursos.

Parece-nos, em conclusão, que uma abordagem integrada para combater o insucesso escolar na disciplina de CFQ no secundário não pode deixar de levar em conta este estudo. Em particular, esta experiência demonstrou a importância da formação científica permanente dos docentes ligada de uma forma muito estreita à sua actividade lectiva.

5 - Décimo ano

5.1 - Instrumentos de avaliação

A avaliação de resultados foi feita com base nos seguintes elementos:

- classificações das turmas Faraday e de controle;
- pré e pós teste de escolha múltipla;
- problemas comuns.

Foram recolhidas as classificações de todas as disciplinas nos três períodos. O pré e pós teste consistiram num questionário de escolha múltipla. Parte das questões foram retiradas do *Force Concept Inventory* de D. Hestenes [Hestenes 92] e dos *Concept tests* do projecto de *Peer Instruction* de E. Mazur [Mazur 2004]; as restantes foram elaboradas pela equipa do projecto. As questões testam sobretudo compreensão conceptual, e todos os cálculos envolvidos são suficientemente simples para serem feitos mentalmente. Em cada teste realizado pelos alunos durante a leccionação de Física foi incorporado um problema elaborado pela equipa do Projecto (problemas comuns). O questionário do pré e pós teste e os problemas constam do anexo A.

5.2 - Alunos e Turmas

A composição das turmas está indicada na Tabela 22.

<i>Escola</i>	<i>Turma</i>	<i>controle</i>	<i>Número de alunos</i>
FPM	FPM10A	FDY	27
FV	FV10A	FDY	28
	FV10B	FDY	27
	FV10C	CTR	26
GO	GH10A	FDY	28
	GH10D	FDY	26
	GH10G	CTR	23
MA	MA10C	FDY	28
	MA10D	FDY	28
	MA10B	CTR	30
SMF	SMF10A	FDY	28
	SMF10B	FDY	28
	SMF10C	CTR	28
	Total	FDY	248
	Total	CTR	107

Tabela 3: Turmas Faraday e de controle de 10º ano.

Na Escola FPM funcionou inicialmente uma segunda turma. Devido a acidente, a docente foi substituída no

início do segundo período e o novo docente não teve disponibilidade para participar no projecto. Por essa razão, essa turma foi excluída do estudo. Nesta escola não foi possível constituir turma de controle.

5.3 - Conclusões do 10º ano.

No décimo ano, a maior parte dos indicadores mostra um grande equilíbrio entre os resultados das turmas FDY e CTR, quer antes, quer depois da leccionação da Física. As classificações dos dois grupos são muito semelhantes em várias disciplinas, incluindo CFQ (ver Figura 3 na página 21). Algumas diferenças, muito ligeiras, são as seguintes.

- (a) Nas classificações de CFQ houve uma melhoria estatisticamente significativa nas Turmas FDY mas não nas turmas CTR. Contudo, esta melhoria é pouco expressiva—variação da média de apenas 0.35 valores [Tabela 5, na página 22].
- (b) Ao contrário, no pré e pós teste verifica-se uma ligeira melhoria significativa da médias de respostas correctas nas Turmas de CTR, de 5,25 para 6,5, mas não nas turmas FDY, de 5,84 para 6,25 com valor-p de 0.07 [Tabela 8 na página 26].
- (c) A correlação entre o número de repostas certas e a classificação final de CFQ é baixa nos dois grupos no pré-teste—coeficiente de correlação de Pearson~0.20. No pós teste continua a ser baixa no grupo CTR, mas aumenta no grupo FDY, $R \sim 0.5$ [página 26].
- (d) Os problemas comuns revelam duas turmas FDY com resultados piores que a média, MA10D e SMF10B, sobretudo no segundo problema [Figura 8, página 28]; a primeira também tem classificações a CFQ inferiores às restantes [Figura 7, página 27]. Curiosamente, esta turma, MA10D, tem a segunda melhor percentagem de respostas correctas no pós-teste [Tabela 8, página 26].

Investigou-se, por mais de um processo, a questão de saber se o projecto funcionou melhor entre os alunos com classificações mais altas. A variação da classificação de CFQ (CFQF-CFQ1) tem um valor semelhante nos dois grupos, e tem uma correlação muito baixa com a classificação média dos alunos, quer no grupo FDY, quer no CTR. Uma comparação das classificações a CFQ dos alunos acima e abaixo do percentil 50, não revela diferenças significativas entre o grupo FDY e CTR. Podemos concluir que,

- (e) não há evidência nos resultados do 10º ano que os alunos menos classificados tenham tido mais dificuldades nas turmas de FDY que teriam nas CTR.[figuras 3 e na página; tabelas 6 e 7 da página24].

Os resultados dos problemas comuns confirmam que as turmas FDY são relativamente homogéneas. Apenas a turma MA10D obteve consistentemente resultados inferiores às restantes nestes dois problemas. De um modo geral os resultados obtidos pelos alunos nestas duas questões estão abaixo do que as suas classificações na disciplina implicariam.

5.4 - Classificações

5.4.1 - Disciplinas analisadas

A caracterização dos grupos Faraday (FDY) e de controle (CTR) foi feita com recursos a cinco classificações:

- Matemática no terceiro período (MF).
- Média final de todas as disciplinas (MEDF).
- Média final das disciplinas de ciências (MEDCF): Matemática, Ciências Físico-Químicas, Ciências da Terra e da Vida, Técnicas Laboratoriais de Química e Técnicas Laboratoriais de Biologia.
- Ciências Físico-Químicas no primeiro período (CFQ1).
- Ciências Físico-Químicas no terceiro período (CFQF).

CFQ1 corresponde essencialmente à classificação da parte de Química do programa de CFQ. Juntamente com MF, MEDF e MEDCF permite-nos aferir eventuais diferenças de base entre os grupos FDY e CTR.

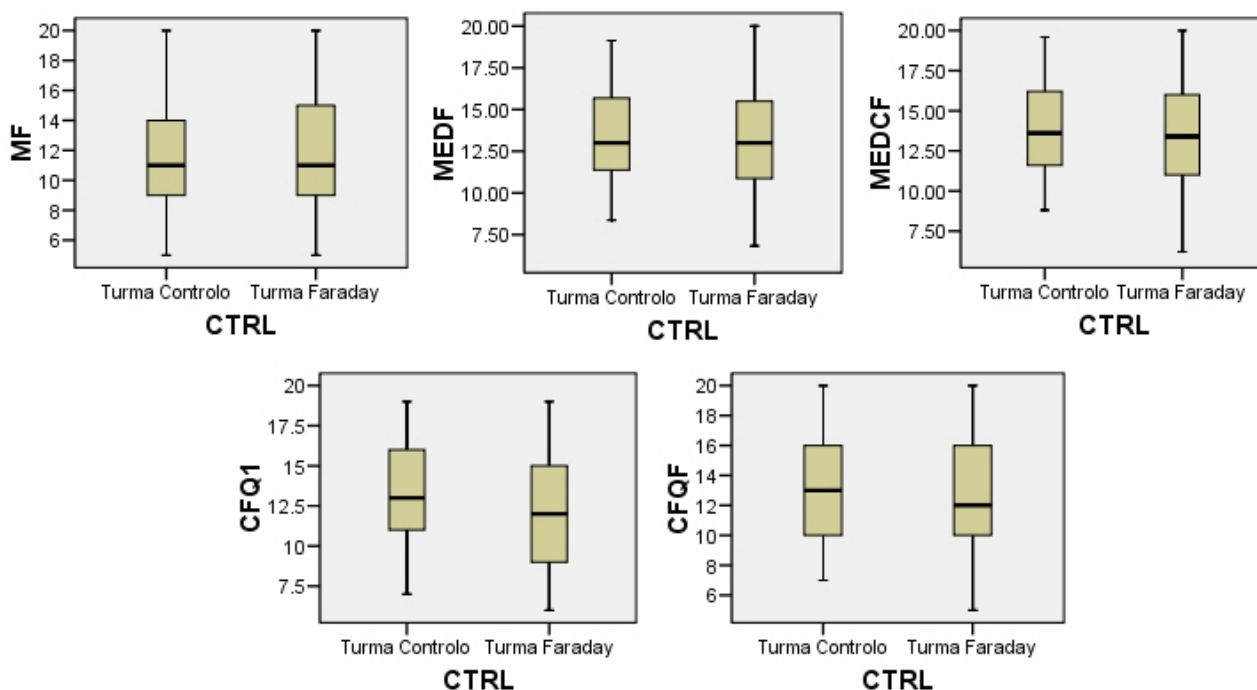


Figura 3: Gráficos de caixa das classificações de Matemática (MF) Média (MEDF), média das disciplinas de Ciências (MEDCF) e Ciências Físico-Químicas (CFQ) no primeiro e terceiro períodos (10º ano).

A Figura 3 mostra gráficos de caixa destas cinco classificações para os dois grupos e permite ver que os resultados académicos dos dois grupos são muito semelhantes. Um teste-t de igualdade de médias só revela uma pequena diferença com significado estatístico nas médias de CFQ1—12.77 para CTR contra 11.95 para FDY. Após a leccionação de Física, as classificações de CFQF dos dois grupo são de novo compatíveis com igualdade de médias (Tabela 4).

<i>Classificação</i>	<i>valor-p</i>	<i>GL</i>	<i>CTR-FDY</i>	<i>IC(95%)</i>	<i>Estatística t</i>	<i>Hipótese médias iguais</i>
MEDF	0.478	336	0.246	[-0.436,0.928]	0.710	1
MEDF	0.323	336	0.369	[-0.364,1.101]	0.990	1
MF	0.828	336	0.100	[-0.100,0.806]	0.217	1
CFQ1	0.033	345	0.819	[0.064,1.573]	2.135	0
CFQF	0.107	332	0.686	[-0.148,1.520]	1.617	1

Tabela 4: Comparação de médias entre os grupos FDY e CTR no 10º ano.

5.4.2 - Evolução entre primeiro e terceiro períodos

A evolução dos alunos dos dois grupos entre o primeiro e terceiro período foi analisada com um teste-t de amostras emparelhadas. A média das disciplinas subiu nos dois grupos de cerca 0,6 valores. No grupo FDY houve também subida significativa a Matemática e CFQ, mas apenas de 0,35 valores, pouco expressiva. No grupo CTR as médias de CFQ e Matemática não revelam evolução estatisticamente significativa.

<i>Grupo</i>	<i>Par</i>	<i>Média</i>	<i>IC(95%)</i>	<i>t</i>	<i>GL</i>	<i>Valor-p</i>
Turma controle	MF - M1	0.29	[0.07, 0.65]	1.587	100	.116
	MEDF - MED1	0.61	[0.45,0.78]	7.255	100	.000
	MEDCF - MEDC1	0.54	[0.29,0.79]	4.314	100	.000
	CFQF - CFQ1	0.21	[0.05, 0.47]	1.619	99	.109
Turma Faraday	MF - M1	0.66	[0.42, 0.91]	5.449	235	.000
	MEDF - MED1	0.61	[0.50, 0.73]	10.493	235	.000
	MEDCF - MEDC1	0.59	[0.44, 0.73]	8.088	235	.000
	CFQF - CFQ1	0.35	[0.13,0.56]	3.130	233	.002

Tabela 5: Evolução de médias entre primeiro e terceiro período (10º ano)

Evolução de alunos acima e abaixo do percentil 50

Uma questão frequentemente colocada a propósito de projectos como o Faraday é se beneficia sobretudo bons alunos. A Figura 4 mostra gráficos de dispersão da variação da nota de CFQ em função da média geral; os resultados são semelhantes para os dois grupos.

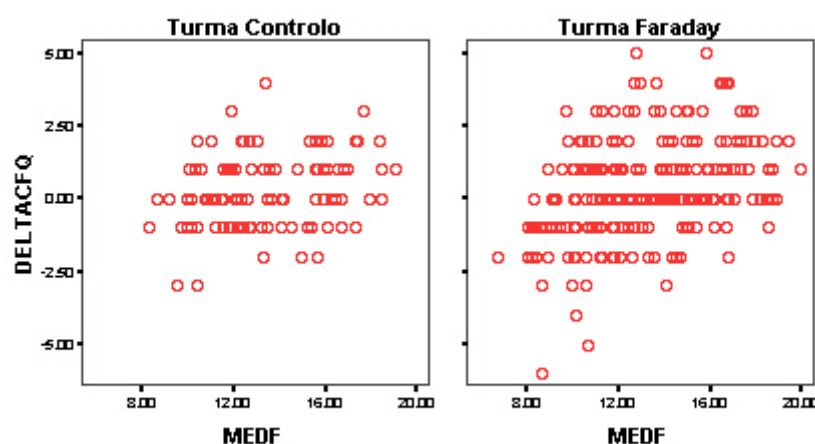


Figura 4: Gráfico de dispersão da variação da classificação de CFQ em função da média final (10º ano).

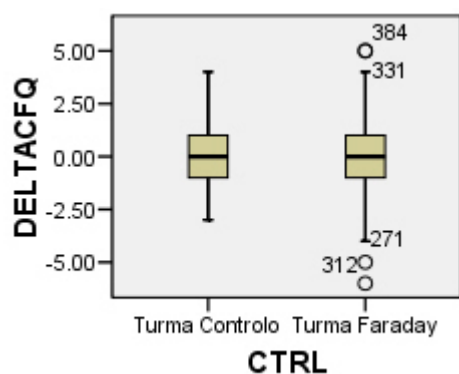


Figura 5: Comparação da variação de CFQ nos grupos FDY e de CTR (10º ano)

Existe alguma correlação entre DELTACFQ e MEDF nos dois grupos: o coeficiente de correlação é 0.36 para FDY e 0.25 para CTR, uma diferença relativamente pequena. A gama de variação de DELTACFQ é superior no caso FDY, mas o gráfico de caixa da Figura 5 mostra que esta diferença é devida a casos excepcionais (*outliers*). Um estudo mais pormenorizado da evolução das classificações destes dois grupos está apresentado nas tabelas 6 e 7. A melhoria das classificações de CFQ dos alunos FDY concentra-se nos alunos acima do percentil 50%. Mas igual observação se pode fazer em relação às outras classificações e ao grupo CTR.

Grupo	Par	Média	IC(95%)	t	GL	Valor-p
Turma controle	MF - M1	0.86	[0.03, 1.39]	3.26	49	.002
	MEDF >= 13					
	MEDF - MED1	1.03	[0.85, 1.21]	11.36	49	.000
	MEDCF - MEDC1	1.03	[0.76, 1.30]	7.64	49	.000
Turma Faraday	CFQF - CFQ1	0.40	[0.01, -.78]	2.09	49	.042
	MF - M1	1.40	[1.06, 1.74]	8.14	119	.000
	MEDF >= 13					
	MEDF - MED1	1.05	[0.93, 1.18]	16.58	119	.000
	MEDCF - MEDC1	1.07	[0.92, 1.23]	13.63	119	.002
	CFQF - CFQ1	0.77	[0.49, 1.04]	5.50	119	.000

Tabela 6: Evolução de médias de classificações entre primeiro e terceiro período dos alunos acima do percentil 50 em MEDF (10º ano).

Grupo	Par	Média	IC(95%)	t	GL	Valor-p
Turma controle	MF - M1	-0.27	[-0.72, 0.18,]	-1.22	50	0.227
MEDF<13	MEDF - MED1	0.21	[-0.03, 0.45]	1.78	50	0.081
	MEDCF - MEDC1	0.06	[-0.32, 0.44]	0.31	50	0.755
	CFQF - CFQ1	0.02	[-0.33, 0.37]	0.12	50	0.908
Turma Faraday	MF - M1	-0.09	[-0.38, 0.19]	-0.66	115	0.508
MEDF<13	MEDF - MED1	0.16	[-0.00, 0.3]	1.96	115	0.227
	MEDCF - MEDC1	0.08	[-0.12, 0.29]	0.79	115	0.429
	CFQF - CFQ1	-0.1	[-0.42, 0.23]	-0.59	115	0.557

Tabela 7: Evolução de médias de classificações entre primeiro e terceiro período dos alunos abaixo do percentil 50 em MEDF (10º ano).

5.4.3 - Classificações por turmas

Os gráficos de caixa da Figura 7 resumem uma comparação das classificações das diferentes turmas. No que respeita à evolução das classificações entre primeiro e terceiro período de CFQ mencionamos apenas as turmas em que houve variação significativa numa análise de teste-t de amostras emparelhadas.

- FV10B (FDY): a média aumentou de 1.2 valores (v) (valor-p=0.04); a média global e a Ciências aumentaram de valores semelhantes;
- FV10C (CTR): diminuição de 0.46 v (valor-p=0.02); A média de Matemática baixou de 1.5 v. A média final e de Ciências não sofreram variações significativas.
- GH10A (FDY): aumento de 1.3 v (valor-p=0.00); aumentos significativos na média geral (1.3 v), de Ciências (1.7 v) e de Matemática (2.5 v).
- GH10G (CTR): aumento de 1.6 v (valor-p 0.00); aumentos significativos em todas as classificações.
- SMF10B (FDY): aumento de 0.82 v (valor-p0.01); também aumentaram de cerca de 1 v as médias geral, de Ciências e de Matemática.

De um modo geral, as variações a CFQ estão correlacionadas com variações no mesmo sentido nas outras disciplinas. As exceções são:

- FV10A (FDY): houve uma evolução positiva (mas ligeira) na média geral e de Ciências, mas não a Matemática e CFQ.
- MA10B (CTR) e MA10C (FDY) e SMF10B (FDY): ligeira melhoria na média geral, sem variação significativa a CFQ.
- SMF10C (CTR): melhorias significativas na média geral, de ciências e de Matemática, sem variação a CFQ.

Em resumo: três turmas Faraday e uma turma de controle, revelam melhorias ligeiras das classificações de CFQ. Uma turma de controle mostra piores classificações no terceiro período de CFQ. As restantes não registam evolução significativa; de um modo geral as evoluções positivas a CFQ são acompanhadas por evoluções no mesmo sentido em outras classificações.

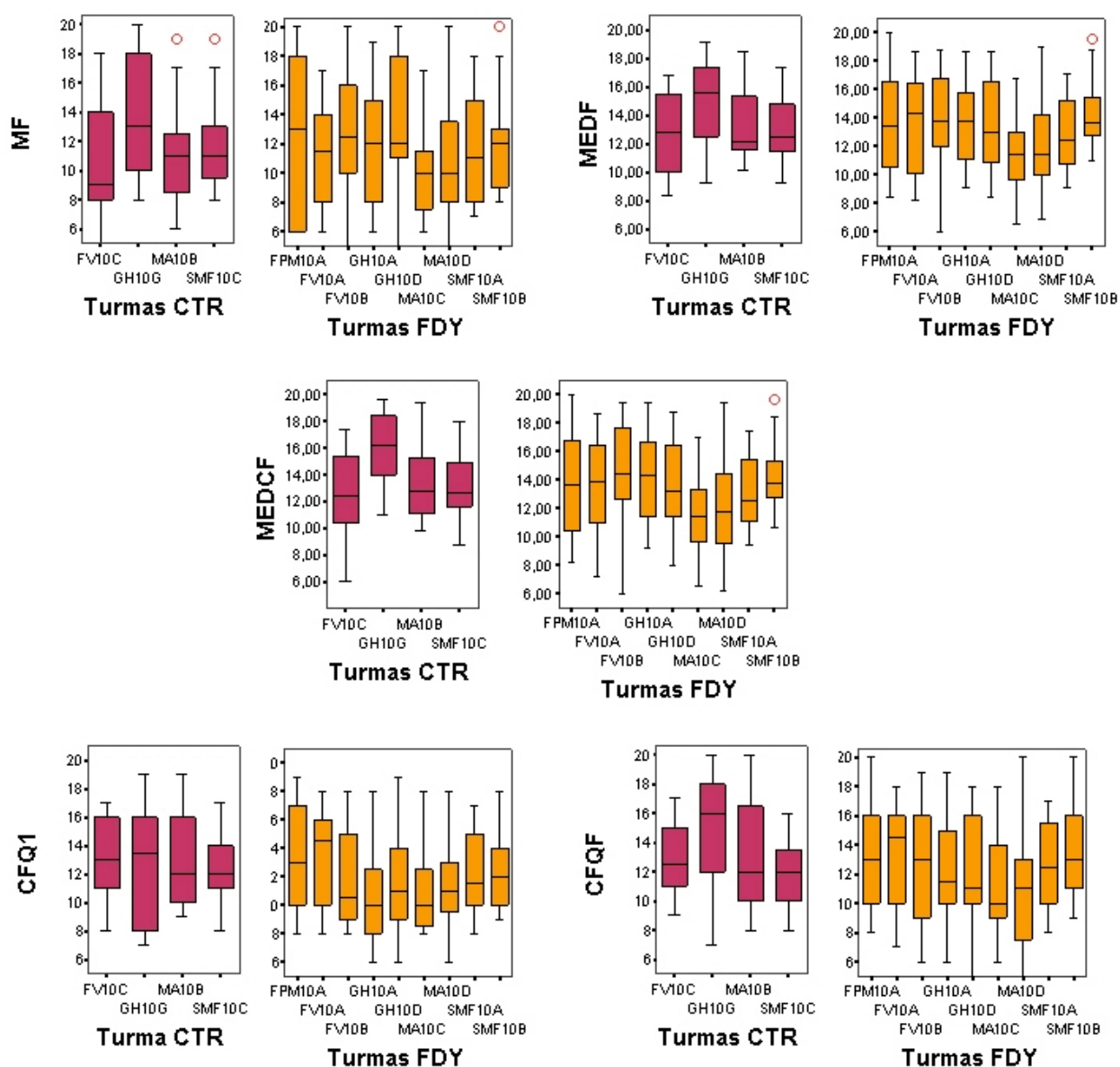


Figura 6: Classificações por turma no 10º ano.

5.5 - Questionários

O enunciado do pré e pós teste encontra-se no anexo A. A fracção média de respostas certas foi de cerca de 30% nos dois testes, quer nas turmas FDY, quer nas turmas CTR. Um teste-t de amostras emparelhadas mostra que houve uma melhoria ligeira da média de respostas certas com significado no Grupo CTR mas não no grupo FDY. Uma análise por turma mostra uma evolução positiva com significado apenas nas turmas FV10A (FDY) e FV10C (CTR).

Turma		Válidas	Pré	Pós
Total	FDY	152/154	5.84	6.25
Total	CTR	78/79	5.50	6.25
FPM10A	FDY	25/0	5.48	-
FV10A	FDY	26/25	5.35	6.52
FV10B	FDY	24	6.63	6.96
FV10C	CTR	25/24	4.92	6.38
GH10A	FDY	25/0	5.16	-
GH10D	FDY	23/0	6.17	-
GH10G	CTR	21	4.86	-
MA10B	CTR	27/26	6.04	6.65
MA10C	FDY	27/23	5.22	5.61
MA10D	FDY	27/25	6.63	6.72
SMF10A	FDY	28	5.46	5.79
SMF10B	FDY	28/27	5.50	5.93
SMF10C	CTR	28	5.29	5.79

Tabela 8: Número médio de respostas certas (em 19) no questionário de escolha múltipla.

5.5.1 - Análise por questões

Foi feita também feita uma análise detalhada uma análise detalhada da fracção de respostas certas a cada pergunta do pré e do pós teste. Dadas as frequências relativas de resposta correcta, antes e depois da leccionação, f_a e f_p , a diferença $f_p - f_a$ foi comparada com o respectivo desvio padrão, calculado como $\Delta = \sqrt{f_a(1-f_a)/N_a + f_p(1-f_p)/N_p}$, em que N_a e N_p são os números de alunos que responderam à pergunta em cada teste. Casos em que $|f_p - f_a| > 1.96\Delta$ foram considerados com variação significativa (nível de confiança de 0.05). No grupo FDY houve melhorias significativas nas perguntas 4, 5b, 13 e 14. No grupo CTR na 3, 5b e 13. O grupo FDY respondeu pior à pergunta 15 no pós-teste. É curioso verificar que as quatro questões em o grupo FDY melhorou estão de algum modo relacionadas com actividades experimentais realizadas. Seria interessante investigar este facto em mais detalhe; os dados aqui presentes não permitem, contudo, uma conclusão segura a respeito desta eventual relação. Por exemplo, o problema comum 2 tem alguma relação com actividades experimentais e os resultados dos alunos FDY foram muito fracos (Figura 8, página 28).

5.6 - Correlações entre questionários e classificações

Os gráficos de dispersão da Figura 7 ilustram um resultado curioso deste projecto. No pré-questionário, a correlação entre o número de respostas certas e as classificação dos alunos—medida pela média de Ciências do primeiro período—é quase inexistente; os coeficientes de correlação são: $R = 0.20$, ($N = 80$, valor- $p = 0.07$) para o grupo CTR; $R = 0.21$, ($N = 215$, valor- $p = 0.001$) para o grupo FDY. Se usarmos a classificação CFQ1 ou MED, 1 os resultados são muito semelhantes (com CFQ1 os coeficientes de correlação são da ordem de 0.1).

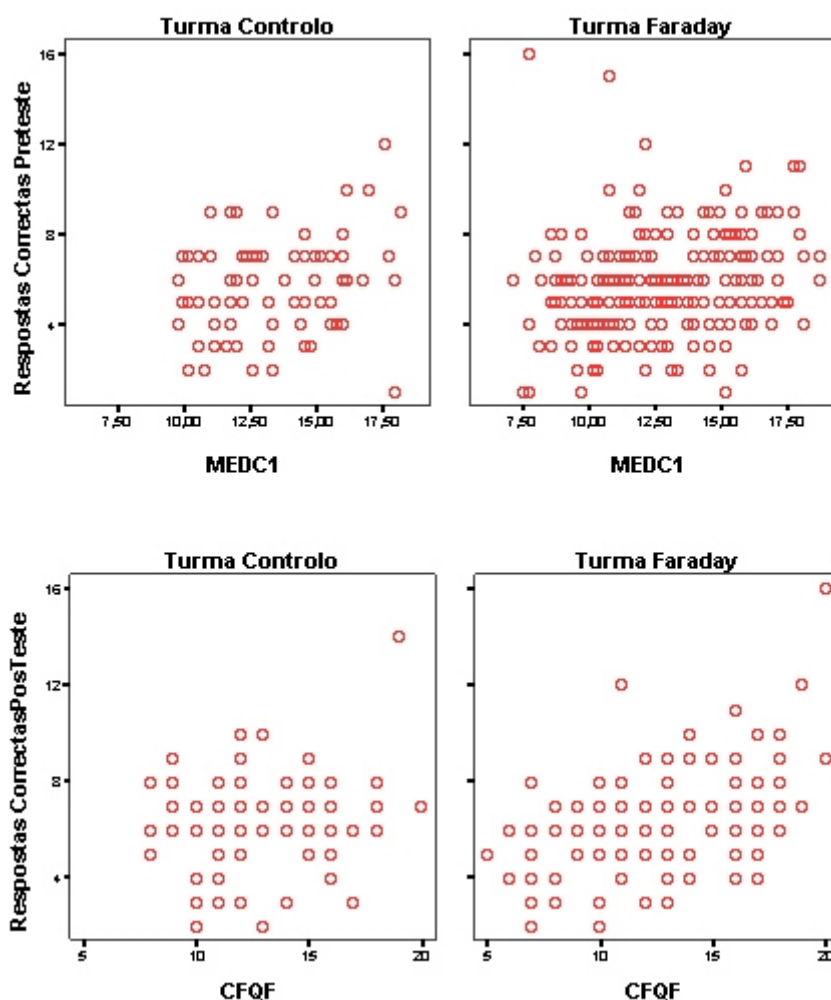


Figura 7: Gráficos de dispersão do número de respostas certas ao pré-teste (painel de cima) e pós-teste (em baixo) em função de classificação do aluno (10º ano).

Contudo, no pós-teste, os resultados dos dois grupos são diferentes. No grupo CTR, a correlação com as classificações de CFQ continua inexistente ($R = 0.18$, $N = 75$ e valor- $p = 0.12$). No grupo FDY, o coeficiente de correlação é 0.49 ($N = 138$, valor- $p < 0.001$). Numa regressão linear o declive é cerca de 0.3 , ou seja, cerca de mais uma resposta certa em média por cada três valores de classificação.

5.7 - Problemas Comuns

As questões colocadas nos problemas comuns encontram-se no anexo A. As percentagens da classificação total obtidas nas várias turmas estão representadas nos gráficos de caixa da Figura 8.

Os resultados foram modestos em especial no segundo problema. Nas tabelas 9 e 10 detalham-se os números de alunos com resposta correcta em cada alínea do problema.

A pergunta 2 do primeiro problema foi a mais acessível (~40% de respostas correctas). As restantes alíneas tiveram cerca $\frac{1}{4}$ de respostas correctas. No segundo problema, a primeira e terceira alínea foram

correctamente respondidas por um número quase insignificante de alunos. Os resultados das turmas MA10D e SMF10A (segundo problema) são ligeiramente piores que as restantes. As classificações da turma MA10D em CFQF são também inferiores (ver Figura 7), mas, curiosamente as cotações obtidas no pré e pós teste são superiores à média (Tabela 8). De um modo geral, as cotações obtidas nos problemas comuns são mais baixas do que seria de esperar das classificações de fim de período.

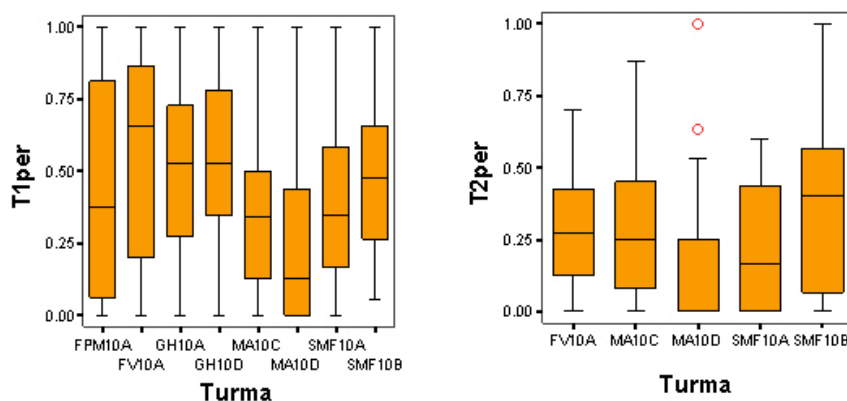


Figura 8: Percentagens obtidas nos problemas comuns (10º ano)

Turma	Total respostas	P1	P2	P3	P4	Total
FPM10A	24	6	9	8	11	4
FV10A	26	8	13	10	8	4
FV10B	-	-	-	-	-	-
GH10A	26	5	11	3	11	2
GH10D	22	8	12	7	4	2
MA10C	27	6	10	1	3	1
MA10D	24	5	6	3	2	2
SMF10A	28	8	8	2	4	1
SMF10B	27	6	10	6	6	3
Total	204	52	79	40	49	19

Tabela 9: Número de alunos com respostas correctas no problema 1 (10º ano).

<i>Turma</i>	<i>Total respostas</i>	<i>P1</i>	<i>P2</i>	<i>P3</i>	<i>Total</i>
FV10A	25	1	10	0	0
MA10C	24	0	9	0	0
MA10D	27	1	4	1	1
SMF10A	28	1	6	0	0
SMF10B	27	4	15	2	2
Total	131	7	44	3	3

Tabela 10: Número de alunos com respostas correctas ao Problema 2 (10º ano).

6 - Décimo primeiro ano

6.1 - Alunos e turmas

A Tabela 11 mostra que foi possível manter, em boa medida, a composição das turmas entre o 10 e 11º ano.

<i>Escola</i>	<i>Turma</i>	<i>controle</i>	<i>Número de alunos</i>	<i>Alunos transitados do 10 (%)</i>
FPM	FPM11A	FDY	24	88%
FV	FV11A	FDY	27	74%
	FV1B	FDY	20	90%
	FV11C	CTR	29	
GO	GH11A	FDY	28	75%
	GH11D	FDY	29	72%
	GH11F	CTR	28	--
MA	MA11C	FDY	24	67%
	MA11D	FDY	24	79%
	MA11B	CTR	27	--
SMF	SMF11A	FDY	28	79%
	SMF10B	FDY	29	86%
	SMF11C	CTR	28	--
	Total	FDY	233	79%
	Total	CTR	83	--

Tabela 11: Turmas do 11º ano

6.2 - Conclusões, 11º ano

Eis alguns dos resultados observados no 11º ano:

- As diferenças entre as classificações das turmas FDY e CTR são, como no 10º ano, pouco significativas. A evolução da classificação de CFQ é ligeiramente mais favorável nas turmas CTR do que nas turmas FDY. As turmas FDY têm classificações de CFQ1 ligeiramente superiores às CTY, mas essa diferença esbate-se na classificação final (Tabelas 12 e 13 na página 32).
- Os resultados do pré-teste são semelhantes nas duas populações, mas os do grupo FDY são claramente superiores no pós-teste (Tabela 17 na página 36).
- Uma comparação dos resultados dos pré e pós teste para cada aluno revela melhorias significativas de resultados para os dois grupos, ao contrário do que sucedeu no 10º ano. Mas a variação do número médio de respostas é mais expressiva no grupo FDY— aumento de 2.7, contra apenas 1.20 no grupo CTR.
- As correlações entre a cotação obtida no pós teste e a classificação de CFQF continuam a ser

superiores no Grupo FDY, tal como no 10º ano.

- Os elementos disponíveis não sustentam a ideia que o projecto só tem resultados visíveis nos alunos com melhores classificações:
 - a correlação entre a variação da classificação de CFQ e a média final é pequena em qualquer dos grupos (Figura 10 na página 34);
 - a análise, em separado, dos resultados dos alunos acima e dos alunos abaixo do percentil 50 da média final mostra resultados parecidos para estes dois grupos (tabelas 14 e 15 na página 34);
 - no questionário de avaliação do projecto distribuído aos alunos, as respostas mais favoráveis têm origem em alunos com classificações a CFQ muito variadas, não se concentrando apenas entre alunos de classificações elevadas (Figuras 17 a 19, a partir da página 42).
- na comparação entre turmas FDY salienta-se a turma FV12B, que obtém melhores classificações a CFQF (Figura 11, página 35), nos resultados do pós-teste (Tabela 16, página Tabela 16) e na resposta aos problemas comuns (Figura 13, página 38).
- Os resultados do inquérito distribuído aos alunos no final do 11º ano estão detalhados na página 38.

Estas conclusões são analisadas com mais pormenor nas secções seguintes.

6.3 - Classificações

A comparação de médias da Tabela 12 mostra que as classificações no grupo FDY só são significativamente superiores às do grupo CTR em CFQ, no primeiro período. A situação é precisamente a inversa da observada no 10º ano. Os gráficos de caixas da Figura 9 ilustram esta comparação.

<i>Classificação</i>	<i>FDY-CTR</i>	<i>GL</i>	<i>valor-p</i>	<i>IC(95%)</i>	<i>Estatística t</i>	<i>Hipótese médias iguais</i>
MEDF	0.41	323	0.24	[-0.27,1.09]	1.19	1
MEDFC	0.33	316	0.37	[-0.39,1.06]	0.90	1
MF	0.83	290	0.09	[-0.13,1.79]	1.70	1
CFQ1	0.98	303	0.02	[0.13,1.84]	2.26	0
CFQF	0.59	299	0.16	[-0.25, 1.43]	1.39	1

Tabela 12: Comparação de médias dos grupos FDY e CTR no 11º ano.

6.3.1 - Evolução das classificações

A comparação entre as classificações do primeiro e terceiro períodos foi feita com um teste-t de amostras emparelhadas. O que ressalta da Tabela 13 é uma evolução positiva em todas as médias, nos dois grupos, mas muito ligeira, no caso de CFQ no grupo FDY.

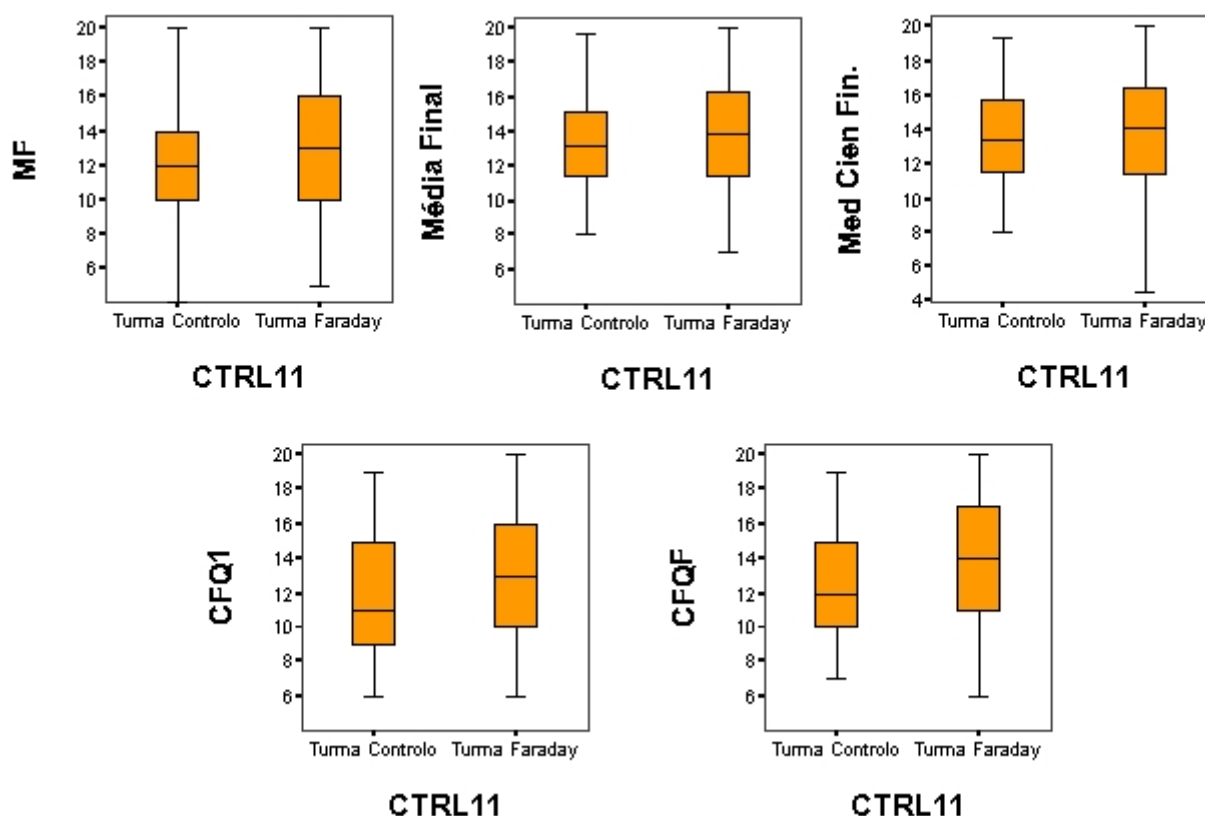


Figura 9: Classificações dos grupos CTR e FDY no 11º ano.

Grupo	Par	Média	IC(95%)	t	GL	Valor-p
Turma controle	MF - M1	1.70	[1.35, 2.04]	9.75	92	0.00
	MEDF - MED1	1.07	[0.94, 1.20]	16.87	105	0.00
	MEDCF - MEDC1	1.10	[0.95, 1.26]	14.3	103	0.00
	CFQF - CFQ1	0.61	[0.35, 0.87]	4.63	99	0.00
Turma Faraday	MF - M1	0.66	[0.46, 0.86]	6.54	198	0.00
	MEDF - MED1	0.88	[0.77, 0.98]	15.9	217	0.00
	MEDCF - MEDC1	0.91	[0.78, 1.03]	14.1	212	0.00
	CFQF - CFQ1	0.24	[0.04, 0.43]	2.43	200	0.02

Tabela 13: Comparação das classificações de 1º e terceiro período no 11º ano.

Variação em CFQ e nota média

O gráfico da Figura 10 mostra que não há correlação significativa entre a evolução da classificação de CFQ e a classificação média dos alunos em qualquer dos grupos. Este gráfico deve ser comparado com o da Figura 7, página 27, referente ao 10º ano.

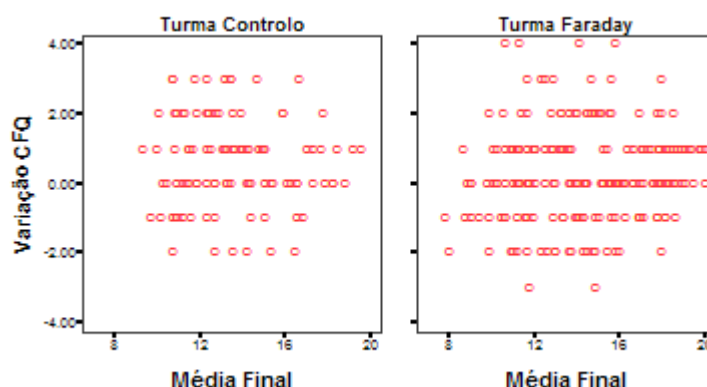


Figura 10: Gráfico de dispersão da variação da nota de CFQ em função da média final.

Tal como no 10º ano, comparam-se as evoluções dos dos grupo abaixo e acima do percentil 50. As tabelas 14 e 15 mostram que a evolução destes dois grupos, na disciplina de CFQ, não foi muito diferente. Isto confirma os resultados do gráfico da Figura 10: não podemos associar bons resultados na evolução da classificação de CFQ ao grupo dos alunos com notas mais altas..

Grupo	Par	Média	IC(95%)	t	GL	Valor-p
Turma controle MEDF>=13,6	MF - M1	2.00	[1.5, .2.5]	8.10	42	.000
	MEDF - MED1	1.09	[0.94, 1.25]	14.0	42	.000
	MEDCF - MEDC1	1.07	[0.86, 1.28]	10.3	42	.000
	CFQF - CFQ1	0.44	[0.08, 0.80]	2.50	42	.017
Turma Faraday MEDF>=13,6	MF - M1	0.96	[0.71, 1.20]	7.69	114	.000
	MEDF - MED1	1.09	[0.99, 1.19]	21.3	114	.000
	MEDCF - MEDC1	1.07	[0.94, 1.20]	16,67	114	.000
	CFQF - CFQ1	0.27	[0.03,.0.51]	2.19	114	.031

Tabela 14: Evolução de médias no grupo acima do percentil 50 (11º ano)

Grupo	Par	Média	IC(95%)	t	GL	Valor-p	
Turma controle	MF - M1	1.40	[0.95, 1.92]	5.97	49	.000	
	MED<13,6	MEDF - MED1	1.08	[0.90, 1.26]	11.86	61	.000
		MEDCF - MEDC1	1.14	[0.94, 136]	10.1	58	.000
		CFQF - CFQ1	0.74	[0.36, 1.11]	3.91	56	.000
Turma Faraday	MF - M1	-0.25	[0.06, 0.56]	1.59	83	.115	
	MEDF<13,6	MEDF - MED1	0.63	[0.44, 0.82]	6.57	102	.000
		MEDCF - MEDC1	0.71	[0.48, 0.94]	6,19	97	.000
		CFQF - CFQ1	0.20	[-0.12, 0.51]	1.23	85	.221

Tabela 15: Evolução de médias no grupo abaixo do percentil 50 (11º ano).

6.3.2 - Classificações por turma

As classificações discriminadas por turma estão representadas na Figura 11. A análise das variações entre o primeiro e o terceiro período pode resumir-se nos seguintes factos:

- as turmas FV11B e SMF11B mostram melhorias significativas a CFQ (variações da média de 1.4 v e 0.48 v).
- No grupo CTR há duas turmas nas mesmas condições (GH11F e SMF11C), com variações significativas de 1.61 v e 0.38 v).
- Nas médias de todas as disciplinas e das disciplinas de Ciências, todas as turmas evoluem positivamente. Em Matemática, a evolução é positiva, mas sem grande expressão, nas turmas FPM11A, FV11A, GH11A e GH11D, todas do grupo FDY.

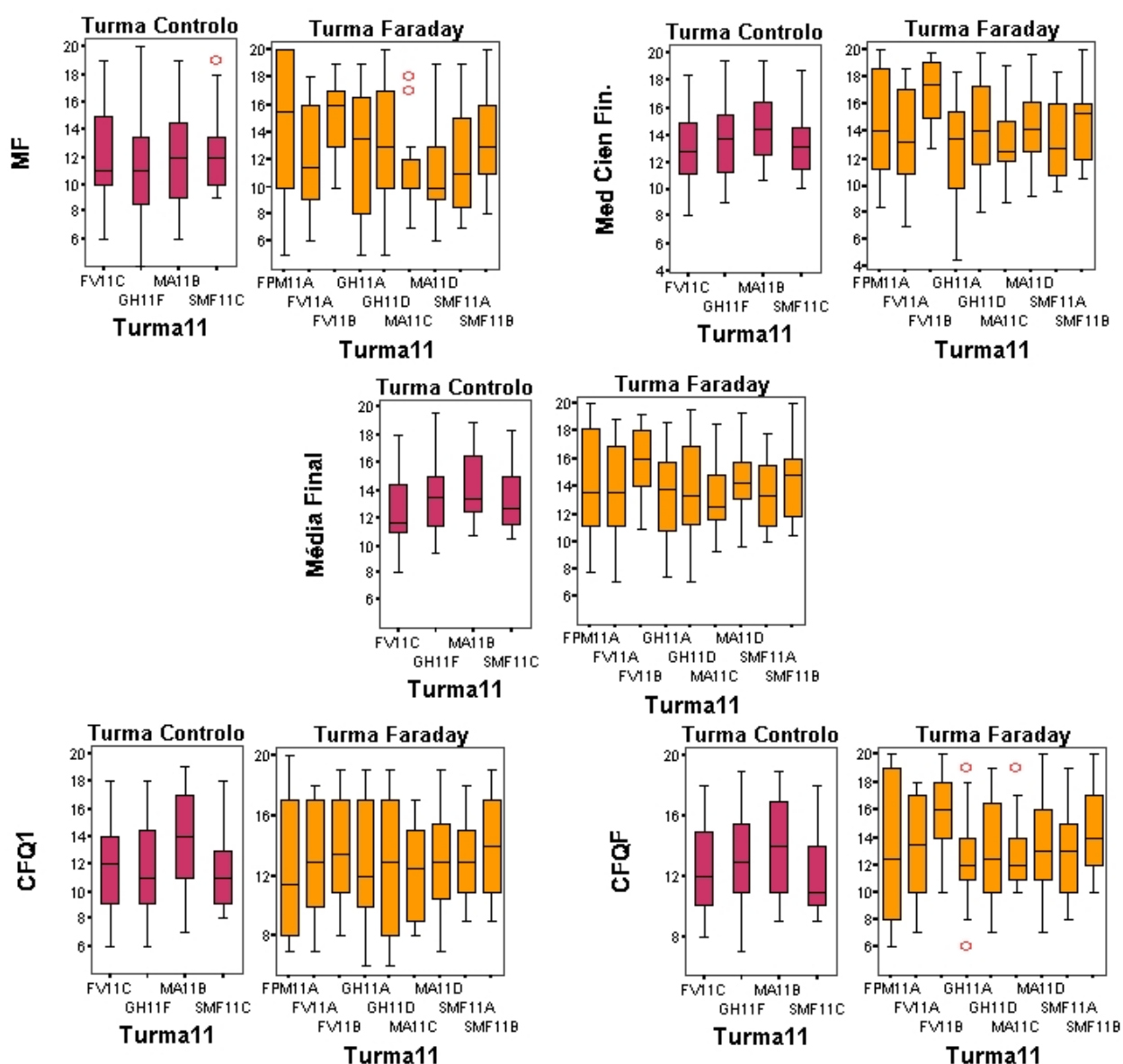


Figura 11: Classificações do 11º ano discriminadas por turmas.

6.4 - Pré e Pós teste

O questionário de pré e pós teste continha 15 questões. No pré-teste Os grupos FDY e CTR apresentam uma média de respostas certas apenas ligeiramente superior à dos questionários do 10º ano. Contudo, a evolução entre pré e pós teste é bastante mais favorável do que no 10º ano (ver Tabela 16). Há turmas FDY (FV11A) em que mais do que duplica a pontuação, tendo uma delas atingido uma pontuação de 62% no pós teste (FV11B).

Turma		Válidas	Pré	Pós	Dif.
Total	FDY	194/168	5.14	7.83	2.76
Total	CTR	70/50	5.56	6.96	1.23
FPM11A	FDY	22/20	5.86	8.85	3.00
FV11A	FDY	21/18	4.10	8.84	4.50
FV11B	FDY	18/17	6.17	9.35	3.18
FV11C	CTR	21/17	5.52	7.06	1.35
GH11A	FDY	21/16	5.29	7.56	2.13
GH11D	FDY	22/16	5.77	7.75	2.00
GH11G	CTR	0/9	-	6.56	-
MA11B	CTR	24/24	6.67	7.04	1.14
MA11C	FDY	19/18	5.32	6.50	1.24
MA11D	FDY	23/19	4.35	7.11	2.74
SMF11A	FDY	25/21	4.52	7.65	3.38
SMF11B	FDY	28/27	5.12	7.38	2.33
SMF11C	CTR	25/0	5.48	-	-

Tabela 16: Resultados do pré e pós teste do 11º ano.

No pré teste, os dois grupos têm pontuações médias semelhantes, mas a evolução entre as turmas FDY é claramente mais positiva que a das turmas CTR. Um teste-t de amostras emparelhadas mostra que variação é positiva (nível de significância de 0.05) em todas as turmas e nos dois grupos, mas com amplitude superior no grupo FDY. O intervalo de confiança IC(95) para a diferença de médias FDY-CTR inclui igualdade de médias apenas no pré-teste (Tabela 17).

Teste	FDY-CTR	IC(95%)	t	GL	Valor-p
Pré-teste	-0.418	[-0.067, 0.903]	-1.696	262	0.09
Pós-teste	0.873	[0.210, 1.537]	2.594	216	0.01

Tabela 17: Teste-t de comparação de médias dos grupos FDY e CTR no pré e pós-teste (11º ano).

6.5 - Correlações entre classificações e questionários

A Figura 12 mostra um gráfico de dispersão das respostas correctas no pré-teste (painel a) e pós-teste (painel b), em função das médias de Ciências no 1º período (MEDC1) e da classificação final de CFQ. Tal como se viu no 10º ano, existe uma correlação mais forte entre a classificação de CFQF e a cotação do pós-teste nas turmas FDY. Todavia, a situação é menos clara aqui, já que o número de alunos de CTR no segundo teste foi apenas de 41, e, em média o, número de respostas certas adicionais é apenas de 1 para cada quatro valores extra.

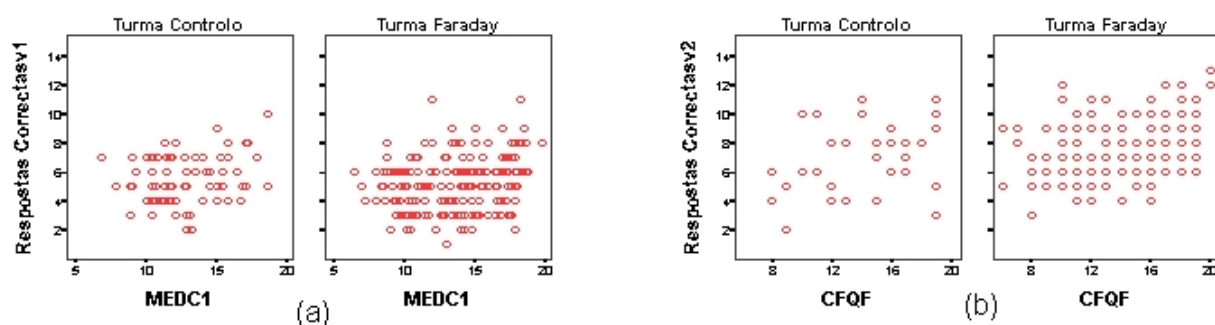


Figura 12: Correlação entre classificações e resultados dos questionários (11º ano)

Grupo	Teste	N	Declive	R-Pearson	p-valor
CTR	Préteste/MEDC1	69	0.13	0.22	0.07
	Pósteste/CFQF	41	0.19	0.30	0.07
FDY	Préteste/MEDC1	193	0.10	0.17	0.02
	Pósteste/CFQF	167	0.25	0.42	0.00

Tabela 18: Correlações entre pré e pós teste e classificações escolares.

6.5.1 - Análise por questões

Uma análise das variações da percentagem de respostas certas, semelhante à realizada no 10º ano (página 26), revela nos dois grupos 6 respostas em que a variação é significativa (grau de confiança de 95%, variação superior a 1.96 vezes o desvio padrão). No grupo CTR trata-se das questões 2, 5, 6, 7, 9 e 12 e no grupo FDY 1, 7, 8, 9, 12 e 14. As variações são maiores no grupo FDY particularmente nas questões 7, 8, 9, 12 e 14. No grupo CTR houve uma diminuição significativa do número de respostas certas à pergunta 3. No grupo FDY as frequências de respostas correctas são maiores no pós-teste em todas as questões.

6.6 - Problemas comuns

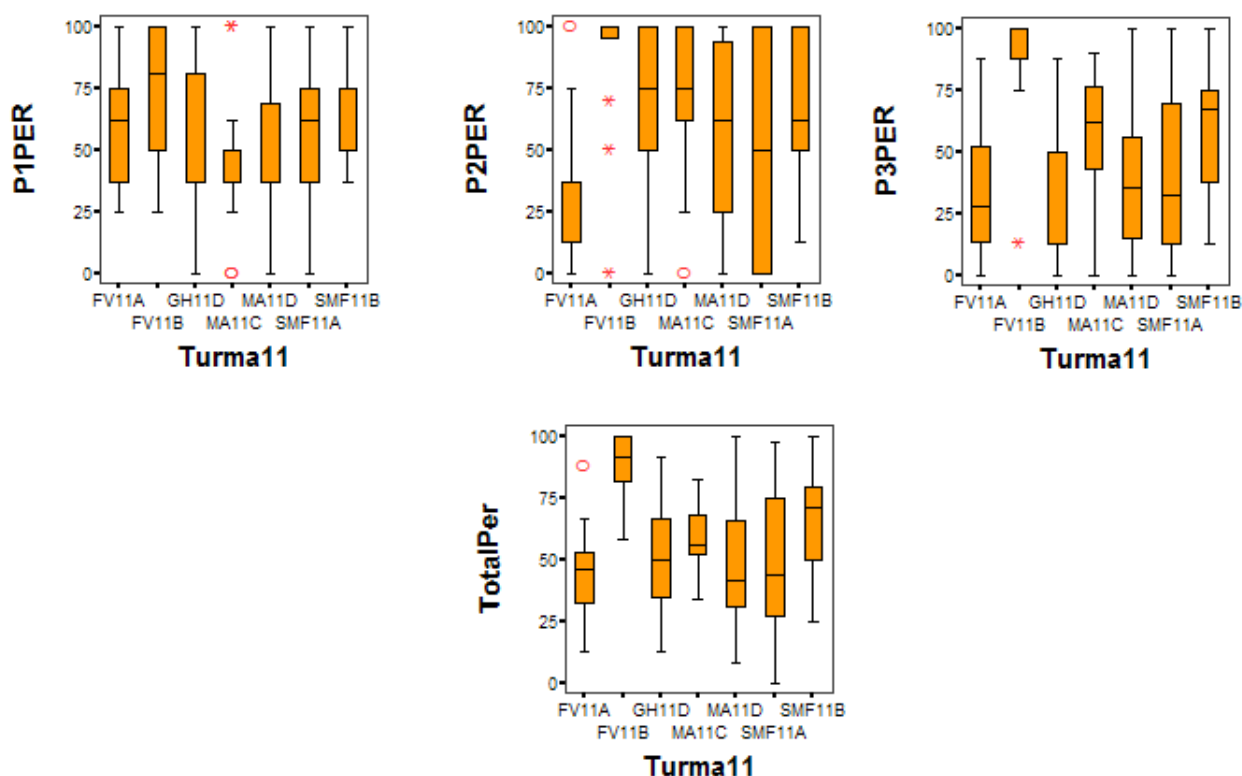


Figura 13: Percentagens obtidas nas questões comuns no 11º ano.

Os três problemas comuns distribuídos nas turmas FDY fizeram parte da classificação dos alunos. Os gráficos de caixa da Figura 13 mostra uma turma claramente destacada nos resultados: a turma FV11B. Esta turma também foi a que obteve melhores resultados no pós-teste. Uma análise mais detalhada mostra que existe alguma diferença significativa entre a turma SMF11B e a FV11A.

6.7 - Avaliação do Faraday pelos alunos

No final do 11ºano foi distribuído um questionário a todos os alunos do Projecto, em que se solicitava uma avaliação do mesmo. Foram recolhidas 94 respostas.

O grau de satisfação pela participação no projecto é relativamente elevado (64%); apenas 14% prefeririam não ter participado no projecto (Figura 14).

Os resultados das restantes questões estão sumariados nas figuras 15 e 16. Indicam-se, junto aos resultados versões resumidas das questões. O texto integral do questionário está no anexo A.

Salientam-se algumas notas:

- Quase metade dos alunos achou que a disciplina de CFQ foi mais difícil pelo facto de estarem no projecto. No inquérito inicial do projecto (página 13), a maior parte dos alunos achava o contrário.

- Quase 70% dos alunos achou que CFQ se tornou mais interessante.
- Perto de 40% dos alunos achou que poderia ter obtido melhor classificação se **não** estivesse integrado no projecto. Perto de um quarto dos alunos considerou o oposto.
- A percentagem de alunos que contemplavam escolher Física no 12º ano foi perto de 40% (30% decididos, 10% indecisos). No inquérito inicial do projecto (página 13), só 20% dos alunos estavam decididos a escolher Física no 12º ano.
- A percentagem de alunos que indica como razão para não escolherem Física 12º ano o facto de não gostarem de Física é cerca de 23%. A maioria indica como razão o não ser necessária para o curso que desejam.
- Dos alunos que vão escolher Física, 30% não desejam continuar no projecto (contra 35 % que querem continuar e 35% indiferentes).

Foram também feitas algumas perguntas sobre os materiais pedagógicos do projecto (resposta 1, muito pouco; resposta 4, muito)

- A maioria dos alunos acha os textos difíceis ou muito difíceis (59%) e úteis ou muito úteis (65%).
- Uma esmagadora maioria considerou as actividades úteis ou muito úteis (90%); ligeiramente mais de 1/3 considera-as difíceis.
- Os problemas foram considerados difíceis (90%) e só foram considerados úteis para cerca de 36% dos alunos.

É curioso cruzar os resultados deste questionário (que não foi anónimo) com os resultados escolares obtidos pelos alunos. Para isso representamos na Figura 17 um gráfico de caixa com a indicação dos percentis 25, 50 e 75 da classificação de CFQ para cada uma das respostas dadas. Os alunos satisfeitos com o Faraday representam bem todas as classificações possíveis. Os alunos insatisfeitos têm classificações concentradas à volta do 14; os alunos indiferentes têm classificações mais baixas.

Estás contente de ter participado no projecto?

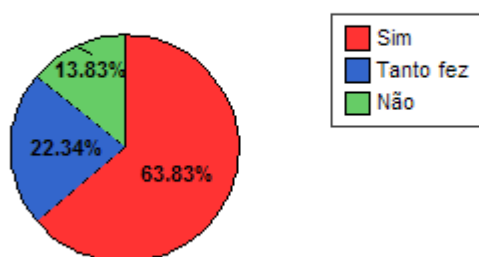
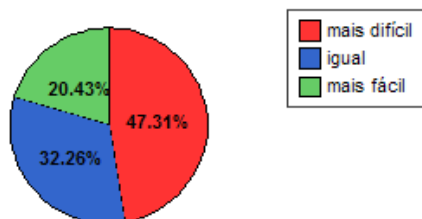
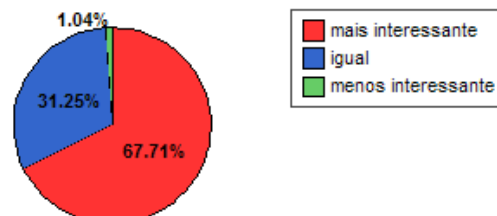


Figura 14: Grau de satisfação pela participação no projecto.

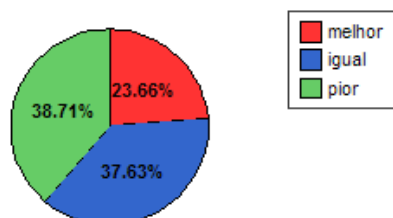
Pelo facto de estares no Faraday, CFQ foi:



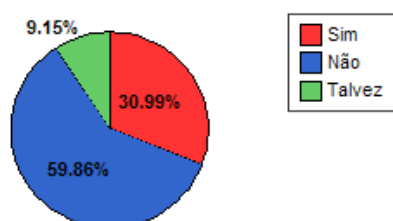
Pelo facto de estares no Faraday, CFQ foi:



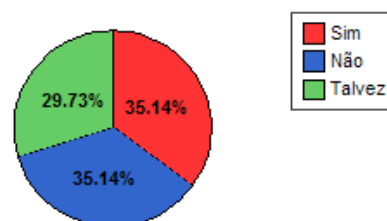
Pelo facto de estares no Faraday, a tua nota de CFQ foi:



Tencionas escolher Física no 12º ano?



Se sim, gostarias de permanecer no Faraday?



Porque não vais escolher Física no 12º ano?

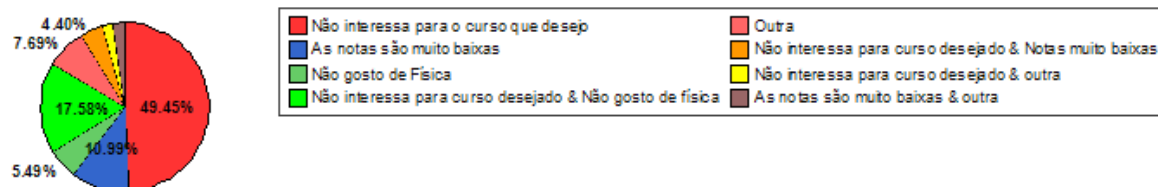
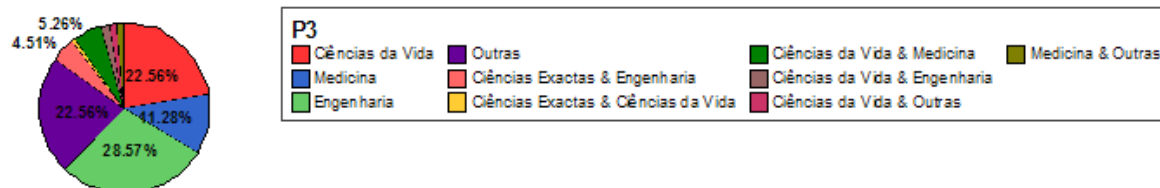
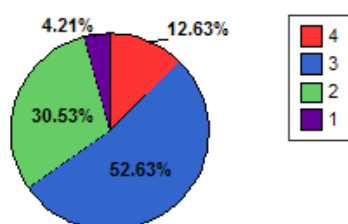


Figura 15: Resultados do questionário distribuído no final 11º ano. Total de respostas, 94.

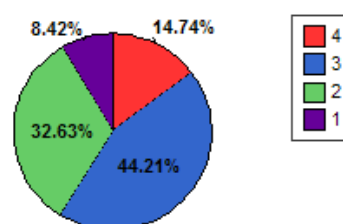
Que áreas contempas escolher?



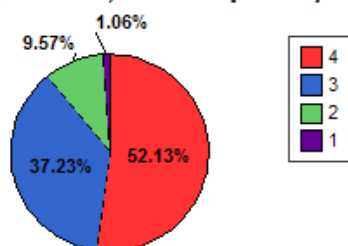
**Utilidade dos textos
(4- muito; 1-muito pouco)**



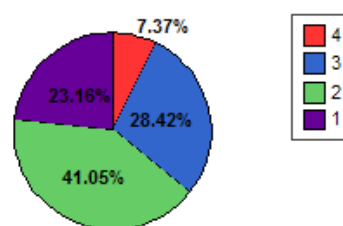
**Dificuldade dos textos
(4- muito; 1-muito pouco)**



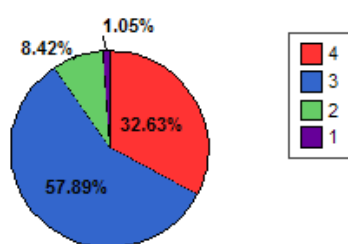
**Utilidade das actividades
(4- muito; 1-muito pouco)**



**Dificuldade das actividades
(4- muito; 1-muito pouco)**



**Dificuldade dos problemas
(4- muito; 1-muito pouco)**



**Utilidade dos problemas
(4- muito; 1-muito pouco)**

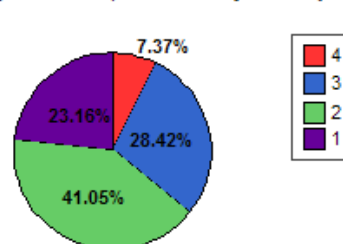


Figura 16: Resultados do questionário distribuído no final do 11º ano (continuação).

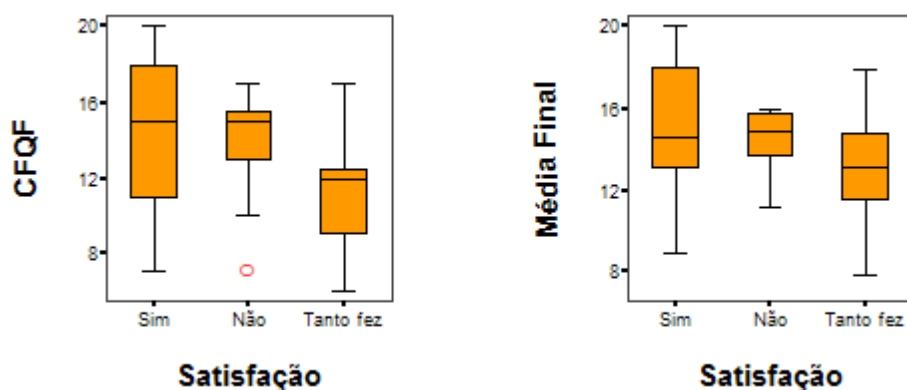


Figura 17: Gráfico de caixa das classificações de CFQ e média final para as diferentes respostas sobre o grau de satisfação com o projecto.

Na avaliação dos materiais pedagógicos observa-se alguma correlação entre as respostas e as classificações, mas em geral menor do que seria de esperar. Por exemplo, é claro que os alunos que consideraram os textos muito úteis tendem a ter classificações elevadas, mas os que os referem como “úteis” têm classificações muito diversas. Também existe alguma tendência para os alunos melhor classificados considerarem os textos mais acessíveis, mas ela é relativamente ligeira. Curiosamente, a correlação mais forte parece ocorrer em relação à avaliação da dificuldade das actividades: são os alunos com classificações mais baixas que as consideram mais difíceis.

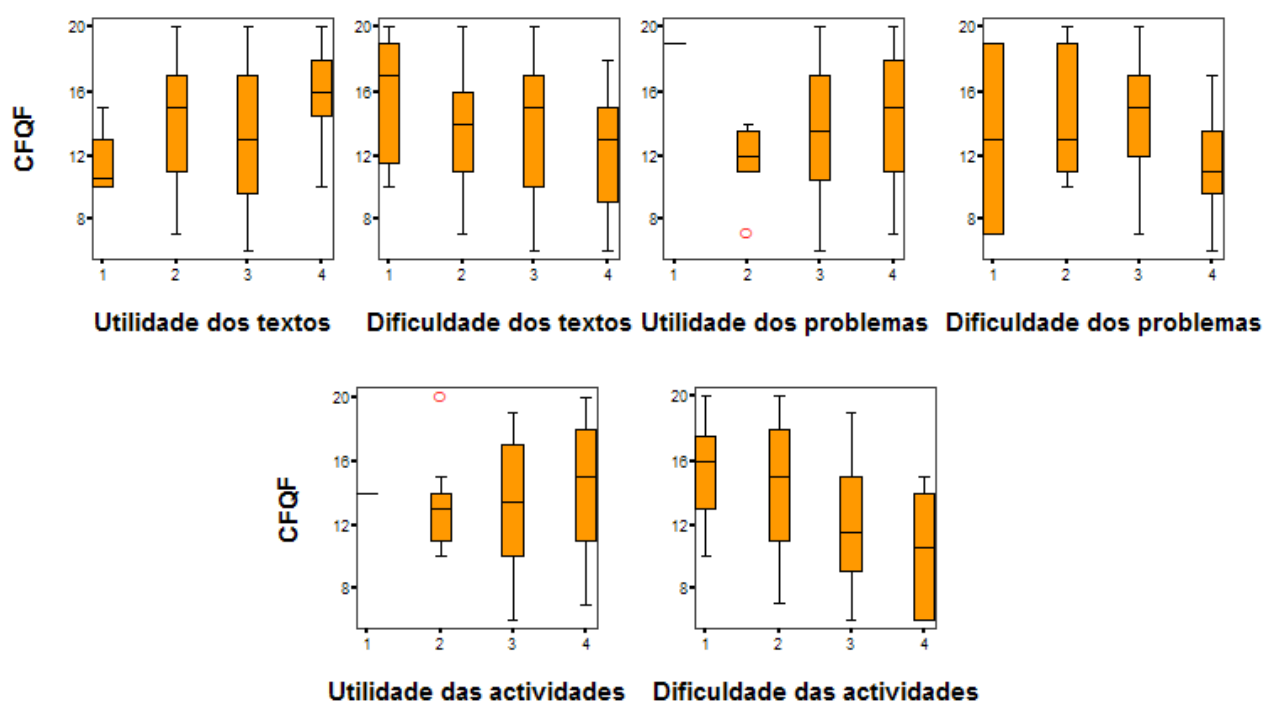


Figura 18: Distribuição de classificações em CFQ para cada resposta ao questionário final do 11º ano.

Nas perguntas relativas aos reflexos do projecto na dificuldade de CFQ, no respectivo interesse, e na classificação obtida pelo aluno, verifica-se que a correlação mais forte é em relação à classificação obtida: os alunos com nota mais baixa a CFQ tendem a considerar que ficaram prejudicados na classificação pela participação no projecto (ver Figura 19). Em relação ao grau de dificuldade e interesse da disciplina a tendência não é tão marcada; os alunos que consideram que o projecto tornou a disciplina mais acessível e mais interessante, têm, apesar de tudo, notas muito variadas.

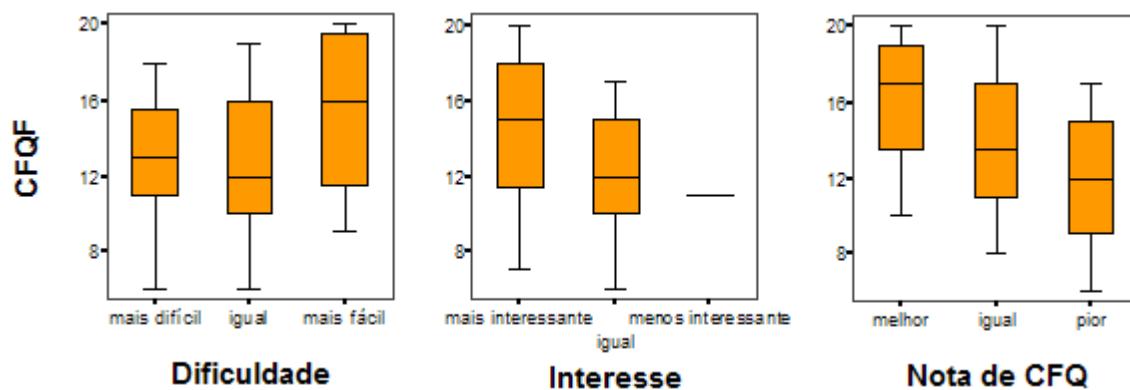


Figura 19: Distribuição de classificações em CFQ para cada resposta ao questionário final do 11º ano (continuação)

7 - Décimo segundo ano

7.1 - As turmas

Por razões de serviço docente, as ES da Maia e FPM saíram do projecto em 2005/2006. Nas ES GO e SMF todos os candidatos a exame de Física (novo programa) estavam em turmas Faraday, pelo que não foi possível constituir turmas de controle; neste ano existiu apenas uma turma de controle, na ES FV, a turma FV12C. Os números de alunos de cada turma estão indicados na Tabela 18. Nem todos estes alunos se inscreveram a Física no 12º ano. As turmas FV12A e FV12B da Filipa de Vilhena, GO12 e GO12 do Garcia de Orta, e GO12 e GO12, também do Garcia, funcionavam como uma única turma na disciplina de Física. As análises que se seguem consideram apenas os alunos que obtiveram classificação a Física no primeiro período (Fis1).

Conforme se pode ver na Tabela 18, é praticamente idêntico o universo de alunos que frequentaram turmas Faraday durante três, ou pelo menos dois (11º e 12º) anos. Por essa razão, faremos uma comparação entre o grupo dos que frequentaram o Faraday pelo menos por dois anos (11º e 12º) e os que entraram numa turma Faraday apenas no 12º ano.

Foi também possível obter dados sobre os resultados nacionais. A comparação com os resultados do Faraday é apresentada a partir da página 51.

<i>Escola</i>	<i>Turma</i>	<i>controle</i>	<i>Número de alunos</i>	<i>3 anos de Faraday</i>	<i>2 anos de Faraday</i>
FV	FV12A	FDY	24	20	20
	FV12B	FDY	24	12	15
	FV12C	CTR	28	--	--
GO	GH12D	FDY	33	5	5
	GH12E	FDY	32	5	7
	GH12F	FDY	29	7	10
	GH12I		30	0	0
SMF	SMF12AB	FDY	24	11	11
	Total	FDY	196	60	68
	Total	CTR	28	--	--

Tabela 19: Números de alunos das turmas envolvidas no projecto em 2005/2006.

7.2 - Conclusões do 12º ano

Alguns dos resultados mais salientes da análise dos resultados dos exames são os seguintes:

- Submeteram-se a exame 89 alunos Faraday e 21 da turma de controle. No conjunto dos dois exames obtiveram classificação positiva (superior ou igual a 95 pontos) 61% de alunos FDY e 24% da turma CTR. (Tabela 20, página 47); estes valores incluem alunos auto-propostos.
- A média dos alunos FDY foi de 10.17 na primeira fase e 8.88 na segunda, contra 6.94 e 6.56 na

turma CTR. (Tabelas 22 e 23 da página 48).

Dados os baixos números de alunos de CTR, foi feita uma comparação com resultados nacionais. Neste caso usaram-se apenas dados relativos a alunos internos (não auto-propostos).

- (c) No exame da primeira fase, as percentagens de classificação positiva foram: Nacional, 40%; Distrito do Porto, 46%; Concelho do Porto, 42%; Faraday, 70% (39 em 56 alunos, Tabela 31, página 51).
- (d) No exame da segunda fase, as percentagens de positiva foram: Nacional, 39%; Distrito do Porto, 44%; Concelho do Porto, 42%; Faraday, 55% (30 em 45 alunos, Tabela 31 da página 51).
- (e) A média de classificações foram, na primeira fase: Nacional, 8.52; Distrito do Porto, 8.87; Concelho do Porto, 8.35; Faraday 10.88. Na segunda fase: Nacional, 8.30; Distrito do Porto, 8.82; Concelho do Porto, 8.29; Faraday, 9.67 ([Tabela 32 da página 52)

A percentagem de positivas do FDY mais baixa na segunda fase, não pode ser desligada do facto de os alunos FDY terem tido um desempenho bastante razoável no exame da primeira fase; a amostra de alunos no exame da segunda fase não era pois típica desta população.

Recorde-se que neste ano houve uma polémica decisão ministerial que permitiu a todos os alunos a realização de exames da segunda fase como provas válidas para a primeira fase de candidaturas ao acesso ao Ensino Superior. O insucesso nacional nos exames foi atribuído ao facto de se tratar das primeiras provas com os novos programas³ e de não haver suficiente informação sobre o “tipo” de prova.

No contexto dos fracos resultados nacionais, os resultados dos alunos Faraday têm que ser considerados positivos, embora naturalmente, fosse desejável que as classificações médias fossem mais francamente positivas. A realização de actividades experimentais, reduziu, na opinião dos docentes das turmas FDY, o tempo disponível para a “realização de exercícios”, actividade que costuma dominar a preparação para exame. Os resultados obtidos pelos alunos FDY podem indicar que a metodologia do projecto, orientada para uma compreensão mais estruturada dos conceitos, muito apoiada em trabalho experimental, pensado e reflectido, é vantajosa em situações em que as provas de avaliação possam ter algum elemento de surpresa.

- (f) Uma análise comparativa dos alunos que só frequentaram turmas do projecto no 12º ano com alunos que estiveram no Faraday também no 11º ano (pelo menos) não mostra diferenças significativas nas médias de classificação no exame da primeira fase; curiosamente, alunos com pelo menos dois anos de Faraday tiveram resultados significativamente melhores no exame da segunda fase (Tabelas 27 a 30 na página 50).

De seguida apresentamos pormenores sobre estes resultados do 12º ano.

7.3 - Aprovações no exame de Física 12º ano.

A Tabela 20 resume os números de alunos com inscrição a Física no primeiro período (F_{is1}), assim como os números globais de passagens no exame nacional (nota de exame superior a 95 pontos, incluindo as duas épocas). Na nossa análise não considerámos a classificação final da disciplina, já que esta não contém mais informação que a classificação de frequência (F_{is}) e a nota do exame.

A redução do número de alunos que frequentam Física 12º relativamente a Ciências Físico Químicas no 10º-11º implicou que as turmas de 12º ano tivessem muitos alunos que não estiveram envolvidos no projecto

³ No corrente ano as médias de Ciências Físico Químicas (disciplina bi-anual) foram ainda mais baixas.

Faraday em anos anteriores. Nas turmas Faraday de 12º ano podemos distinguir, essencialmente, dois grupos: os que frequentaram o projecto também no 11º ano e aqueles que apenas entraram para uma turma Faraday no 12º ano. A Tabela 21 mostra os resultados destes dois grupos de estudantes. Uma comparação mais detalhada é apresentada na página 49.

<i>Turma</i>	<i>CTRL</i>	<i>Alunos inscritos em Fis 1</i>	<i>Número de alunos examinados</i>	<i>Aprovações/Inscritos Fis1 (%)</i>	<i>Aprovações/Examinados (%)</i>
FV12A e B	FDY	20	19	65%	68%
FV12C	CTR	25	21	20%	24%
GH12D	FDY	75	48	39%	62,5%
GH12E	FDY				
GH12F	FDY				
GH12I	FDY				
SMF12A e B	FDY	24	22	46%	50%
Total	FDY	119	89	45%	61%
	CTR	25	21	20%	24%

Tabela 20: Resultados de aprovações nos exames nacionais de 12º ano. .

<i>Turma</i>	<i>CTRL</i>	<i>Alunos inscritos em Fis 1</i>	<i>Número de alunos examinados</i>	<i>Aprovações/Inscritos Fis1 (%)</i>	<i>Aprovações/Examinados (%)</i>
Dois anos de Faraday	FDY	49	42	55%	64%
Um ano de Faraday	FDY	70	47	39%	57%

Tabela 21: Comparação de aprovações nos exames nacionais do 12º ano entre alunos que estiveram em turmas do projecto dois anos e um ano.

7.4 - Análise de classificações

Para termo de comparação seleccionaram-se as classificações das disciplinas que quase todos os alunos têm em comum, Português B (PortB), Física do 1º período (Fis1), Matemática (Mat) e ainda os exames de Física da primeira (FIS615_F1) e segunda fases (FIS615_F2). Os respectivos resultados para os alunos da turmas Faraday e controle estão indicados nas tabelas 22 e 23. Estes resultados incluem alunos auto-propostos (sem classificação de frequência a Física).

		Media Port,Fis,Mat	Fis1	Fis	FIS615_F1	FIS615_F2
Números	Válidos	71	119	79	66	68
	Faltas	48	0	40	53	51
Média		13,64	10,54	12,82	10,17	8,88
Desvio padrão		2,65	3,22	3,13	4,18	3,91
Percentis	25	11,67	8,00	10,00	6,00	6,00
	50	13,33	10,00	13,00	10,00	9,00
	75	15,67	13,00	15,00	13,00	12,00

Tabela 22: Resultados das Turmas Faraday

		Media Port,Fis,Mat	Fis1	Fis	FIS615_F1	FIS615_F2
Número	Válidos	12	25	15	17	18
	Faltas	13	0	10	8	7
Média		13,33	9,96	12,87	6,94	6,56
Desvio padrão		1,90	2,64	2,36	3,68	2,75
Percentis	25	12,08	8,00	11,00	5,00	4,00
	50	13,00	10,00	12,00	7,00	6,50
	75	14,58	12,00	15,00	9,00	9,25

Tabela 23: Resultados da turma 12C (controle) Filipa de Vilhena (12º ano).

Os resultados da turma de controle nos exames de Física foram claramente piores que a média das turmas Faraday. Este resultado pode no entanto resultar da variabilidade natural de resultados entre turmas diferentes, visto que existe apenas uma turma de controle. Fez-se uma comparação directa entre os resultados das turmas da escola Filipa de Vilhena, FV12C (CTR) e FV12A e FV12B (FDY, com funcionamento conjunto em Física). Para aferir possíveis diferenças entre as turmas, usaram-se como variáveis as classificações nas três disciplinas, *PortB, Mat, Fis*, a respectiva média, e os resultados nos exames de Física. As classificações médias das Turmas 12A e B são apresentadas na Tabela 24 (comparar com Tabela 23).

		Media Port,Fis,Mat	Fis1	Fis	FIS615_F1	FIS615_F2
Número	Válidos	16	20	17	12	16
	Faltas	4	0	3	8	4
Média		14,55	11,70	13,65	10,08	10,63
Desvio padrão		2,01	2,85	2,64	3,26	3,44
Percentis	25	12,50	9,25	11,50	6,50	8,25
	50	15,00	11,50	14,00	10,00	10,00
	75	16,00	13,75	15,00	13,00	13,50

Tabela 24: Resultados das turmas 12A e 12B da Filipa de Vilhena (12º ano).

O teste-t de diferença entre médias destas classificações entre estas duas populações só revelou diferenças significativas (5% de significância) na disciplina de Matemática e nas classificações dos dois exames de Física (Tabela 25 e Tabela 26)⁴. Em particular, as classificações da disciplina de Física, não faziam prever

⁴ O teste não paramétrico de Mann-Whitney de comparação entre as mesmas seis classificações dá as mesmas

resultados tão diferentes nos respectivos exames .

CTRL12		N	Média	Desvio padrão da média
PortB	CTR	22	12,55	0,45
	FDY	19	13,84	0,62
Mat	CTR	15	12,20	0,57
	FDY	19	14,74	0,53
Fis	CTR	15	12,87	0,61
	FDY	17	13,65	0,64
Media Port,Fis,Mat	CTR	12	13,33	0,55
	FDY	16	14,54	0,50
FIS615_F1	CTR	17	6,94	0,89
	FDY	12	10,08	0,94
FIS615_F2	CTR	18	6,56	0,65
	FDY	16	10,63	0,86

Tabela 25: Médias das turmas de controle e Faraday da ES Filipa de Vilhena (12º ano).

Classificação	valor-p	GL	IC(95%)	Estatística t	Hipótese médias iguais
PortB	0.093	39	[-2.82,0.23]	-1.72	1
Mat	0.003	32	[-4.14,-0.93]	-3.22	0
Fis	0.388	30	[-2.60,1.04]	-.876	1
Media Port,Fis,Mat	0.119	26	[-2.75,0.334]	-1.610	1
FIS615_F1	0.025	27	[-5.86,-0.42]	-2.37	0
FIS615_F2	0.001	32	[-6.23,-1.90]	-3.83	0

Tabela 26: Teste-t de comparação das médias das turmas controle e Faraday da Filipa de Vilhena (12º ano).

7.5 - Comparação entre alunos com dois e um ano em turmas Faraday

Dos 119 alunos com inscrição a Física nas Turmas Faraday apenas 49 tinham estado em turmas Faraday no ano anterior⁵. Coloca-se a questão de saber se estas duas populações obtiveram resultados semelhantes nos exames de Física. As tabelas 27 e 28 resumem os resultados destas duas populações. O teste-t de comparação de médias revela uma diferença com significado estatístico em Português B e no exame de Física da segunda fase: neste exame os alunos com dois anos de Faraday obtiveram resultados superiores. (Tabelas 29 e 30)

conclusões.

5 A Tabela 19 da página 45 mostra que as populações de alunos com dois e três anos de Faraday são praticamente idênticas.

		<i>Media</i> <i>Port,Fis,Mat</i>	<i>Fis1</i>	<i>Fis</i>	<i>FIS615_F1</i>	<i>FIS615_F2</i>
Número	Válidos	36	49	36	31	25
	Faltas	13	0	13	18	15
Média		14,16	11,06	13,47	9,68	9,88
Desvio padrão		2,37	3,41	2,84	3,90	3,72
Percentis	25	12,08	8,00	10,25	6,00	7,00
	50	14,67	10,00	14,00	10,00	10,00
	75	15,67	14,00	15,00	13,00	13,00

Tabela 27: Resultados de alunos com dois anos de Faraday

		<i>Media</i> <i>Port,Fis,Mat</i>	<i>Fis1</i>	<i>Fis</i>	<i>FIS615_F1</i>	<i>FIS615_F2</i>
Número	Válidos	35	70	43	35	34
	Faltas	35	0	27	35	36
Média		13,09	10,17	12,28	10,60	7,88
Desvio padrão		2,85	3,06	3,28	4,43	3,9
Percentis	25	11,00	8,00	10,00	7,00	5,00
	50	13,00	10,00	11,00	10,00	8,00
	75	15,33	12,00	14,00	14,00	10,50

Tabela 28: Resultados de alunos do Faraday apenas no 12º ano.

<i>Disciplina</i>	<i>antiguidade</i>	<i>N</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio padrão da média</i>
PortB	1	53	12,43	0,32
	2	47	13,74	0,38
Mat	1	51	13,14	0,42
	2	40	14,28	0,42
Fis	1	43	12,28	0,50
	2	36	13,47	0,47
Media Port,Fis,Mat	1	35	13,09	0,48
	2	36	14,16	0,39
FIS615_F1	1	35	10,60	0,75
	2	31	9,68	0,70
FIS615_F2	1	34	7,88	0,67
	2	34	9,88	0,64

Tabela 29: Médias dos alunos com um ano e dois anos de Faraday

Classificação	valor-p	GL	IC(95%)	Estatística t	Hipótese médias iguais
PortB	0.009	98	[-2.29,-0.33]	-2.65	0
Mat	0.062	89	[-2.33,0.059]	-1.89	1
Fis	0.092	77	[-2.33,0.197]	-1.71	1
Media Port,Fis,Mat	0.091	69	[-2.30,0.176]	-1.71	1
FIS615_F1	0.375	64	[-1.14,2.99]	-0.893	1
FIS615_F2	0.034	66	[0.15,3.85]	-2.163	0

Tabela 30: Comparação entre alunos das Turmas Faraday com um ano e dois anos de Faraday.

7.6 - Comparação com resultados nacionais

No portal da Direcção Geral da Inovação e Desenvolvimento Curricular: Júri de exames nacionais (<http://www.dgidec.min-edu.pt/jneweb/estat.htm>), foi possível obter uma base de dados de resultados nacionais dos exames de 2005/2006, por distrito e por concelho. Nesta comparação usámos dados dos alunos internos (não auto-propostos a exame). No caso do Faraday incluímos apenas alunos com classificação a Física do terceiro período. Na Tabela 31 indicam-se, junto com os valores do Projecto Faraday, os totais de notas positivas (classificação superior a 95 pontos) para o País e para os Distrito e Concelho do Porto. O desvio padrão das frequências relativas de positivas no grupo Faraday pode ser calculado como $\sigma = \sqrt{f(1-f)/N}$ e vale 0.06 e 0.07 para a primeira e segunda fases, respectivamente. No exame da primeira fase, a frequência de positivas do Faraday excede o valor nacional em 5σ ; na segunda fase em 2.3σ .

População	FIS651_F1			FIS651_F2		
	N	Positivas	%	N	Positivas	%
Nacional	4408	1778	40	3352	1312	39
Distrito Porto	723	336	46	609	272	44
Concelho Porto	383	161	42	331	138	42
Faraday	56	39	70	54	30	55

Tabela 31: Percentagens de positivas de alunos internos.

Para os alunos Faraday é possível calcular a fracção de alunos internos que obtiveram uma classificação positiva em pelo menos um dos exames: **68%**. Este dado não está disponível na base de dados pois não há modo de relacionar os códigos de identificação de aluno nos exames das duas fases.

A mesma comparação pode ser feita em relação às médias das classificações (Tabela 32). No exame da primeira fase, a média das classificações dos alunos Faraday excedeu a média nacional em 4.4σ e na segunda fase em 2.2σ .

População	FIS651_F1			FIS651_F2		
	N	Média	DP média	N	Média	DP média
Nacional	4408	8.52	0.06	3352	8.30	0.06
Distrito Porto	723	8.87	0.15	609	8.82	0.15
Concelho Porto	383	8.35	0.21	331	8.29	0.21
Faraday	56	10.88	0.54	54	9.67	0.52

Tabela 32: Comparação de médias de resultados nacionais, distrito e concelho do Porto com Faraday.

7.7 - Classificações por escola

Seguidamente apresentam-se os resultados relativos a cada escola, separadamente (Tabelas 34 a 35, alunos auto-propostos incluídos).

		Media Port,Fis,Mat	Fis1	Fis	FIS615_F1	FIS615_F2
Número	Válidos	16	20	17	12	16
Média		14,55	11,70	13,65	10,08	10,63
Desvio padrão		2,01	2,85	2,64	3,26	3,44
Percentis	25	12,50	9,25	11,50	6,50	8,25
	50	15,00	11,50	14,00	10,00	10,00
	75	16,00	13,75	15,00	13,00	13,50

Tabela 33: Resultados das turmas 12A e 12B da Filipa de Vilhena.

		Media Port,Fis,Mat	Fis1	Fis	FIS615_F1	FIS615_F2
Número	Válidos	36	75	38	38	35
Média		13,32	9,84	12,58	10,82	8,69
Desvio padrão		2,79	3,20	3,49	4,23	3,56
Percentis	25	11,08	7,00	10,00	7,00	6,00
	50	13,17	10,00	12,00	10,50	8,00
	75	15,33	12,00	15,25	14,00	12,00

Tabela 34: Resultados do Garcia de Orta.

		Media Port,Fis,Mat	Fis1	Fis	FIS615_F1	FIS615_F2
Número	Válidos	19	24	24	16	17
Média		13,46	11,75	12,63	8,69	7,65
Desvio padrão		2,79	3,05	2,84	4,53	4,62
Percentis	25	11,33	9,25	10,00	5,25	3,00
	50	13,00	10,00	11,50	7,50	8,00
	75	15,33	14,00	15,00	10,75	11,5

Tabela 35: Resultados de Santa Maria da Feira.

Os resultados dos exames nacionais, por turma, estão representados na Figura 20. Na escola FV os alunos parecem ter-se distribuído pelos dois exames de modo equilibrado. É preciso notar que os números de alunos de cada escola em cada exame são relativamente baixos; mesmo assim, é claro que os resultados de SMF são claramente inferiores aos das outras duas escolas.

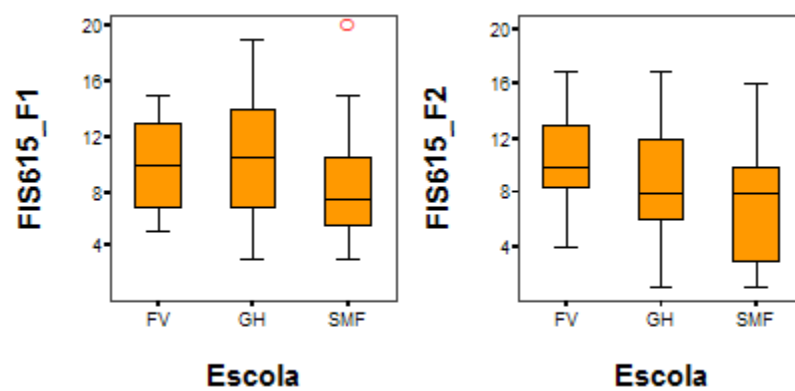


Figura 20: Resultados dos exames nacionais do Faraday por escola.

Referências

Hestenes 92: D. Hestenes, Malcolm Wells and Gregg Swackhamer, *Force Inventory Concept*, The Physics Teacher, 141-158 (1992)

Mazur 2004: E. Mazur, Project Galileo, <http://galileo.harvard.edu/index.html> (2004)