

AGRADECIMENTOS

A redacção desta tese é o culminar de um longo e exigente percurso. Contudo, tal não seria possível sem o apoio, amizade, tolerância e compreensão de muitos, a quem não posso deixar de agradecer:

Em primeiro lugar à minha família, namorada e respectiva família, pelo apoio e compreensão demonstrados ao longo deste trajecto, principalmente nas situações de maior aperto e desmotivação.

Aos amigos Jorge Silva, Ângela Bastos e filhos, bem como ao Hugo Álvares pela amizade e apoio demonstrados.

Ao Professor Doutor Manuel Filipe Costa pela forma como orientou a elaboração desta tese e pelas oportunidades dadas para a minha formação e para a divulgação dos resultados deste estudo.

A todos os restantes que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização deste trabalho e que passo a mencionar: alunos e restantes membros das equipas pedagógicas dos Cursos de Educação e Formação, 2006/2007, da Escola Secundária de Fafe; Sr. Américo, pela ajuda na construção de alguns materiais didácticos; e António Mário Almeida pelo empréstimo de equipamento necessário para a realização das actividades experimentais.

RESUMO

O presente estudo teve como objectivo principal avaliar as potencialidades do uso da Robótica no Ensino da Física, especificamente nas áreas do Som e da Luz, e foi desenvolvido junto de 41 alunos de Cursos de Educação e Formação (3º Ciclo) da Escola Secundária de Fafe, no ano lectivo 2006/07.

Na leccionação do módulo “Som e Luz” foram incluídas actividades experimentais que, usando o Mindstorms NXT, trataram esses conteúdos, com o objectivo de melhorar a aprendizagem dos temas envolvidos mas também induzir um maior interesse pela ciência e pelo estudo em geral. De forma a avaliar das vantagens comparativas da robótica educativa neste âmbito, foram, paralelamente, aplicadas a outro grupo de alunos, actividades experimentais equivalentes às referidas anteriormente mas excluindo o uso do Mindstorms NXT.

Para averiguar qual das duas metodologias proporciona melhores ganhos a nível da aprendizagem, e ao nível do desenvolvimento de competências do tipo social e atitudinal, foi aplicado um mesmo teste antes e depois da leccionação do módulo. Parâmetros como comportamento, participação e empenho/interesse, foram também continuamente classificados, em sala de aula.

A utilização do Mindstorms NXT teve um impacto muito positivo nos alunos que constituíram a amostra deste estudo. Os próprios afirmaram, no teste de satisfação, que o Mindstorms NXT contribuiu, de forma determinante, para despertar o entusiasmo e interesse, para além de lhe atribuírem um papel importante no esclarecimento dos conceitos físicos abordados.

De facto, nas aulas em que decorreram actividades experimentais com recurso ao Mindstorms NXT foram registadas melhorias significativas a nível de motivação desses alunos, que se reflectiu no seu interesse/empenho, comportamento e participação, principalmente dos alunos mais indisciplinados e com maior dificuldade de concentração. Através da aplicação dos pré e pós-testes, registou-se uma maior evolução, tanto a nível individual como colectivo, no grupo que recorreu ao robot, concluindo-se que o recurso a este contribuiu para esclarecer os conceitos físicos abordados.

ABSTRACT

This study main objective is to evaluate the potential of the use of Robotics in the teaching of physics, more specifically in the areas of Sound and Light. The work was developed with the student population (41 students) which has chosen the Education and Formation Studies (3rd cycle of studies) at Escola Secundaria de Fafe, in the school year of 2006/07.

When teaching the “Sound and Light” module, experimental activities have been included, which involved the use Mindstorms NXT robot, gaining an improved learning of the subjects studied while motivating students to the study of science. Equivalent experimental activities, without the use of Mindstorms NXT robot, were applied to a different group of students in order to comparatively conclude about the advantages of the use of educational robotics in this context.

To find which of the two methods has the best results in terms of apprenticeship and development of social and aptitudinal competences, the same test was applied before and after the module. Also, in the classroom, the behaviour, participation and commitment/interest of the students were continuously monitored.

The use of Mindstorms NXT robot had a very positive impact in the students that formed the sample of this study. It was stated by themselves, in the satisfaction test, that the use of the robot was the key of their enthusiasm and interest, aside from having a very important role in the understanding of the concepts of physics approached in class.

In fact, in the classes with experimental activities that involved the Mindstorms NXT robot, the students were visibly more motivated, which reflected in their interest/commitment, behaviour and participation in the classes. This was more notorious with the more undisciplined students and with concentration problems. Through the pre- and post- tests, was found a better evolution in the group that used the robot: This lead us to believe that the introduction of robot contributed to better explain the physics’ concepts discussed in these classes.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	II
RESUMO	III
ABSTRACT.....	IV
SUMÁRIO	V
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	VII
LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE GRÁFICOS	IX
LISTA DE TABELAS	X
LISTA DE ANEXOS	XI
CAPÍTULO 1 – APRESENTAÇÃO DO ESTUDO	1
1.1. INTRODUÇÃO.....	1
1.2. CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO	1
1.3. OBJECTIVOS DO ESTUDO.....	3
1.4. IMPORTÂNCIA DO ESTUDO	3
1.5. LIMITAÇÕES DO ESTUDO	4
CAPÍTULO 2 – ROBÓTICA EDUCATIVA.....	6
2.1. INTRODUÇÃO.....	6
2.2. O QUE É A ROBÓTICA?	6
2.3. ENSINO ACTUAL – ENQUADRAMENTO DA ROBÓTICA EDUCATIVA	7
2.4. POTENCIALIDADES DA ROBÓTICA EDUCATIVA	10
2.5. O SISTEMA LEGO MINDSTORMS	11
2.6. TEORIAS DA APRENDIZAGEM – CONSTRUTIVISMO E CONSTRUCIONISMO	13
2.7. AS ACTIVIDADES “HANDS-ON”	15
CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA	16
3.1. SÍNTESE DO ESTUDO	16
3.2. POPULAÇÃO E AMOSTRA	17
3.2.1. Caracterização da amostra	18

3.3. DESCRIÇÃO DAS METODOLOGIAS APLICADAS A CADA GRUPO	25
3.3.1. <i>Características do som</i>	25
3.3.2. <i>Propagação do som e da luz no vazio</i>	30
3.3.3. <i>Espectro sonoro</i>	32
3.3.4. <i>Reflexão da luz</i>	33
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLHA DE DADOS	36
3.5. TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS.....	37
3.5.1. <i>Pré-teste e Pós-teste</i>	37
3.5.2. <i>Observação diária</i>	43
3.5.3. <i>Teste de satisfação</i>	48
CAPÍTULO 4 – CONCLUSÕES	52
CAPÍTULO 5 – SUGESTÕES PARA FUTURAS INVESTIGAÇÕES	54
BIBLIOGRAFIA E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
ANEXOS.....	59

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CEF – Curso de Educação e Formação

CEFs – Cursos de Educação e Formação

GCR – Grupo que realizou as actividades experimentais com o Mindstorms NXT

GSR – Grupo que realizou as actividades experimentais sem o Mindstorms NXT

CEF EI – Curso de Educação e Formação - Electricidade de Instalações

CEF R – Curso de Educação e Formação - Instalação e Reparação de Áudio, Vídeo, Rádio e T.V.

CEF R1 – Curso de Educação e Formação - Instalação e Reparação de Áudio, Vídeo, Rádio e T.V. – Turma 1

CEF R2 – Curso de Educação e Formação - Instalação e Reparação de Áudio, Vídeo, Rádio e T.V. – Turma 2

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – NXT	11
Figura 2 – Sensor de luz.....	11
Figura 3 – Sensor de som	11
Figura 4 – Sensor de toque.....	11
Figura 5 – Sensor de ultra sons	11
Figura 6 – Motor	12
Figura 7 – Transferência de dados por ligação USB.....	12
Figura 8 – Comparação entre o que nós vemos e o que o robot vê.....	12
Figura 9 – Ambiente de trabalho do LEGO® MINDSTORMS NXT SOFTWARE.....	13
Figura 10 – Montagem da actividade "Características do som" – GSR.....	26
Figura 11 – Sinal gerado por um som de 15 kHz de frequência	26
Figura 12 – Representação 3D correspondente a um som de frequência 15 kHz.....	27
Figura 13 – Sinal gerado por um som de frequência 10 kHz.....	27
Figura 14 – Representação 3D correspondente a um som de frequência 10 kHz.....	28
Figura 15 – Sinal gerado por um som forte de frequência 2 kHz	28
Figura 16 – Sinal gerado por um som fraco de frequência 2 kHz.....	29
Figura 17 – Montagem da actividade "Características do som" – GCR	29
Figura 18 – Programa que se traduz na produção de sons com diferentes alturas e cujas intensidades variam ao longo do tempo – GCR.....	30
Figura 19 – Montagem da actividade "Propagação do som e da luz do vácuo" – GCR	31
Figura 20 – Consequência do vácuo criado na campânula – GCR	31
Figura 21 – Programa que se traduz na mudança de acção pela recepção de som e luz.....	32
Figura 22 – Montagem da actividade "Espectro sonoro" – GCR.....	33
Figura 23 – Montagem da actividade "Reflexão da luz" – GCR	34
Figura 24 – Montagem da actividade "Reflexão da luz" – GCR	34
Figura 25 – Montagem da actividade "Reflexão da luz" – GSR.....	34
Figura 26 – Programa com o qual o Mindstorms NXT efectua o percurso com recurso ao sensor de som – GCR	35
Figura 27 – Programa com o qual o Mindstorms NXT efectua o percurso com recurso ao sensor de toque – GCR.....	36
Figura 28 – Resposta dada por um aluno com Necessidades Educativas Especiais	50

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Idade dos alunos.....	18
Gráfico 2 – Número total de retenções.....	18
Gráfico 3 – Retenções por ciclo de estudos	18
Gráfico 4 – Constituição do agregado familiar	19
Gráfico 5 – Expectativas dos alunos	19
Gráfico 6 – Hábitos de estudo diário.....	19
Gráfico 7 – Alunos com faltas disciplinares	20
Gráfico 8 – Gosto pelo estudo.....	20
Gráfico 9 – Caracterização do momento do estudo	20
Gráfico 10 – Gosto pela escola	21
Gráfico 11 – Razões pelas quais gostam/não gostam da escola.....	21
Gráfico 12 – Tipo de actividades que os alunos preferem ver dinamizadas nas aulas	21
Gráfico 13 – Consumo de drogas.....	22
Gráfico 14 – Drogas consumidas	22
Gráfico 15 – Razões para o consumo/não consumo de drogas	22
Gráfico 16 – Passatempos preferidos dos alunos	23
Gráfico 17 – Evolução registada por cada aluno do GCR	40
Gráfico 18 – Evolução registada por cada aluno do GSR.....	40
Gráfico 19 – Evolução conceptual dos alunos	41
Gráfico 20 – Evolução conceptual dos alunos (cont.).....	42
Gráfico 21 – Comportamento dos alunos.....	43
Gráfico 22 – Participação dos alunos.....	44
Gráfico 23 – Empenho/interesse dos alunos	45
Gráfico 24 – Comparação entre os três parâmetros analisados – GCR	46
Gráfico 25 – Comparação entre os três parâmetros analisados – GSR.....	46
Gráfico 26 – Resposta à primeira questão do teste de satisfação	48
Gráfico 27 – Resposta à segunda questão do teste de satisfação	48
Gráfico 28 – Resposta à terceira questão do teste de satisfação (GCR)	49
Gráfico 29 – Resposta às quarta (GCR) e terceira (GSR) questões, do teste de satisfação	49
Gráfico 30 – Resposta à quinta questão do teste de satisfação (GCR)	49
Gráfico 31 – Resposta às sexta (GCR) e quarta (GSR) questões, do teste de satisfação	50
Gráfico 32 – Resposta às sétima (GCR) e quinta (GSR) questões, do teste de satisfação.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Divisão da amostra	17
Tabela 2 – Síntese da informação obtida através dos questionários preenchidos pelos formadores	24
Tabela 3 – Cotações atribuídas – Pré-teste – GCR	38
Tabela 4 – Cotações atribuídas – Pós-teste – GCR.....	39
Tabela 5 – Cotações atribuídas – Pré-teste – GSR.....	39
Tabela 6 – Cotações atribuídas – Pós-teste – GSR	39
Tabela 7 – Médias das cotações obtidas em cada questão GCR.....	41
Tabela 8 – Médias das cotações obtidas em cada questão GSR	41
Tabela 9 – Diferenças entre as cotações obtidas nos pré e pós-testes.....	41
Tabela 10 – Média, máximo e mínimo registados para o comportamento dos alunos	43
Tabela 11 – Média, máximo e mínimo registados para a participação dos alunos	44
Tabela 12 – Média, máximo e mínimo registados para o empenho/interesse dos alunos.....	45
Tabela 13 – Dados referentes ao impacto das actividades experimentais no comportamento dos alunos	47
Tabela 14 – Dados referentes ao impacto das actividades experimentais na participação dos alunos	47
Tabela 15 – Dados referentes ao impacto das actividades experimentais no empenho/interesse dos alunos.....	47
Tabela 16 – Impacto das duas metodologias de ensino	53

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 – Inquérito para caracterização da amostra	60
Anexo 2 – Inquérito a preencher pelos formadores das equipas pedagógicas	62
Anexo 3 – Planificação do módulo "Som e Luz"	64
Anexo 4 – Guiões da actividade experimental n.º 1 – Características do som	66
Anexo 5 – Guiões da actividade experimental n.º 2 – Propagação do som e da luz no vazio	68
Anexo 6 – Guiões da actividade experimental n.º 3 – Espectro sonoro	70
Anexo 7 – Guiões da actividade experimental n.º 4 – Reflexão da luz	72
Anexo 8 – Pré e pós-teste	74
Anexo 9 – Proposta de correcção do pré e pós-teste	80
Anexo 10 – Grelha de observação diária	82
Anexo 11 – Teste de satisfação – GCR	83
Anexo 12 – Teste de satisfação – GSR	85

CAPÍTULO 1 – APRESENTAÇÃO DO ESTUDO

1.1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo promove-se a contextualização e apresentação do estudo desenvolvido. Desse modo, inicia-se com o enquadramento do estudo nos CEFs e na disciplina de Física e Química ministrada nesses cursos. De seguida, apresentam-se os objectivos, a importância e as limitações do estudo, bem como se justifica a selecção do nível de escolaridade em que se desenvolve.

1.2. CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO

Este estudo surgiu da necessidade de proporcionar aos alunos uma abordagem diferente, algo que lhes captasse a atenção e o interesse, que os motivasse para o estudo! Na altura em que escolheu este tema, o autor deparava-se, pela primeira vez, com um conjunto de alunos altamente desmotivados para os estudos. Eram alunos matriculados em Cursos de Educação e Formação. Como se tentará mostrar na secção 3.2.1., esses alunos apresentavam características peculiares tornando o processo ensino-aprendizagem mais complexo.

Estes CEFs surgiram inseridos numa política de combate ao abandono escolar precoce e de qualificação dos Portugueses. São *“destinados, preferencialmente, a jovens com idade igual ou superior a 15 anos, em risco de abandono escolar ou que já abandonaram, antes da conclusão da escolaridade de 12 anos, bem como àqueles que, após conclusão dos 12 anos de escolaridade, pretendam adquirir uma qualificação profissional para ingresso no mercado de emprego.”* (Despacho Conjunto 453/2004, 27 de Julho, Art. 1º n.º 1)

Podem aceder aos Cursos de Educação e Formação, tipologia T2 – tipologia a que pertencem os Cursos visados neste estudo, jovens, em risco de abandono, que completaram o 6.º ano de escolaridade ou frequentaram, com ou sem aproveitamento, o 7.º ano de escolaridade, ou ainda aqueles que frequentaram, sem aproveitamento, o 8.º ano de escolaridade, sem prejuízo do disposto anteriormente.

Analisando as condições de acesso aos CEFs, facilmente se conclui que o processo ensino-aprendizagem terá que ser diferente daquele que os alunos tiveram anteriormente, sob pena de um novo e talvez definitivo abandono. Nesse sentido, no programa da disciplina de Física e Química para os Cursos de Educação e Formação, constam algumas recomendações:

- Privilegiar tarefas nas quais os alunos possam discutir pontos de vista, analisar documentos, recolher dados, fazer sínteses, formular hipóteses, fazer observações de experiências, aprender a consultar e interpretar fontes diversas de informação, responder a questões, formular outras, avaliar situações, delinear soluções para problemas, expor ideias, oralmente, e/ou por escrito.
- É necessário retirar peso à memorização e à resolução repetitiva de exercícios, privilegiando-se estratégias de compreensão, técnicas de abordagem e de resolução de problemas. Estes problemas poderão consistir em questões abertas de aplicação dos conceitos e leis a situações do quotidiano, não sendo, obrigatoriamente, sempre de resolução numérica.
- Recomenda-se o recurso às modernas tecnologias (TIC) que constituem um excelente auxiliar neste domínio (...) (DGVF, 2005)

Na disciplina de Física e Química, os alunos deverão, segundo o mesmo documento, realizar actividades que permitam, entre outras, desenvolver as seguintes competências (apenas se apresentam aqui as que poderão ser desenvolvidas utilizando a Robótica):

- **do tipo conceptual:**
 - o Compreender conceitos (físicos e químicos) e a sua interligação, leis e teorias
 - o Compreender o modo como alguns conceitos se desenvolveram, bem como algumas características básicas do trabalho científico necessárias ao seu próprio desenvolvimento
 - o Identificar áreas de intervenção da Física e da Química em contextos pessoais, sociais, políticos, ambientais...
- **do tipo procedimental:**
 - o Seleccionar material de laboratório adequado a uma actividade experimental
 - o Construir uma montagem laboratorial a partir de um esquema ou de uma descrição
 - o Identificar material e equipamento de laboratório e explicar a sua utilização/função
 - o Recolher, registar e organizar dados de observações (quantitativos e qualitativos) de fontes diversas
 - o Planear uma experiência para dar resposta a uma questão - problema
 - o Formular uma hipótese sobre o efeito da variação de um dado parâmetro
 - o Identificar parâmetros que poderão afectar um dado fenómeno e planificar modo(s) de os controlar
 - o Interpretar os resultados obtidos e confrontá-los com as hipóteses de partida e/ou com outros de referência
 - o Discutir os limites de validade dos resultados obtidos respeitantes ao observador, à técnica e aos instrumentos usados
 - o Reformular o planeamento de uma experiência a partir dos resultados obtidos
 - o Elaborar um relatório sobre uma actividade experimental por si realizada.
- **do tipo social, atitudinal e axiológico:**
 - o Apresentar e discutir, na turma, propostas de trabalho e resultados obtidos
 - o Utilizar formatos diversos para aceder e apresentar informação, nomeadamente, as TIC
 - o Rentabilizar o trabalho em equipa através de processos de negociação, conciliação e acção conjunta, com vista à apresentação de um produto final
 - o Assumir responsabilidade nas suas posições e atitudes
 - o Adequar ritmos de trabalho aos objectivos das actividades

(DGVF, 2005)

Pelo que foi exposto é imperativo proporcionar, a estes alunos, o acesso a tecnologias modernas bem como permitir que aprendam “*fazendo*” de forma activa e participada. Se queremos que estes alunos aprendam, temos que inovar nas nossas aulas, proporcionar-lhes algo que os motive, algo que lhes capte a atenção. Para além disso, não há maior satisfação para um professor, que ver os seus alunos activamente a aprender, “satisfeitos”!

No sentido de ir de encontro às orientações da legislação que rege estes cursos e sobretudo às especificidades dos alunos em causa, decidiu-se avançar com este estudo por se pensar que traria benefícios para os mesmos.

1.3. OBJECTIVOS DO ESTUDO

Este estudo tem como objectivo principal avaliar as potencialidades do uso da Robótica, no âmbito da formação básica dos alunos em Física, a partir da sua eficácia na evolução das ideias dos mesmos e da comparação de duas metodologias de ensino:

- recorrendo a experiências de laboratório realizadas pelos alunos, sem recurso a robots (GSR);
- recorrendo a experiências de laboratório realizadas pelos alunos, com recurso a robots (GCR).

O estudo procurará investigar qual dos dois grupos de alunos apresenta melhores ganhos a nível da aprendizagem de conceitos físicos relacionados com o tema, e ao nível do desenvolvimento de competências do tipo social e atitudinal.

A investigação aplica-se a alunos que frequentam Cursos de Educação e Formação.

Em suma, com este estudo pretende-se obter respostas para as seguintes questões:

- Pode o uso de robots, no processo ensino-aprendizagem, proporcionar melhores resultados de aprendizagem relativamente às áreas do Som e da Luz?
- Pode o uso de robots, no processo ensino-aprendizagem, contribuir para o desenvolvimento de competências do tipo social e atitudinal, nos alunos?

1.4. IMPORTÂNCIA DO ESTUDO

Este estudo reveste-se de particular importância pela contribuição que poderá prestar para a melhoria do processo ensino-aprendizagem em Cursos de Educação e Formação nos quais, como vimos na secção 1.2., é imperativo uma abordagem diferente dos conteúdos. Note-se que esta

oferta educativa, por parte do Ensino Público Português, é recente mas a tendência é para que aumente significativamente.

(http://www.accaosocialista.net/06/1259_27_02_2006/educacao_03_alargamento.htm)

Da análise das condições de acesso a estes Cursos torna-se perceptível que os alunos que os frequentam apresentam características especiais. Para estes alunos impõe-se um ensino diferente do ministrado anteriormente, mais prático, mais aliciante, que simultaneamente os dote de competências técnicas e/ou processuais, visto que se tratam de cursos de preparação para a vida activa. Neste sentido, a Robótica poderá dar um grande contributo.

Para além de permitir aferir das vantagens e desvantagens do uso da robótica, num contexto de sala de aula, possibilitando aos docentes de Física uma informação fundamentada para as suas opções metodológicas, este estudo poderá constituir uma base para que se iniciem outros comparativos que avaliem o uso da robótica no ensino de temas de Física, criticando, melhorando ou aperfeiçoando as metodologias de trabalho e de investigação sugeridas neste estudo.

A mais valia que se espera deste trabalho é a comparação, em termos de benefícios para a aprendizagem dos alunos, bem como do desenvolvimento de competências sócio-atitudinais, do uso da robótica em sala de aula, com a particularidade de ser um estudo quantitativo.

Outro aspecto interessante deste estudo é de se aferir do entusiasmo e da adesão dos alunos a esta metodologia.

No momento em que se assiste a grande divulgação dos métodos de ensino que introduzam as Tecnologias de Informação e Comunicação, talvez seja pertinente inserir também esta ferramenta educativa que é a Robótica. Como se verá na secção 2.4., pelas potencialidades que apresenta, a Robótica Educativa pode ter um enquadramento, no ensino da Física, semelhante ao das Tecnologias de Informação e Comunicação. Para além disso, as duas ferramentas, Robótica Educativa e Tecnologias de Informação e Comunicação, podem ser complementares, como veremos mais adiante.

1.5. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Decorrente do facto de este estudo ter começado no final do primeiro período (Dezembro), quando se procedeu à análise dos diferentes currículos, depois da qual se seleccionou o módulo “Som e Luz”, já esse tema tinha sido abordado nas turmas de oitavo ano, razão pela qual não foi possível implementar o estudo a alunos que frequentam o ensino normal. Teria sido muito positivo comparar as potencialidades da Robótica, na aprendizagem e atitudes dos alunos, em dois enquadramentos escolares diferentes – nos CEFs e no ensino normal. Deste modo, apenas se averiguam as potencialidades do uso da Robótica em alunos que frequentam CEFs. Refira-se,

ainda, que foram ponderados outros temas mas por razões semelhantes foram abandonados. O facto de a aplicação em sala de aula ter decorrido no terceiro período também pode ter trazido implicações ao estudo, pois nesta fase os intervenientes já não apresentam os melhores níveis de rendimento.

Embora se tenha procedido à caracterização da amostra que foi alvo deste estudo e dessa forma se consiga estabelecer um enquadramento deste estudo no que toca às características gerais dos alunos, a amostra dificilmente se constituirá como representativa da população estudantil portuguesa que frequenta os CEFs.

CAPÍTULO 2 – ROBÓTICA EDUCATIVA

2.1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo apresenta-se a revisão da literatura necessária à realização do estudo que integra esta dissertação. Este capítulo encontra-se dividido em cinco subcapítulos. O primeiro centra-se na definição de robótica (2.2.); no segundo é feito o seu enquadramento no ensino actual e uma revisão dos estudos, nacionais e internacionais, efectuados por outros investigadores relativamente à Robótica Educativa (2.3.); o terceiro explora as potencialidades da Robótica Educativa (2.4.); o quarto descreve o material de robótica utilizado no estudo (2.5.), o quinto enquadra o presente estudo nas teorias da aprendizagem (2.6.) e, por fim, o sexto explora o conceito de actividades “hands-on” (2.7.).

2.2. O QUE É A ROBÓTICA?

A robótica pode ser considerada a área do conhecimento na qual o robot toma o lugar de personagem principal, ou seja, é o “centro de todas as atenções”, ou então, de acordo com a Nova Enciclopédia Larousse, como sendo a ciência e técnica da concepção e da construção de robots. Assim, para caracterizar completamente a robótica, é necessário apurar o conceito de robot, o que, no entanto, não é simples, variando com o contexto em que ele se insere. Só na enciclopédia supracitada podemos encontrar três definições distintas de robots: 1. nas obras de ficção científica é uma máquina de aspecto humano, capaz de se movimentar, de executar operações, de falar, ...; 2. aparelho automático capaz de manipular objectos ou de executar operações segundo um programa fixo ou modificável; 3. aparelho eléctrico a que se podem ajustar diversos acessórios, usado em diferentes operações culinárias...! (*Nova Enciclopédia Larousse, pág. 6064*)

Em termos gerais, e segundo o *Robot Institute of America*, um robot é um manipulador reprogramável e multifuncional, projectado para mover materiais, objectos, ferramentas ou aparelhos específicos através de vários movimentos programados com vista à realização de tarefas variadas. (http://www.citi.pt/citi_2005_trabs/ia/robots.html).

Era frequente pensar-se que um robot é um aparelho telecomandado. No entanto, essa ideia não corresponde à verdade. O robot é previamente programado e executa (de forma autónoma), posteriormente, a tarefa ou movimento para que foi programado, ou seja, o momento da ordem e

o momento da execução não são simultâneos, enquanto que para um aparelho telecomandado são simultâneos de facto.

2.3. ENSINO ACTUAL – ENQUADRAMENTO DA ROBÓTICA EDUCATIVA

Numa sociedade dominada pelo avanço da tecnologia, compete aos professores, na sala de aula, inovar nos métodos de ensino para que os seus alunos não percam a vontade de aprender na escola, e sejam capazes de dominar (ou pelo menos lidar) as novas tecnologias. É frequente, os alunos entrarem na sala de aula desmotivados, sem vontade de aprender, mesmo contrariados! Isso deve-se, em grande parte, ao diferencial motivacional provocado pelas actividades desenvolvidas na sala de aula, relativamente às imensas solicitações do mundo exterior, e que não param de crescer a cada dia que passa. Para reduzir este diferencial temos que desenvolver métodos de ensino que acompanhem essa evolução, desenvolver técnicas que motivem os nossos alunos para a aprendizagem. Para isso, ao invés de virar as costas a essa evolução, devemos abraçá-la e estudar formas de a adaptar para assim conseguir benefícios para os nossos alunos. Exemplo disso foi a introdução das Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação, com as quais se criaram inúmeras oportunidades para promover actividades que estimulam os alunos a trabalhar colaborativamente (*Dillenbourg, 1999; Pallof e Pratt, 2002*).

Por outro lado, o aparecimento de outras tecnologias trouxe, quando adaptadas ao ensino, benefícios em termos de aprendizagem. Exemplo disso é a utilização do software “*Modellus*” que sendo um programa de modelação pode ser utilizado para realizar actividades que permitam simular vários efeitos reais ou a alteração dos valores de diferentes variáveis, como a massa ou a distância na representação de fenómenos físicos, ou outros. Estas actividades possibilitam que os alunos “experimentem” num ambiente virtual de maneira autónoma, descobrindo como as relações entre as variáveis mudam. (*Costa e Silva, 2006*).

Também a *World Wide Web*, antes vista apenas como fonte de informação, veio oferecer, aos professores, uma série de funcionalidades para tornarem as suas aulas mais atractivas, entre as quais se encontram os blogues, as WebQuests e o podcast, que se utilizadas de forma contextualizada, podem produzir bons resultados (*Cruz et al., 2007*).

Num sistema educativo cada vez mais estruturado em competências, este tipo de ferramentas educativas dá um grande contributo. Urge também a necessidade de trabalhar competências que facilitem e sejam necessárias para o desenvolvimento da vida activa dos alunos.

Relativamente ao estudo de circuitos eléctricos, num estudo realizado, entre outros, por Finkelstein, concluiu-se que estudantes que recorreram a simulações em computador superaram os seus colegas que as não usaram, tanto no que respeita ao conhecimento conceptual do tema

em causa como no desempenho de tarefas relacionadas com a montagem de um circuito eléctrico real e na descrição do seu funcionamento (*Finkelstein et al., 2005*).

Resumindo, os professores têm ao seu dispor uma panóplia de técnicas e metodologias de ensino com as quais podem visar dois objectivos: motivar os alunos; e desenvolver competências do tipo conceptual, processual/procedimental e sócio-atitudinal.

A Robótica Educativa tem-se afirmado, nos últimos anos, como uma ferramenta pedagógica com muito potencial, apesar de ainda serem poucos os exemplos práticos de aplicação em sala de aula. Ainda pairam muitas questões quanto à sua utilidade e aplicabilidade em sala de aula: De que forma(s) pode ser utilizada? Em que contexto(s)? Qual será o seu real contributo para a formação cognitiva, pessoal e social dos alunos?

É certo que há ainda muitos aspectos para se estudar acerca da aplicação da Robótica ao processo ensino-aprendizagem. Atendendo a alguns estudos realizados conclui-se, no entanto, que se trata de uma ferramenta educativa com potencialidades, em vários níveis de escolaridade e em vários contextos, esperando-se portanto um futuro risonho. Façamos uma breve retrospectiva de alguns estudos já desenvolvidos relativamente à Robótica Educativa, tanto a nível nacional como internacional.

A nível nacional:

- Dois estudos desenvolvidos com alunos, de idades compreendidas entre os 10 e 18 anos, ambos num contexto extracurricular, nomeadamente pela criação de Clubes de Robótica. Nestes, os alunos construíram e programaram robots com vista à realização de variadas tarefas inseridas em diversos contextos – realização de missões, danças, jogos de futebol, etc. No final, participaram, com os seus trabalhos, em concursos nacionais e internacionais. O dado mais importante, retirado desses dois estudos foi a autoconfiança e responsabilidade demonstrada pelos alunos envolvidos, bem como a excelente postura demonstrada pelos mesmos perante a Ciência e a Tecnologia. (*Costa e Fernandes, 2004 e 2005*)
- Um estudo sobre a utilização da Robótica na disciplina de Área de Projecto de 12º Ano, desenvolvido com alunos, de idades compreendidas entre os 16 e 18 anos. No entanto, a aplicação do estudo limitou-se, até à data de publicação do mesmo, a duas sessões práticas de três horas e meia nas quais dois grupos-piloto de alunos de 11º Ano tiveram que desenvolver um sistema capaz de detectar e localizar automaticamente uma fonte de radiação infravermelha, utilizando o kit Lego Mindstorms. Registaram-se aspectos positivos, desde logo, ao nível do interesse e atractividade do trabalho desenvolvido pelos alunos, mas também no que respeita à ligação da Física a esse trabalho e à resolução de problemas associados à tecnologia. (*Teixeira, 2006*)

- Um estudo qualitativo que aborda o desenvolvimento de um projecto de Robótica, envolvendo a construção e a programação de robots Lego Mindstorms com vista à dramatização da história popular “A Carochinha”, por alunos do 1º ciclo do Ensino Básico – 6 a 9 anos de idade. (Ribeiro, 2006)

A nível internacional:

- Um estudo comparativo entre sexos no qual se observou que existem diferenças na abordagem da Robótica por parte de ambos os sexos mas que todos poderão tirar benefícios da utilização do robot na sala de aula. (Lund e Pagliarini, 1999, 2000)
- Num estudo intitulado “Qual o melhor ambiente para ensinar robótica usando o *Lego MindStorms*?”, não tentando dar uma resposta definitiva à questão, os autores defendem que não existirá um único ambiente de programação satisfatório para todos os públicos-alvo, e convidam os interessados na Robótica Educativa a dar a sua contribuição. Ainda segundo os mesmos autores, a robótica educativa pode ser encarada como o próprio objecto de estudo ou como uma forma de motivar outras aprendizagens (Hirst et al., 2002).
- Estudos empíricos da utilização da robótica, em actividades extracurriculares, desenvolvidos com crianças que participaram em competições de robótica em diversas áreas: dança, futebol e salvamento. As crianças, provenientes de vários contextos sociais e educacionais, construíram os seus robots, em grupo, apoiadas por um professor. Os alunos consideraram a robótica estimulante e motivante, e que o interesse neles despertado os levou, inconscientemente, a aprender programação e princípios básicos de engenharia. Este estudo refere exemplos de crianças que aprenderam assuntos que as próprias previamente consideraram difíceis e inacessíveis e que identificaram e entenderam princípios, conceitos e elementos práticos fundamentais para a programação e engenharia. Refere, no entanto, que a robótica não é solução para todo o tipo de audiência ou problemas, mas demonstra como a tecnologia certa, no contexto da aprendizagem baseada na resolução de problemas, pode auxiliar na aquisição dos princípios subjacentes (Petre e Price, 2004).
- Hacker desenvolveu uma tese que avalia um workshop extracurricular realizado durante onze dias, por crianças do terceiro ao sexto ano de escolaridade, a fim de as dotar dos princípios básicos da ciência e da engenharia, usando o kit Mindstorms. A avaliação foi baseada em questionários realizados antes e depois do workshop, na observação efectuada por várias pessoas e nos materiais produzidos pelas crianças envolvidas (Hacker, 2003).

- Abbatinozzi e Adamec desenvolveram esforços no sentido de integrar a robótica nos currículos de Física. Para o efeito, desenvolveram um guião com sugestões de abordagens de conceitos/temas de Física, usando kits da Lego, dos quais se indicam alguns exemplos: distinguir entre grandezas vectoriais (velocidade, aceleração e força) e escalares (rapidez e massa); criação e interpretação de gráficos de movimento; interpretação e aplicação das três leis de Newton. No entanto, não foi feita nenhuma abordagem a temas como luz e som (Abbatinozzi e Adamec, 2003).

2.4. POTENCIALIDADES DA ROBÓTICA EDUCATIVA

Como já foi sendo referido ao longo do presente capítulo, a Robótica Educativa pode dar um contributo positivo para o desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem. Já alguns investigadores desenvolveram estudos, mais a nível internacional, tentando conhecer melhor esta ferramenta para uma melhor adequação ao ensino.

Em todos esses estudos, concluiu-se que a robótica tem uma forte componente motivacional. Os alunos manifestam grande entusiasmo, interesse e empenho quando desenvolvem actividades envolvendo robots (Beer et al., 1999; Hirst et al., 2002). Sendo reconhecida como um aspecto fundamental para a maioria das teorias de aprendizagem, nomeadamente as de cariz construtivista, a motivação surge como uma das grandes potencialidades da Robótica Educativa.

Por outro lado, a Robótica Educativa pode fornecer aos alunos uma grande quantidade de problemas para resolver. Para além disso, possui um potencial educativo considerável no desenvolvimento de aprendizagens baseadas e/ou associadas à resolução de problemas. O facto de se depararem constantemente com obstáculos, faz com que os alunos desenvolvam mecanismos de resolução de problemas bem como outros parâmetros da maior importância: criatividade, persistência, rigor, imaginação, raciocínio lógico e capacidade de abstracção (uma vez que os alunos têm que se colocar no lugar do robot constantemente - *Ao programar o comportamento do robot, o aluno tem de colocar-se na mente do RCX, pensar como ele e desta forma, pensar sobre o próprio pensamento.*) (Lau et al., 1999, citado por Teixeira, 2006)

Estes problemas podem e devem ser adequados às idades e capacidades dos alunos em questão. Na resolução desses problemas são invocados, usualmente, conhecimentos de várias áreas como a Física, Matemática, Electrónica, Mecânica e Informática, o que permite promover a interdisciplinaridade e, desta forma, uma aprendizagem transversal e mais significativa dos diversos assuntos. Por outro lado, a Robótica Educativa pode também ser utilizada para abordar conteúdos de Física, como trata o presente estudo. Realce-se que, também nesta vertente são

necessárias precauções, por parte do professor, a nível do planeamento e execução das actividades para evitar que se tornem meramente lúdicas.

Ao construir e programar os robots os alunos recorrem a vários princípios científicos e de engenharia, considerados como fundamentais na economia moderna (Wasserman, 2002). Outra potencialidade da Robótica Educativa é o facto de poder promover o trabalho em grupo e, dessa forma, desenvolver a capacidade de entreajuda, de relação interpessoal e de comunicação.

2.5. O SISTEMA LEGO MINDSTORMS

Neste trabalho foi utilizado o novo kit de robótica Mindstorms NXT da LEGO, modelo posterior ao conhecido sistema RCX. O kit é constituído, essencialmente, pelo módulo central NXT, três motores e quatro sensores, bem como centenas de peças que permitem adaptar/modificar o robot.

O NXT (Figura 1) é o cérebro do robot. É um bloco inteligente, controlado por computador, que medeia a interacção do robot com o exterior e permite que execute operações diferentes.



Figura 1 – NXT

A interacção com o exterior é feita através dos sensores de som, luz, ultra sons e toque. Estes ligam-se às portas 1, 2, 3, e 4 do NXT. Os três motores, que se ligam às portas A, B e C do NXT, dão ao robot a habilidade para se mover e são iguais.



Figura 2 – Sensor de luz



Figura 3 – Sensor de som



Figura 4 – Sensor de toque



Figura 5 – Sensor de ultra sons



Figura 6 – Motor

Para estabelecer a ligação com um computador de modo a efectuar o *download* ou *upload* de programas, o NXT possui uma porta USB. Em alternativa, a transferência de programas pode ser efectuada por Bluetooth.



Figura 7 – Transferência de dados por ligação USB

O NXT tem ainda, para além de quatro botões de navegação, um altifalante incorporado que permite emitir sons de frequência e duração determinadas e um visor LCD.

O sensor de som é o “ouvido do robot”. Pode medir sons dB ou dBA, até um máximo de cerca de 90 dB. As leituras efectuadas também podem ser apresentadas em percentagem.

Os sensores de luz e de ultra sons dão ao robot capacidade de “visão”. O sensor de luz permite-lhe distinguir uma superfície clara de uma escura. Pode medir a intensidade da luz num local ou de superfícies coloridas.



Figura 8 – Comparação entre o que nós vemos e o que o robot vê
 (http://mindstorms.lego.com/Overview/Light_Sensor.aspx)

O sensor de ultra sons permite ao robot detectar objectos, podendo dessa forma evitar obstáculos, medir distâncias e detectar movimentos. Pode medir as distâncias em polegadas ou em centímetros, até cerca de 2,5 metros, com uma precisão de ± 3 cm. O sensor de ultra sons mede distâncias calculando o tempo que uma onda sonora demora a atingir um objecto e regressar, tal como o eco.

Através do sensor de toque, o robot pode detectar quando choca com algum obstáculo, “sentindo” quando está a ser pressionado e quando é largado novamente.

Como já foi referido anteriormente, o robot não é um aparelho telecomandado mas sim agirá autonomamente de acordo com a forma como foi programado. Necesita, assim, de ser previamente programado. Para programas simples, até cinco comandos, a programação pode ser efectuada no próprio NXT. Para programas mais complexos, terá que ser efectuada no software LEGO® MINDSTORMS® NXT.

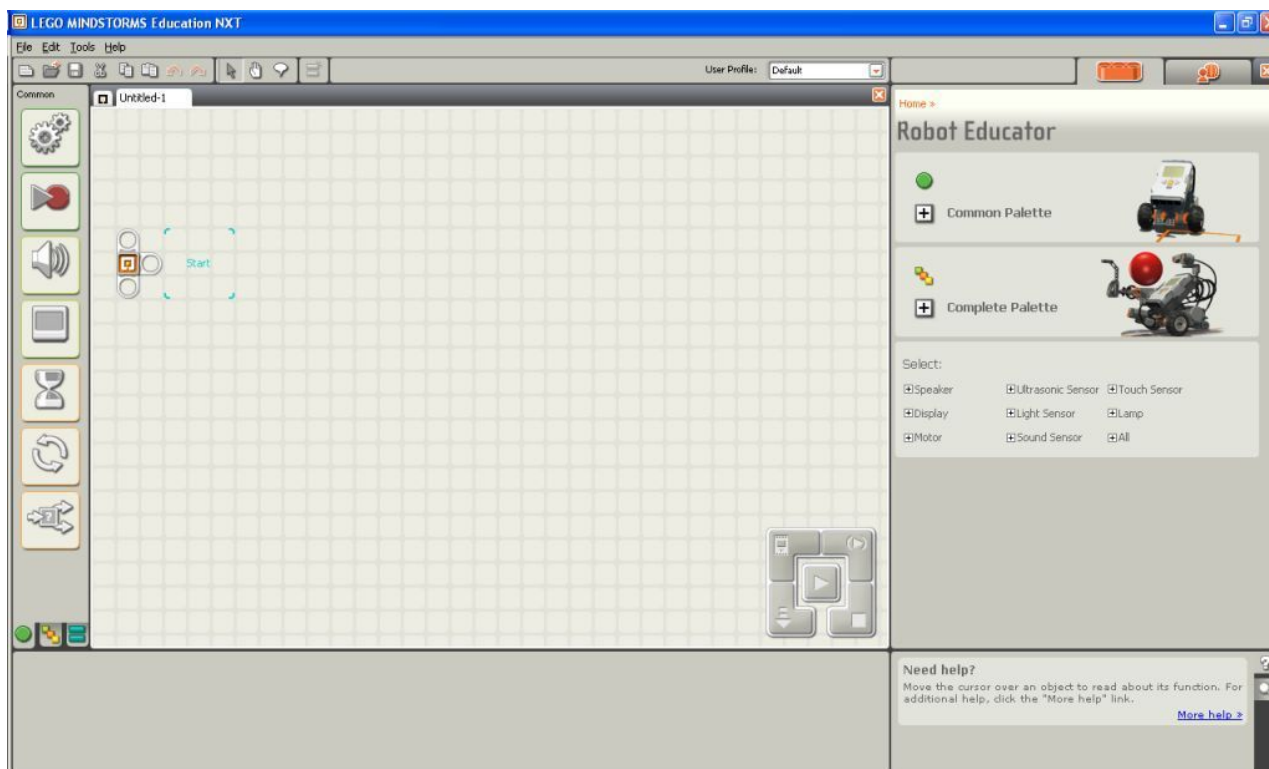


Figura 9 – Ambiente de trabalho do LEGO® MINDSTORMS NXT SOFTWARE

2.6. TEORIAS DA APRENDIZAGEM – CONSTRUTIVISMO E CONSTRUCIONISMO

Neste estudo, a Robótica Educativa surge com o objectivo de auxiliar a construção do conhecimento ao invés de realizar a sua transmissão. Salienta-se que os alunos desempenham um papel activo na construção do seu conhecimento, interagindo com o Mindstorms NXT. Desta forma, podemos enquadrá-lo numa perspectiva construtivista, de Piaget-Vygotsky, com influência do Construcionismo de Papert. Exploreemos, então, as ideias mais relevantes desses investigadores.

Para Piaget, a criança é um ser pensante, cuja aprendizagem resulta da sua interacção com o meio envolvente, mesmo sem ser ensinado (<http://www.neaad.ufes.br/subsite/psicologia/obs08papert.htm>). Defende Piaget que, para resultar em aprendizagem, tem que ocorrer conflito cognitivo. Para resolver esse conflito, ocorrem processos de assimilação e acomodação resultando um novo equilíbrio e, conseqüentemente, aprendizagem de novos conceitos. É através da assimilação que o sujeito interioriza o mundo exterior. Posteriormente, dá-se a acomodação que

consiste no reajustamento das estruturas cognitivas do sujeito face ao que foi interiorizado, resultando na evolução das mesmas. (*Cachapuz et al., 2002*)

O desenvolvimento cognitivo é considerado como sendo um processo dinâmico que depende das estruturas cognitivas prévias das crianças. Assim sendo, o professor deve assegurar-se que as tarefas que propõe sejam adequadas ao estágio de desenvolvimento das crianças.

Nesta perspectiva, o professor tem como principal função criar um ambiente no qual a criança possa, espontaneamente, desenvolver tarefas de construção do seu conhecimento.

Vygotsky enfatiza o contexto sócio cultural em que a aprendizagem ocorre. Para Piaget o conhecimento é construído de dentro para fora, centrado portanto no indivíduo. O Construtivismo Social de Vygotsky refuta essa ideia e defende que o desenvolvimento cognitivo é feito da sociedade para o indivíduo, de fora para dentro. Em alternativa ao conflito cognitivo fundamentalmente interno defendido por Piaget, Vygotsky defende um conflito resultante da interacção social do indivíduo com o seu meio envolvente – conflito sócio cognitivo.

No que concerne ao Construcionismo de Papert, que não será mais que uma reconstrução teórica do construtivismo piagetiano, a grande inovação em relação ao construtivismo passa pela valorização do papel das construções físicas como suporte das construções intelectuais. Um progresso na aprendizagem não surgirá da melhoria dos processos de instrução mas sim da melhoria das oportunidades de construir providenciadas ao aluno. (*Papert cit. <http://mathforum.org/~sarah/Discussion.Sessions/Papert.html>*)

De acordo com Minsky, Papert advoga que o desenvolvimento mental não se baseia, simplesmente, em adquirir novas estruturas cognitivas, mas em aprender novas formas de utilizar as estruturas existentes, desenvolvendo-as. Desta forma, a busca de novas aprendizagens é apoiada nas construções do mundo, já assimiladas pelo sujeito (*Minsky, 1988*).

Como já foi referido, segundo o Construtivismo, o conhecimento é construído pelo sujeito, mesmo sem ser ensinado. Quanto ao Construcionismo, expressa a ideia adicional que isso apenas acontece quando o estudante está comprometido na construção de algo externo ou pelo menos partilhável, levando-nos a um modelo cíclico de interiorizações do mundo exterior, seguidas de exteriorizações do mundo interior.

Na perspectiva de Papert, quando o sujeito constrói algo externo, ocorrem simultaneamente construções internas. Estruturas internas mais desenvolvidas levarão à assimilação de aprendizagens cada vez mais complexas.

Para Papert, a passagem do pensamento operativo concreto para o abstracto deve ser lenta e gradual, possibilitando ao sujeito solidificar o primeiro, desenvolvendo estruturas mentais que lhe permitam operar no mundo de forma mais flexível e criativa.

Piaget propugna que a formalização do pensamento assenta na maturação biológica, seguida de processos de interacção com o meio, enquanto Papert realça a importância de um ambiente rico em estímulos que, de certo modo, desperte no sujeito a necessidade de compreender certos conceitos. Nesta perspectiva, defende que o construcionismo se deve aplicar a todas as faixas etárias.

Para finalizar, referindo-se ao papel do professor, advoga que este deve adoptar uma postura criativa e facilitadora, proporcionando um ambiente com os nutrientes necessários ao desenvolvimento do sujeito.

2.7. AS ACTIVIDADES “HANDS-ON”

As actividades que têm por base “*fazer para aprender*” têm vindo a invadir o ensino e tido um impacto muito positivo nos alunos envolvidos. Provavelmente, por essa razão, cada vez mais professores optam por implementar actividades nas suas aulas baseadas nesta filosofia. O conceito hands-on faz cada vez mais parte do vocabulário da educação. Actualmente, é facilmente aceite a ideia de que as actividades “hands-on” são fundamentais para a aprendizagem. A Robótica Educativa constitui-se, sem sombra de dúvida, como uma ferramenta educativa hands-on. De facto, a construção de robots e os concursos de robótica são actividades desafiadoras que os estudantes encaram de um modo muito responsável e empenhado (Costa e Fernandes, 2004).

A ciência que se ensina na escola é, ou tem tendência a ser, alvo de uma abordagem experimental. Os estudantes entusiasma-se com as experiências e ainda mais se têm oportunidade de ser eles próprios a fazê-las. Para o professor de ciências, o desafio consiste frequentemente em ultrapassar a faceta lúdica a que os alunos tão facilmente aderem (Costa e Silva, 2006).

Gestos do nosso quotidiano como tocar, cheirar, observar, estão na base da construção do nosso conhecimento. É utilizando as percepções sensoriais que vamos construindo conhecimento sobre o que nos rodeia. “Fazendo e mexendo” aprende-se mais, aprende-se melhor.

A promoção da interacção entre o sujeito aprendiz e os objectos conduz à aprendizagem, mas esta será mais eficaz se as crianças forem directamente envolvidas nas actividades não só com as mãos (hands-on) mas também com a mente (minds-on). (Solé e Coll, 2001)

No entanto, o autor deste estudo apresenta algumas reservas relativamente à posição defendida pelos dois investigadores, uma vez que entende que para as actividades hands-on resultarem em aprendizagem, é necessário que a mente esteja activa, daí que estejam subentendidas actividades minds-on.

CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA

3.1. SÍNTESE DO ESTUDO

Quando se propôs a realizar este estudo, o autor não possuía conhecimento algum na área da robótica. Por essa razão teve que estudar o tema incluindo proceder a uma rigorosa e metódica pesquisa sobre o funcionamento e características do Mindstorms NXT (sistema recente que se propunha utilizar), bem como sobre as possíveis abordagens de conteúdos de Física utilizando robots.

Com a finalidade de seleccionar o módulo que iria ser sujeito a uma abordagem de ensino com robots, procedeu-se à análise do programa da disciplina de Física e Química, para os Cursos de Educação e Formação, dando-se particular atenção a conteúdos que pudessem ser alvo de tal abordagem. Deste modo, seleccionou-se o módulo “Som e Luz”. Procedeu-se à planificação das actividades experimentais que, usando o robot Mindstorms NXT, tratassem esses conteúdos, bem como à elaboração de protocolos e alguns materiais necessários à realização das mesmas. De seguida, procedeu-se à planificação do módulo seleccionado enquadrando as actividades experimentais nos seus objectivos e conteúdos de forma eficaz e lógica. Uma vez que um dos objectivos deste estudo é quantificar a evolução dos alunos, tanto a nível de aprendizagem como de parâmetros como o comportamento, a participação e o interesse/empenho, procedeu-se à definição e elaboração das técnicas e instrumentos de recolha de dados adequados.

Posteriormente, foram aplicadas, a um grupo, as actividades experimentais planeadas usando o Mindstorms NXT, ao invés de outro grupo onde foram aplicadas as mesmas actividades mas sem o recurso ao Mindstorms NXT.

Foi controlado o progresso conceptual dos formandos usando um pré-teste e um pós-teste. Para além disso foram continuamente classificados parâmetros, em sala de aula, como comportamento, interesse/empenho e participação, e registados nos instrumentos de recolha de dados elaborados para o efeito. Para averiguar o agrado dos alunos perante as actividades foi aplicado, no final, um teste de satisfação.

Por fim, procedeu-se a uma análise extensiva dos dados obtidos que, depois de tratados, permitiram concluir acerca do estudo efectuado.

3.2. POPULAÇÃO E AMOSTRA

Este estudo tem como população alvo o universo estudantil que enveredou por Cursos de Educação e Formação como meio de concluir a escolaridade obrigatória (3º Ciclo – 9º Ano).

O estudo relativo à implementação de robots, em ambiente de sala de aula, foi desenvolvido com 41 alunos que frequentaram os Cursos de Educação e Formação (3º Ciclo) da Escola Secundária de Fafe, 2006/07, das turmas de Electricidade de Instalações e de Instalação e Reparação de Áudio, Vídeo, Rádio e T.V. (2 turmas) – todas atribuídas, no início do ano lectivo, ao autor deste estudo.

No ano lectivo 2006/07, funcionaram na Escola Secundária de Fafe quatro turmas de Cursos de Educação e Formação. No entanto, apenas as três que foram alvo deste estudo tinham contemplado nos seus planos de estudo a disciplina de Física e Química. Apesar deste estudo ter como amostra todas as turmas de CEFs da referida escola dificilmente se constituirá como representativa da população estudantil portuguesa que frequenta os CEFs, uma vez que a amostra foi retirada de um só meio sócio-cultural e económico (o meio em que a referida escola se insere), apenas está representado o sexo masculino, e o estudo apenas contempla a leccionação por um professor.

A amostra foi dividida em dois grupos (GCR e GSR) como se apresenta a seguir:

	Turma(s)	N.º de alunos
GCR	CEF EI e CEF R2	27
GSR	CEF R1	14

Tabela 1 – Divisão da amostra

Ao efectuar esta divisão, o autor do estudo teve em conta o conhecimento das turmas, recolhido desde o início do ano. Na sua opinião, e no que concerne apenas à disciplina de Física e Química, as turmas que compõem o GCR apresentavam características ligeiramente diferentes das do GSR. Os alunos do GSR apresentavam índices de motivação superiores, comportamento mais correcto e melhores resultados, em termos de aprendizagem, que os alunos do GCR. Com esta divisão da amostra, o autor deste estudo pretendeu averiguar se o recurso à Robótica ajudaria a nivelar as duas turmas, ou dito de outra forma, se provocaria uma evolução superior no GCR, relativamente ao GSR, tanto a nível de parâmetros como comportamento, participação e interesse/empenho, como da aquisição de conhecimentos.

3.2.1. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Para um melhor enquadramento do estudo e tendo por base a informação recolhida através do inquérito distribuído aos alunos (Anexo 1), proceder-se-á à caracterização da amostra, dividindo-a nos dois grupos (GCR e GSR). Os resultados encontram-se em percentagem.

Todos os alunos envolvidos no estudo são do sexo masculino.

Relativamente à idade, a maioria dos alunos tem entre quinze e dezasseis anos. Há, no entanto, em ambos os grupos, uma percentagem considerável de alunos com dezassete anos.

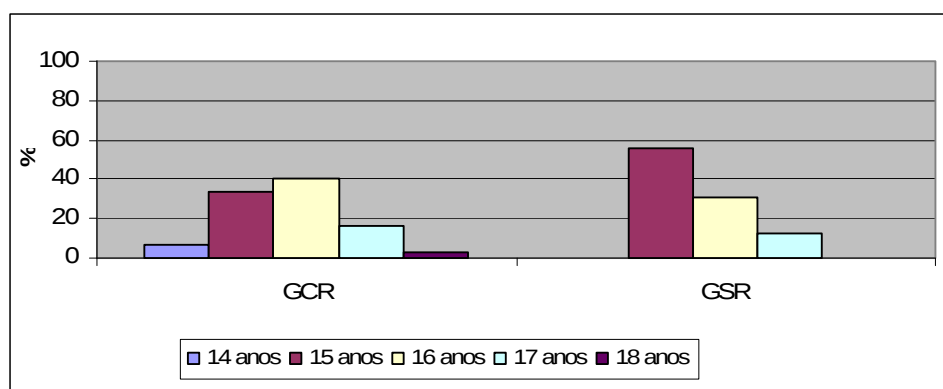


Gráfico 1 – Idade dos alunos

De realçar que apenas um aluno do GCR foi alvo de uma retenção, ao longo do seu percurso escolar. Todos os restantes foram alvo de, pelo menos, duas retenções.

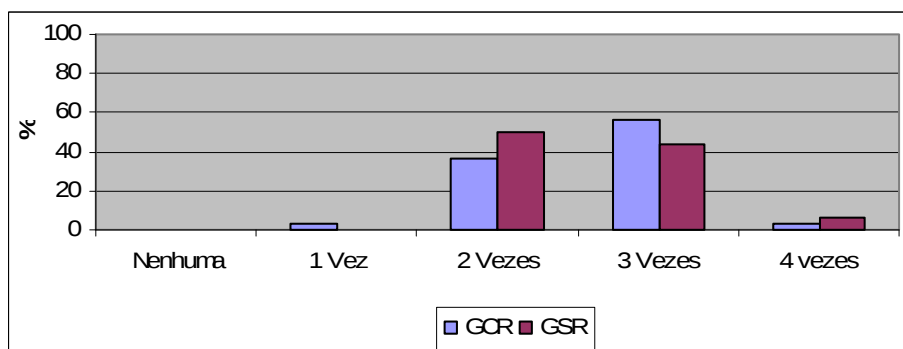


Gráfico 2 – Número total de retenções

Essas retenções repartem-se pelos três Ciclos, com maior incidência para o 3º Ciclo.

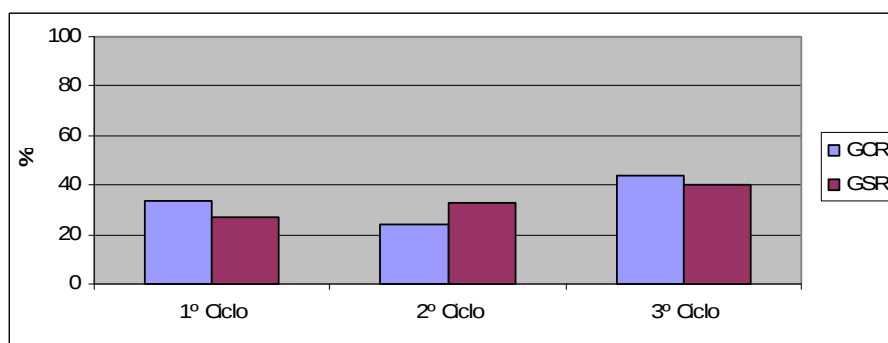


Gráfico 3 – Retenções por ciclo de estudos

Cerca de 30 % dos alunos, tanto do GCR como do GSR, não vivem com ambos os pais biológicos (pai e mãe), vivendo com os avós, tios, padrastos, só com a mãe ou só com o pai.

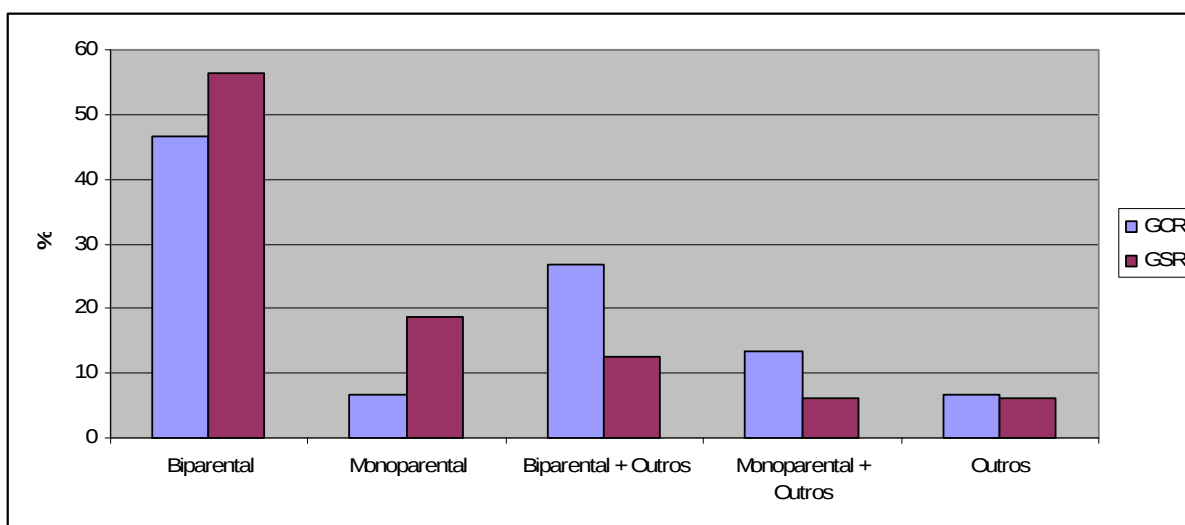


Gráfico 4 – Constituição do agregado familiar

São alunos com baixas expectativas relativamente ao prosseguimento de estudos, sendo que quase todos pretendem apenas concluir o 9º Ano de escolaridade, ou seja, concluir o curso que frequentam.

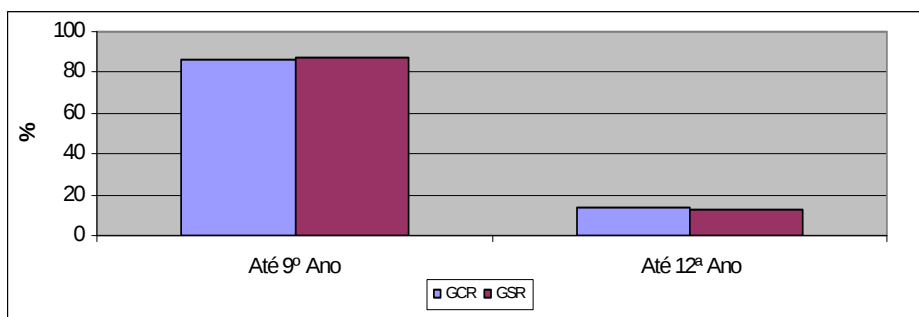


Gráfico 5 – Expectativas dos alunos

Os alunos que compõem o GSR são mais estudiosos mas, no entanto, a larga maioria dos alunos, tanto do GSR como do GCR, não tem por hábito estudar diariamente.

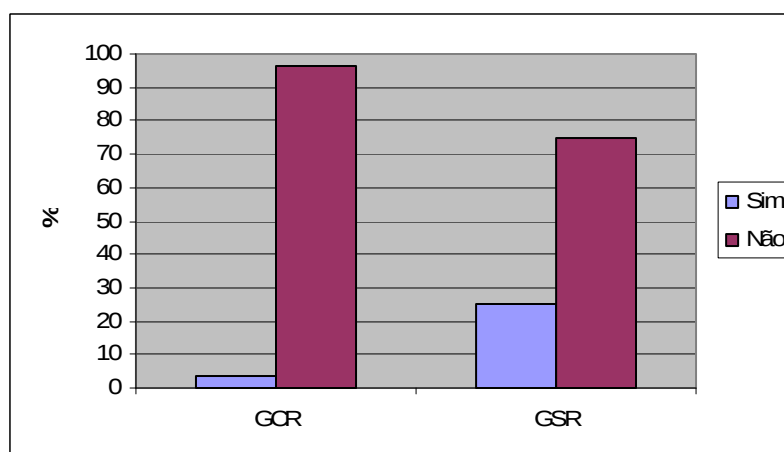


Gráfico 6 – Hábitos de estudo diário

A grande maioria dos alunos apresenta um comportamento inadequado na sala de aula, tendo já sido alvo de participações disciplinares (77% - GCR; 63% - GSR) durante o seu percurso escolar.

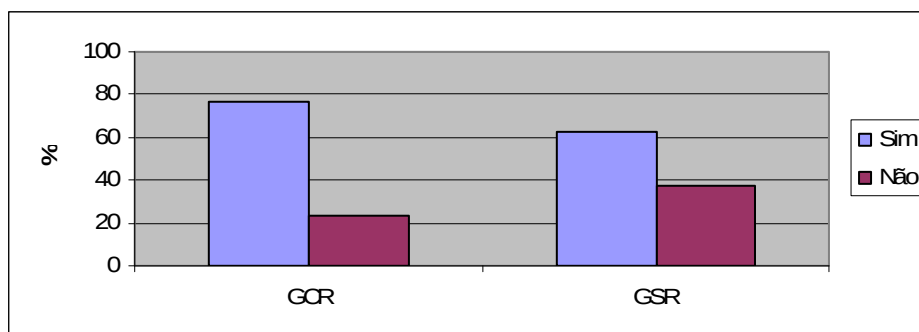


Gráfico 7 – Alunos com faltas disciplinares

Da análise aos dois gráficos seguintes pode concluir-se que os alunos que compõem a amostra não gostam de estudar, e só admitem fazê-lo quando os conteúdos são interessantes ou na véspera dos testes sumativos.

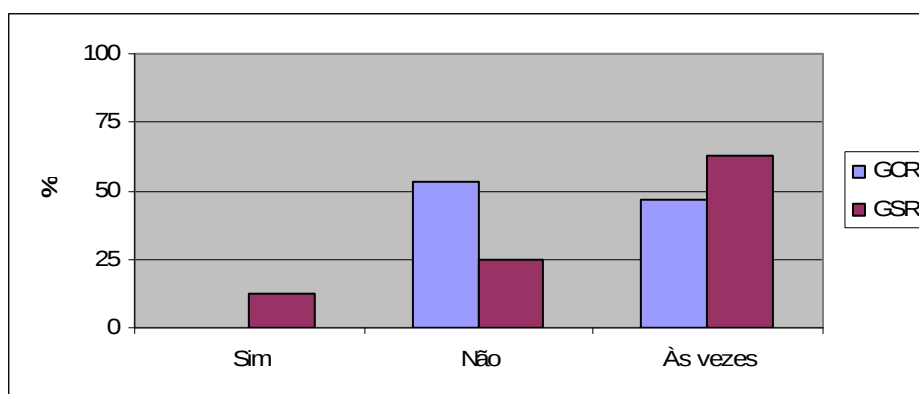


Gráfico 8 – Gosto pelo estudo

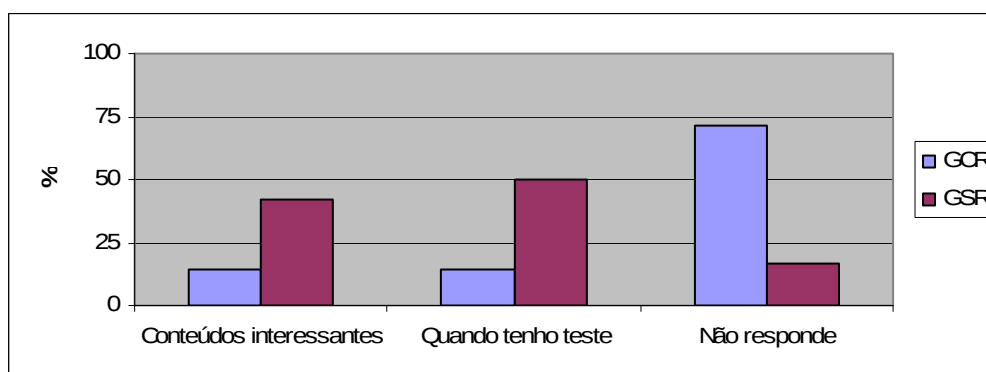


Gráfico 9 – Caracterização do momento do estudo

A maioria dos alunos afirma gostar da escola pelo convívio que esta lhe proporciona. Uma minoria, maior no GSR, refere a aprendizagem como razão principal do seu gosto pela escola. Dezasseis por cento dos alunos do GCR diz gostar da escola afirmando ser divertida, não se

sabendo a que se referem concretamente. Quanto aos alunos que afirmam não gostar da escola, ou não indicam a(s) razão(ões) ou referem não gostar das aulas.

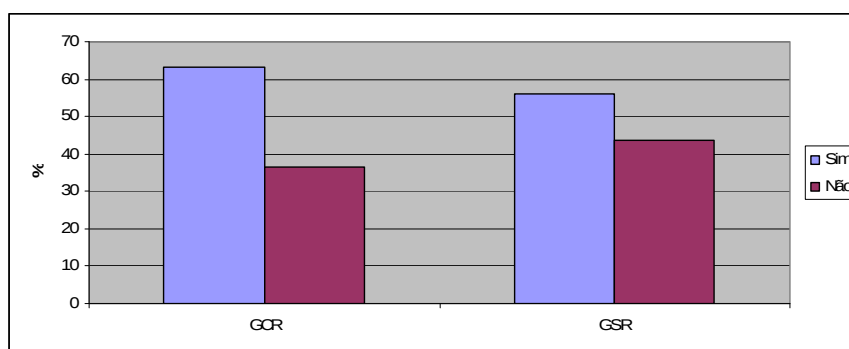


Gráfico 10 – Gosto pela escola

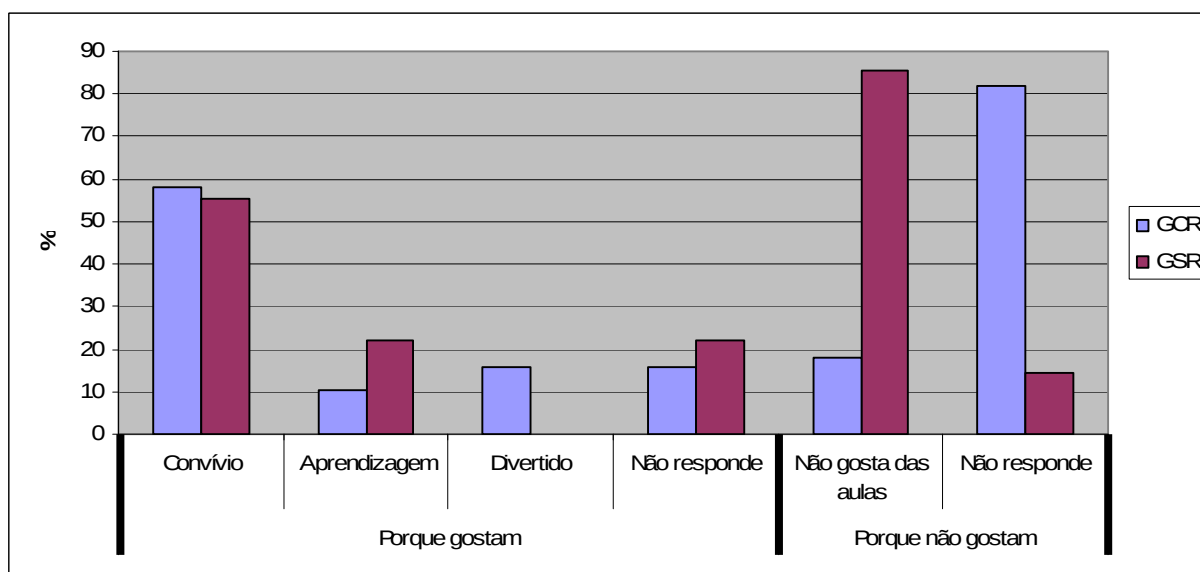


Gráfico 11 – Razões pelas quais gostam/não gostam da escola

O tipo de actividade que os alunos, de ambos os grupos, preferem ver dinamizada nas aulas é o trabalho de grupo. Os alunos do GCR referem, com algum relevo, as aulas práticas e a pesquisa. Os alunos do GSR remetem as aulas práticas para último lugar, preferindo a pesquisa, a resolução de fichas de trabalho e, curiosamente, as aulas expositivas.

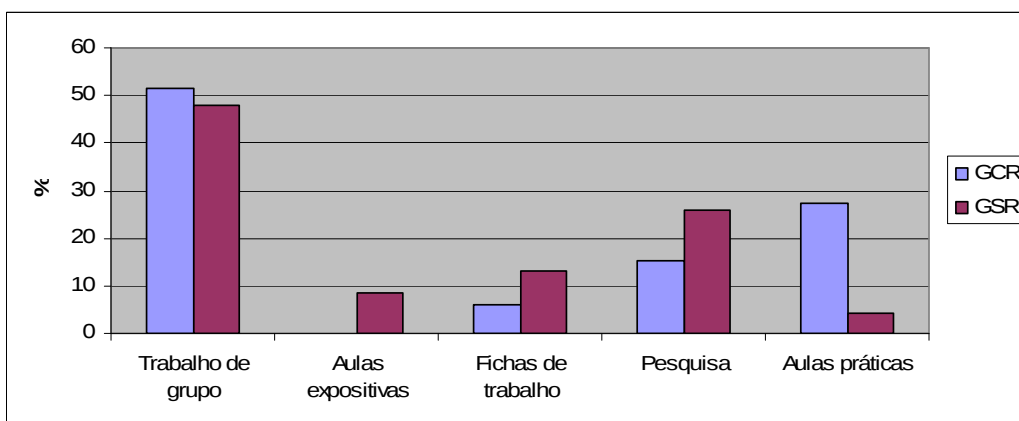


Gráfico 12 – Tipo de actividades que os alunos preferem ver dinamizadas nas aulas

A maioria dos alunos do GSR consome ou já consumiu drogas. No caso do GCR, essa percentagem fica-se pelos 38%.

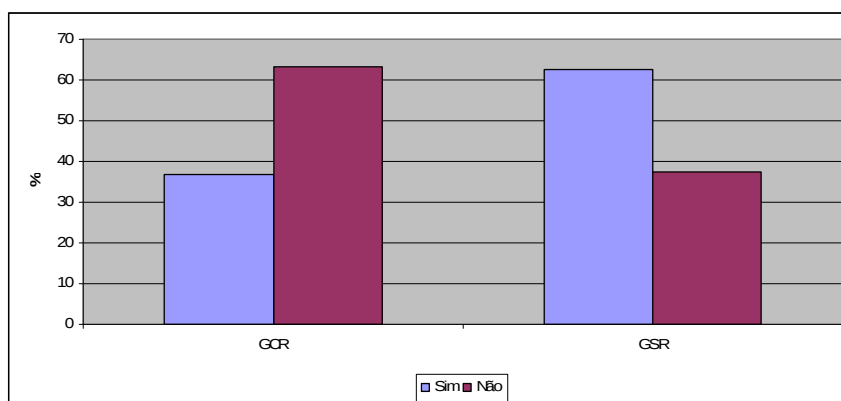


Gráfico 13 – Consumo de drogas

As drogas mais consumidas pelos alunos do GSR são o álcool e o tabaco. No entanto, os alunos do GCR afirmaram consumir ou ter consumido outras drogas: haxixe, cannabis, speed, ecstasy e ganja.

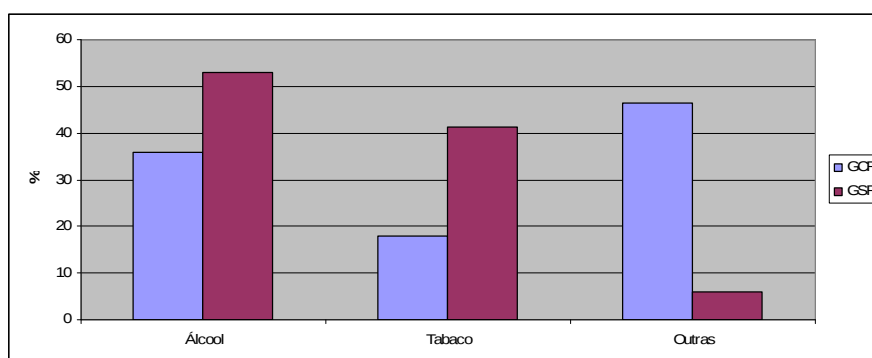


Gráfico 14 – Drogas consumidas

As razões referidas para o consumo de drogas são a curiosidade, a influência dos colegas, o desânimo e o gosto. No entanto, os alunos que afirmam nunca ter consumido drogas, justificam com o facto de serem prejudiciais à saúde e de não resolverem os problemas.

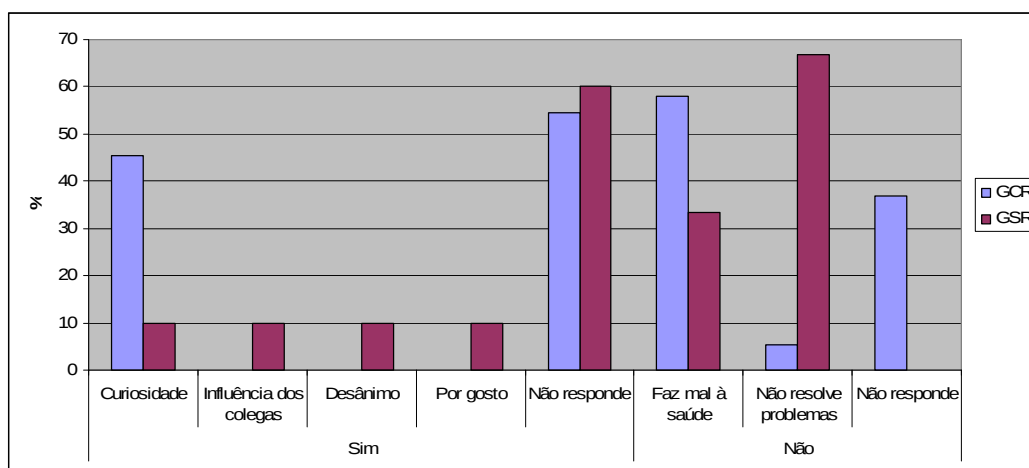


Gráfico 15 – Razões para o consumo/não consumo de drogas

Os passatempos preferidos são: ver televisão, ouvir música, jogar computador ou playstation e praticar desporto. Apenas um aluno refere a leitura como passatempo preferido. Alguns alunos referem outros passatempos: namorar, passear, dormir e conviver com os amigos.

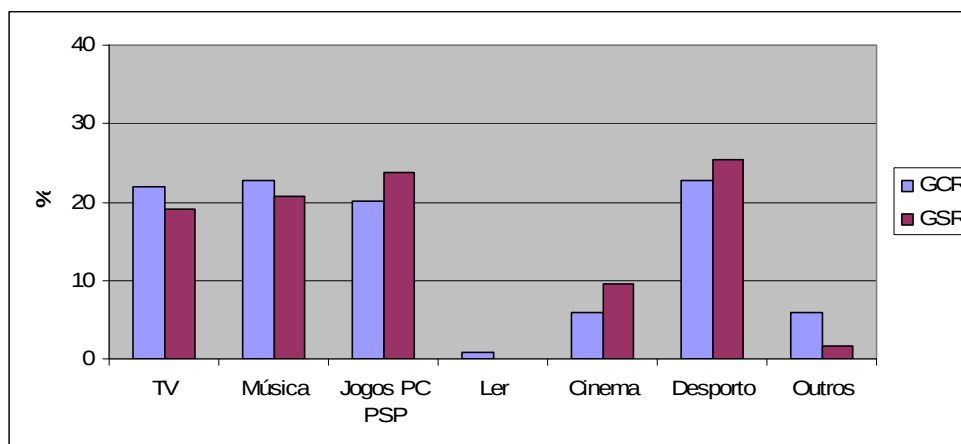


Gráfico 16 – Passatempos preferidos dos alunos

Para aprofundar a caracterização da amostra, foi solicitado aos restantes formadores das equipas pedagógicas dos CEFs o preenchimento de um questionário (Anexo 2).

Uma vez que quase todas as questões são de resposta aberta, optou-se por resumir, na tabela 2, a informação recolhida através do questionário. De seguida, indicam-se as questões contempladas no mesmo.

Q1 – Que disciplina(s) lecciona a esta turma?
Q2 – Alguma vez tinha leccionado num curso de CEF? Se respondeu afirmativamente, quantos anos?
Q3 – Considera esta turma heterogénea? Porquê?
Q4 – Na sua opinião, quais são as principais características dos formandos desta turma?
Q5 – Na sua opinião, que tipo de metodologias de ensino-aprendizagem são/serão mais eficazes/adequadas a estes formandos?
Q6 – Na sua opinião, qual(ais) deve(m) ser a(s) principal(ais) preocupação(ões) dos formadores destes Cursos?
Q7 – Se respondeu afirmativamente à questão 2, indique se a caracterização que acabou de efectuar retrata, em termos globais, a realidade dos alunos que frequentam estes cursos.

	GCR	GSR
Q1	Irrelevante	
Q2	A maioria dos formadores não tem experiência na leccionação de CEFs. Uma minoria (três formadores) afirmou já ter leccionado em CEFs, sendo que essa experiência se resume a um ano para dois deles, e dez anos para o outro.	

	GCR	GSR
Q3	Os formadores consideram os dois grupos heterogéneos por incluírem jovens provenientes de realidades socio-económicas muito diferentes (o que se reflecte a nível da motivação, interesse, comportamento e aspirações face ao curso); e por possuírem diferentes ritmos de aprendizagem e diferentes capacidades cognitivas.	
Q4	Desmotivação face à escola; Falta de conceitos básicos; Dificuldades de concentração; Interesses divergentes dos escolares; Dificuldades de aprendizagem; Falta de hábitos de estudo e trabalho; Baixas expectativas face aos estudos; Baixa auto-estima; Irresponsabilidade; Grandes dificuldades de relacionamento com os seus pares e professores.	Falta de hábitos de estudo; Comportamento irregular (ora carentes, educados e empáticos ora agressivos e conflituosos).
Q5	Acentuar a componente prática e insistir em actividades que tenham por base “Aprender fazendo”. Aproximar os assuntos tratados nas aulas com o seu quotidiano/realidade. Metodologia de Projecto/Trabalho em Grupo com objectivos claros. Recurso a audiovisuais, técnicas da informação e comunicação e a fichas formativas. Reforço positivo. Debates (actividades que permitam a exposição de ideias e vivências).	
Q6	Diversificar as metodologias e aproximar os assuntos ao quotidiano/realidade dos alunos. Formação pessoal. Motivar os alunos. Preparar os alunos para o mercado de trabalho.	
Q7	Dos formadores com experiência na leccionação de CEFs, dois referem que a caracterização efectuada retrata, em termos globais, a realidade dos alunos que frequentam estes cursos. Apenas a formadora que possui dez anos de experiência na leccionação de CEFs possui opinião diferente.	

Tabela 2 – Síntese da informação obtida através dos questionários preenchidos pelos formadores

3.3. DESCRIÇÃO DAS METODOLOGIAS APLICADAS A CADA GRUPO

A planificação do módulo “Som e Luz”, Anexo 3, ilustra a forma como foi leccionado. Nessa planificação constam os conteúdos, os objectivos e as estratégias, estruturados por aula. Contempla a leccionação de dezassete aulas, nas quais se pretende que os alunos adquiram uma visão do mundo que os rodeia, no que concerne às áreas de som e luz. São abordados assuntos como a produção, transmissão e detecção de som e luz, fenómenos de reflexão, absorção e refacção do som e da luz. Pretende-se uma abordagem superficial dos conteúdos referidos, de cariz predominantemente prático ou teórico-prático de modo “*que os alunos compreendam que o conjunto de explicações usadas em Física e em Química constitui uma ferramenta importantíssima para a interpretação do mundo como hoje existe, a natureza dos fenómenos que lhe terão dado origem e a previsão da sua evolução, segundo diversos cenários*” (DGVF, 2005).

Cada grupo realizou quatro actividades experimentais: “Características do som”; “Propagação do som e da luz no vazio”; “Espectro sonoro” e “Reflexão da luz”. O GCR realizou as actividades recorrendo ao Mindstorms NXT, contrariamente ao GSR. Foram distribuídos guiões a ambos os grupos (Anexos 4, 5, 6 e 7) com a seguinte estrutura: questão-problema, material, procedimento e registo de resultados. Para cada actividade, os alunos elaboraram relatórios individuais.

3.3.1. CARACTERÍSTICAS DO SOM

Esta actividade experimental tem como objectivos:

- “Visualizar” as ondas sonoras produzidas por fontes sonoras variadas.
- Comparar as ondas sonoras correspondentes a sons fortes e fracos, associando a intensidade do som à amplitude das ondas sonoras.
- Comparar as ondas sonoras correspondentes a sons agudos e graves, associando a altura do som à frequência das ondas sonoras.

Depois de analisada a questão-problema inicial (ver Anexo 4), o formador forneceu algumas informações acerca do funcionamento do equipamento. Seguidamente, os alunos, tendo em conta o material disponibilizado, propuseram um procedimento que visasse responder à referida questão-problema.

Para realizar esta actividade foi utilizado um microfone de condensador (modelo C03 *Studio Condenser Microphone* da marca *Samson*[®]); um conversor áudio analógico/digital (*FireWire Solo*[™] – *Firewire Mobile Audio Interface for Songwriters/Guitarists* da M-AUDIO); software *SpectraLab FFT Spectral Analysis Sistem* v4.32.13; entre outro material (Anexo 4).



Figura 10 – Montagem da actividade "Características do som" – GSR

No grupo GSR, foram produzidos diversos sons com diferentes alturas (frequências) e intensidades utilizando um gerador de sinais, um diapasão e um apito para cães, e registados qualitativamente os resultados. Apresentam-se, a título meramente ilustrativo, as seguintes figuras:

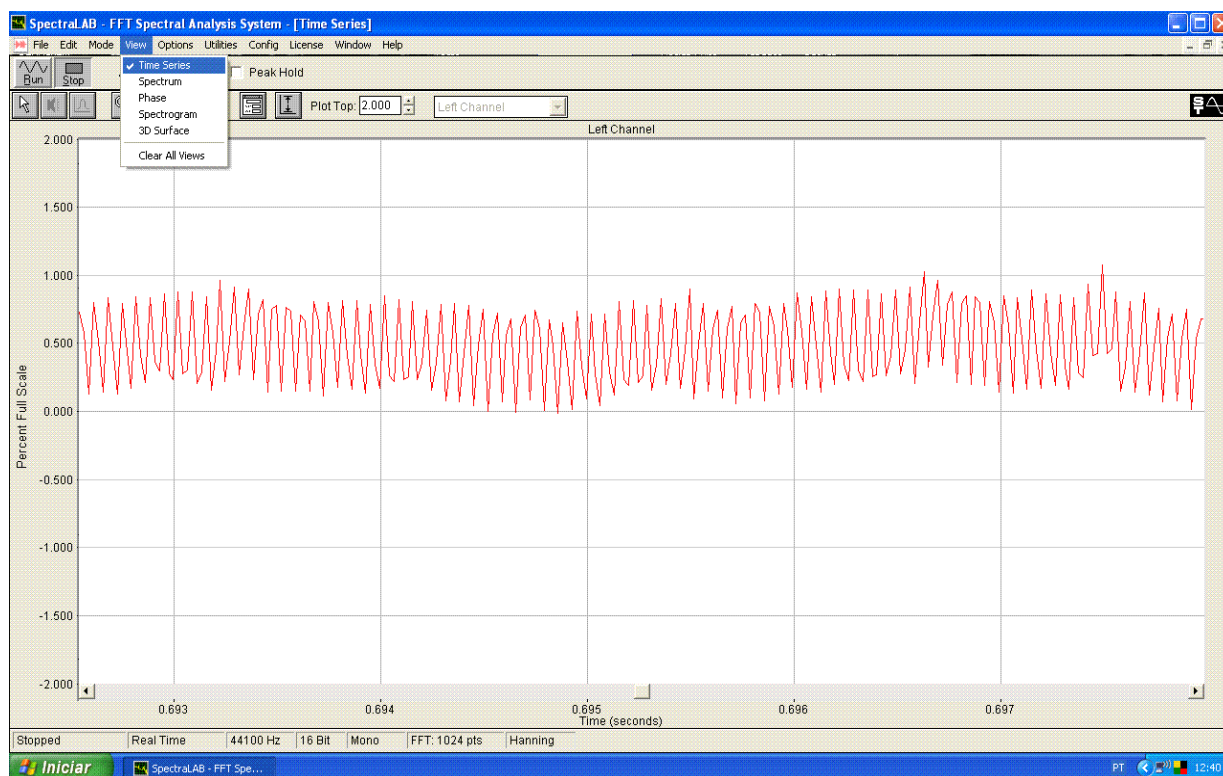


Figura 11 – Sinal gerado por um som de 15 kHz de frequência

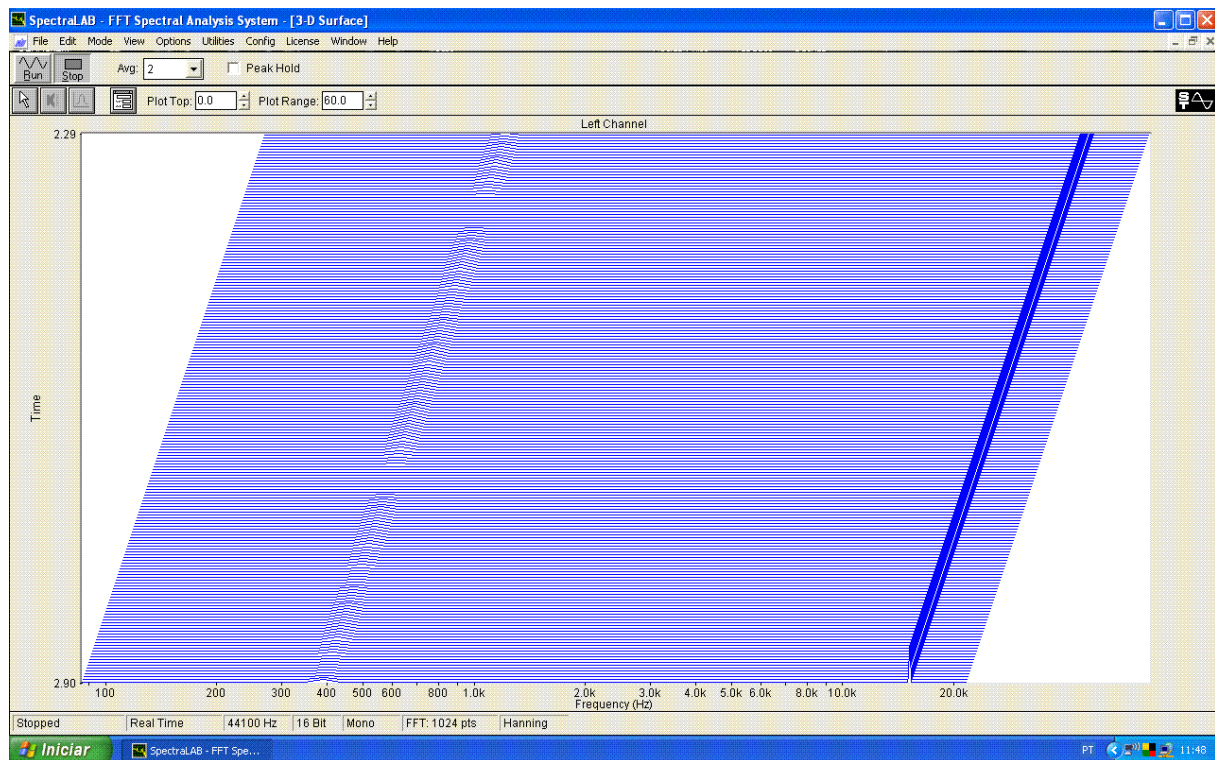


Figura 12 – Representação 3D correspondente a um som de frequência 15 kHz

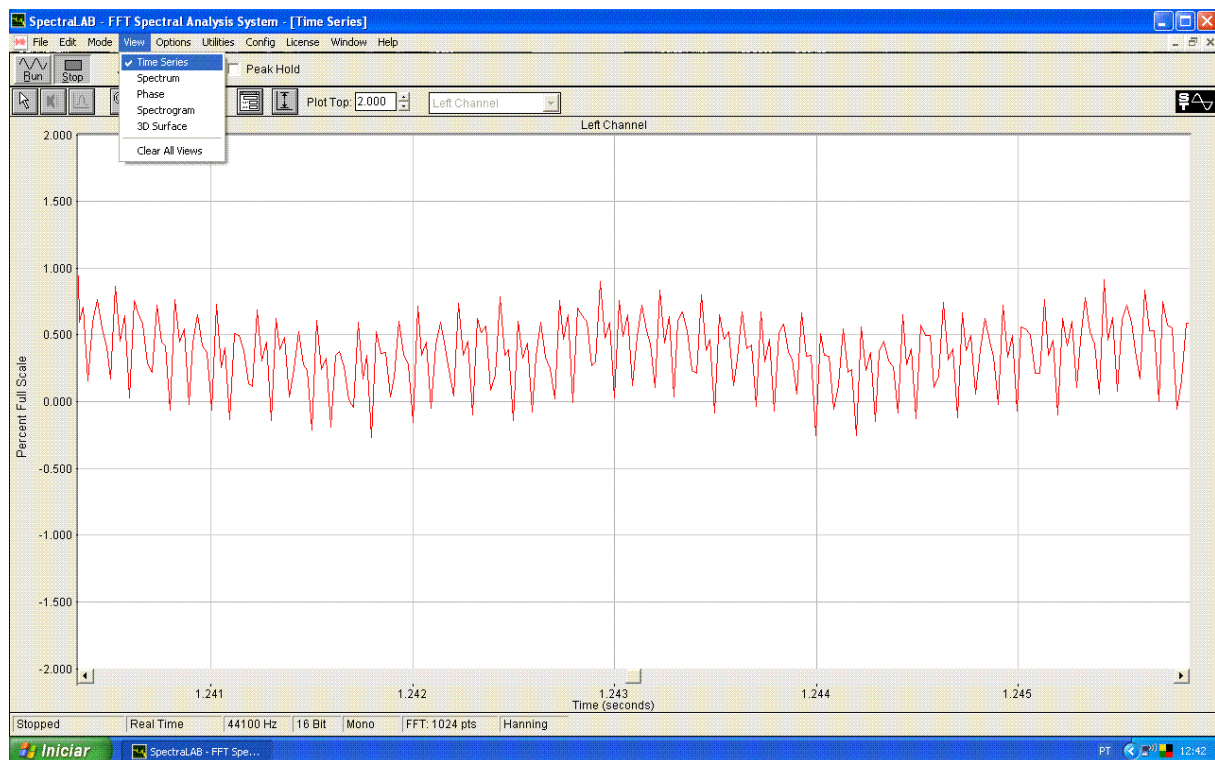


Figura 13 – Sinal gerado por um som de frequência 10 kHz

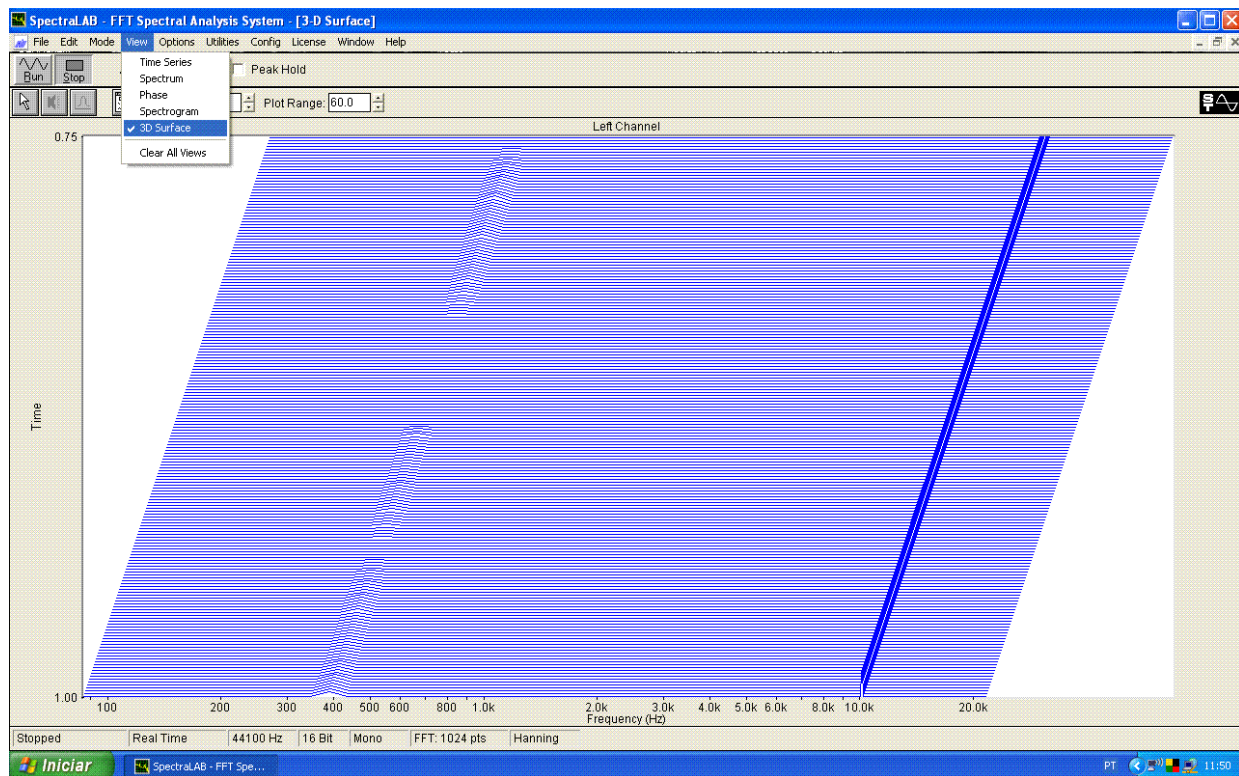


Figura 14 – Representação 3D correspondente a um som de frequência 10 kHz

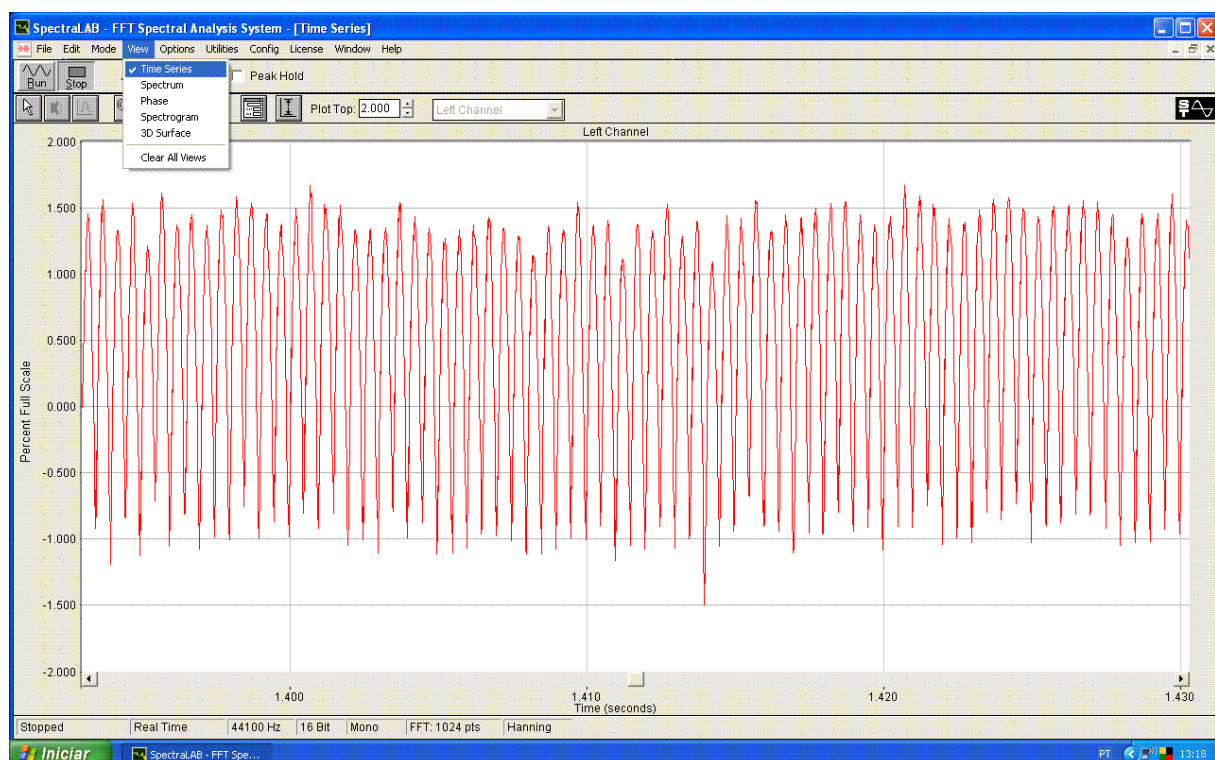


Figura 15 – Sinal gerado por um som forte de frequência 2 kHz

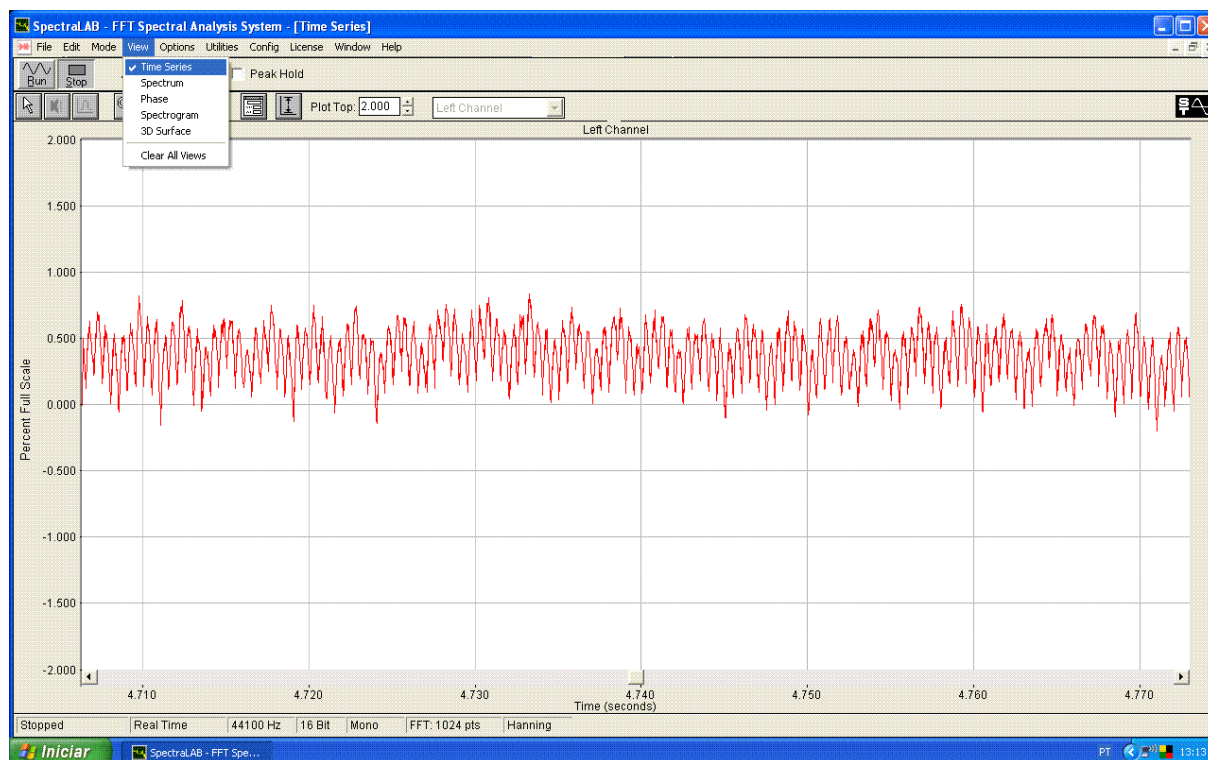


Figura 16 – Sinal gerado por um som fraco de frequência 2 kHz

No GCR, foram produzidos diversos sons com diferentes alturas (frequências) e intensidades utilizando o Mindstorms NXT, e registados, qualitativamente, os resultados.



Figura 17 – Montagem da actividade "Características do som" – GCR

Apresenta-se a Figura 18 referente à programação do NXT:

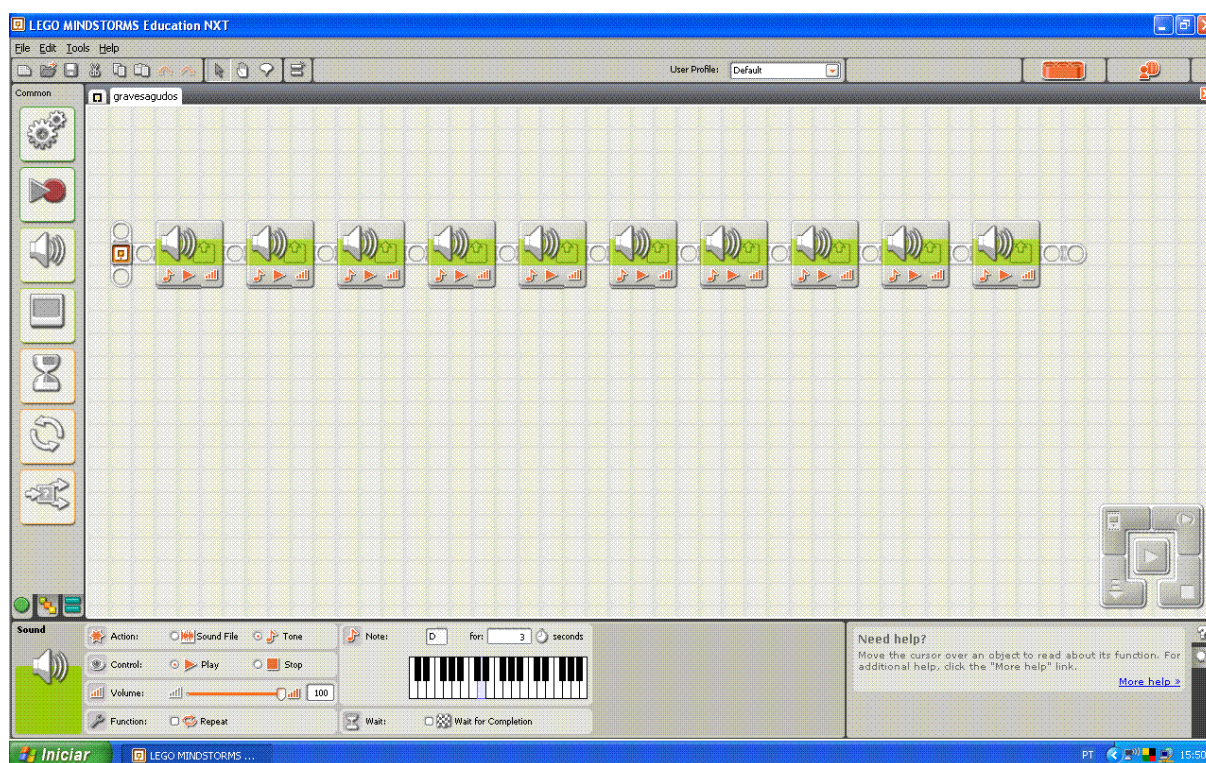


Figura 18 – Programa que se traduz na produção de sons com diferentes alturas e cujas intensidades variam ao longo do tempo – GCR

3.3.2. PROPAGAÇÃO DO SOM E DA LUZ NO VAZIO

Esta actividade experimental tem como objectivos:

- Reconhecer que a luz se propaga no vazio.
- Reconhecer que o som necessita de um meio material para se propagar.

Depois de analisada a questão-problema inicial (ver Anexo 5) e formuladas as hipóteses, os alunos propuseram um procedimento que as permitisse comprovar/refutar. Ambos os grupos, GSR e GCR, propuseram um mesmo procedimento no qual a única diferença foi o receptor de luz e som (no caso do GCR foi o Mindstorms NXT enquanto que o GSR recorreu aos sentidos de visão e audição). Para fonte sonora tiveram curiosidade de experimentar também alguns telemóveis, para além da campanha proposta fornecida.



Figura 19 – Montagem da actividade "Propagação do som e da luz do vácuo" – GCR

Pelo meio a constatação da impossibilidade de, uma vez criado o vácuo na campânula, separar a tampa da base, como retrata a figura 20.



Figura 20 – Consequência do vácuo criado na campânula – GCR

O programa (figura 21) é apresentado apenas a título ilustrativo uma vez que não foi necessário efectuar a programação no computador. Neste caso, a programação é simples, pelo que foi efectuada no próprio NXT.

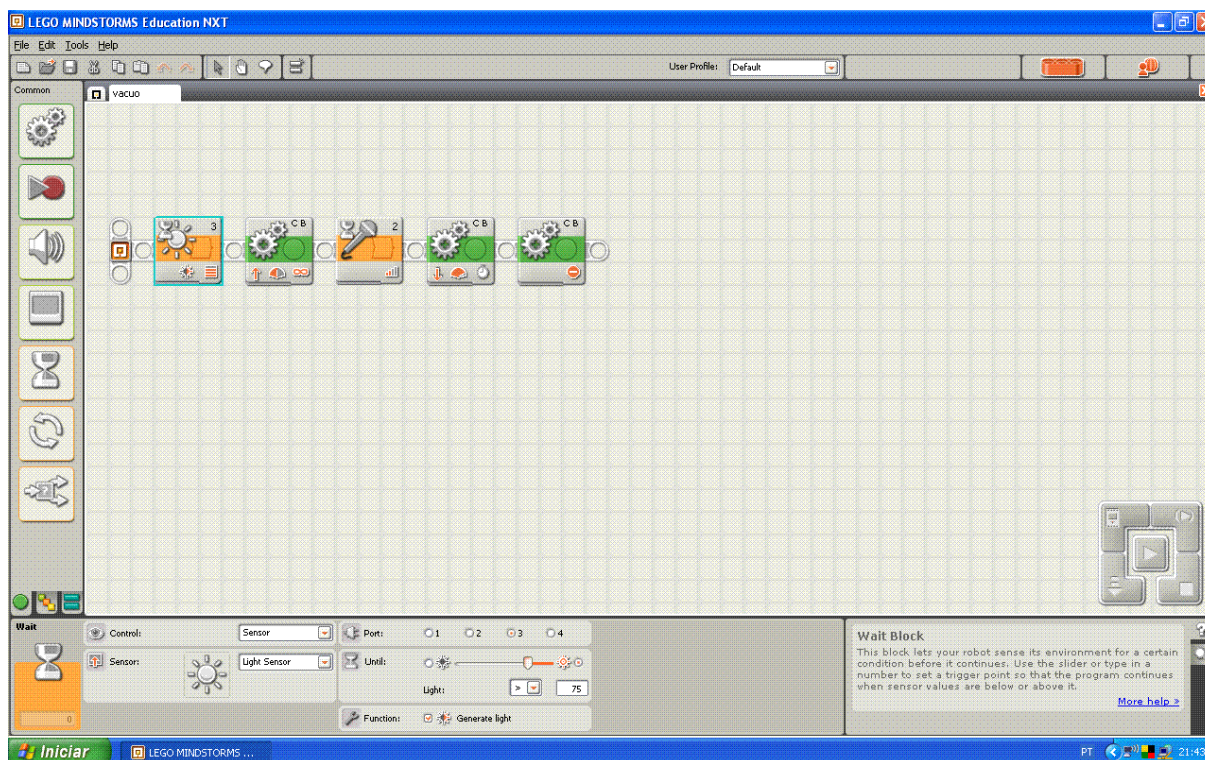


Figura 21 – Programa que se traduz na mudança de acção pela recepção de som e luz

Com este programa o robot permanece em repouso até detectar uma fonte de luz (1º bloco – esquerda). Uma vez detectada essa fonte de luz, o robot inicia um movimento rectilíneo para a frente (2º bloco) até detectar um som (3º bloco) que o faz inverter o movimento (4º bloco) e de seguida parar (5º bloco – direita).

3.3.3. ESPECTRO SONORO

Esta actividade experimental tem como objectivos:

- Reconhecer que o ouvido humano só consegue detectar o som numa gama limitada de frequências.
- Identificar os intervalos de frequência para o som que o ouvido pode detectar.
- Identificar os intervalos de frequência para o som que o sensor do Mindstorms NXT pode detectar (GCR).

Depois de analisada a questão-problema inicial (ver Anexo 6), o formador forneceu algumas informações acerca do funcionamento do gerador de sinais. Seguidamente, os alunos, tendo em conta o material disponibilizado, propuseram um procedimento que permitisse responder à referida questão-problema. Dessa forma fizeram variar a frequência do som produzido pelo gerador de sinais e registaram, para cada valor, se eram ou não audíveis. O GCR complementou a

actividade procurando descobrir os limites da gama de frequências detectadas pelo sensor de som do Mindstorms NXT, como retrata a figura 22.



Figura 22 – Montagem da actividade "Espectro sonoro" – GCR

3.3.4. REFLEXÃO DA LUZ

Esta actividade experimental tem como objectivos:

- Identificar o fenómeno da reflexão da luz.
- Aplicar as leis da reflexão da luz a casos concretos.
- Compreender as consequências das leis da reflexão da luz.

Depois de analisada a questão-problema inicial, o formador sugeriu que os alunos montassem uma pista, projectada pelo autor deste estudo, com as peças que lhes foram entregues. Seguidamente, os alunos, tendo em conta o material disponibilizado, propuseram um procedimento que visasse a resolução do problema (ver Anexo 7). O objectivo era construir uma pista e fazer chegar a luz do laser à outra extremidade da pista, utilizando espelhos. Para o GCR, o objectivo era iniciar o movimento do Mindstorms NXT colocado na extremidade da pista oposta à do laser, como retratam as figuras 23 e 24. Posteriormente, foi proposto a estes alunos que programassem o robot Mindstorms NXT para percorrer a pista até chegar ao laser.



Figura 23 – Montagem da actividade "Reflexão da luz" – GCR



Figura 24 – Montagem da actividade "Reflexão da luz" – GCR



Figura 25 – Montagem da actividade "Reflexão da luz" – GSR

A seguir apresentam-se os programas efectuados pelos alunos do GCR (figuras 26 e 27) que, apesar de inacabados devido à escassez de tempo, comprovam que estes foram capazes de programar o Mindstorms NXT. Refira-se que os alunos dispuseram de apenas 90 minutos para efectuar esta actividade.

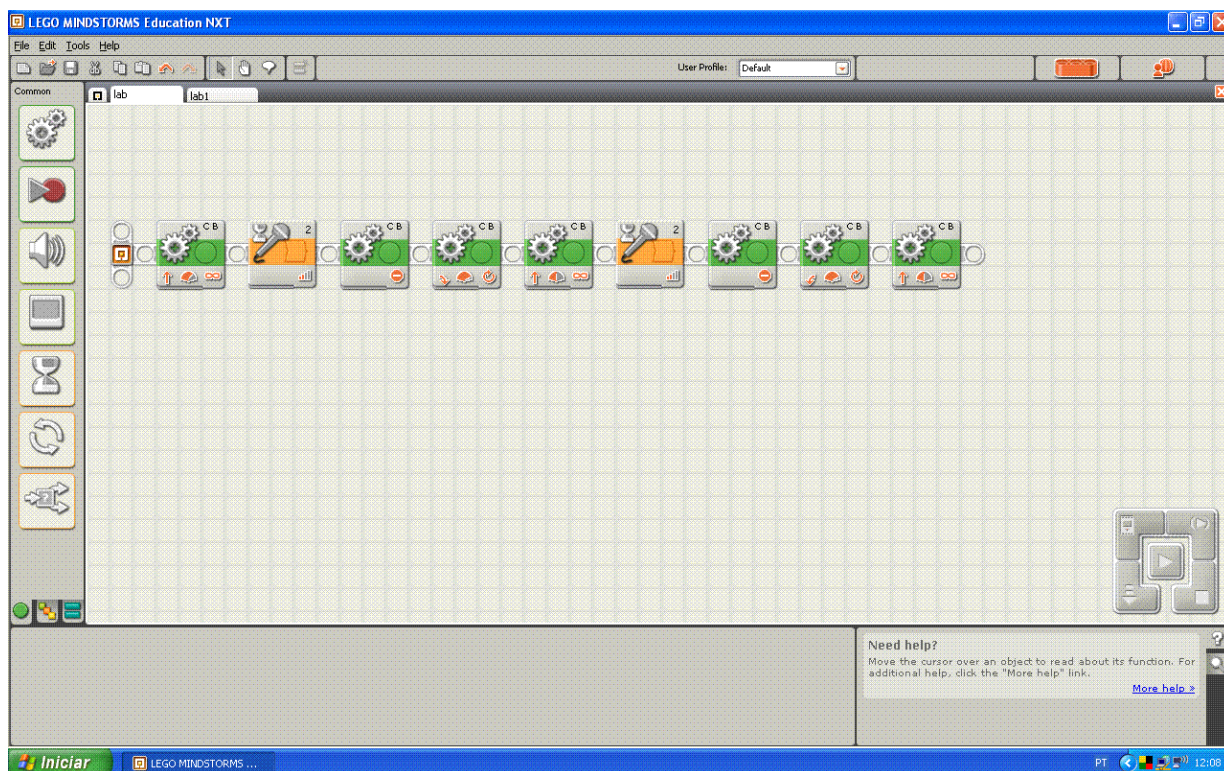


Figura 26 – Programa com o qual o Mindstorms NXT efectua o percurso com recurso ao sensor de som – GCR

Com este programa (figura 26), quando os alunos emitiam um som o robot mudava de direcção fazendo as curvas do percurso. O robot é colocado no sentido do movimento que irá efectuar. Começa por se deslocar para a frente (1º bloco) e quando detecta um som (2º bloco), roda 90°, sobre si, para a direita (3º e 4º blocos) seguindo, depois, segundo uma trajectória rectilínea (5º bloco) até detectar o próximo som, repetindo-se o processo.

Quanto à correcção do pré-teste e do pós-teste, obedeceu criteriosamente aos critérios estabelecidos na proposta de correcção (Anexo 9), e foi efectuada no mesmo período para evitar eventuais discrepâncias na correcção. As cotações das várias questões foram registadas em tabelas apropriadas.

Para averiguar o impacto do uso de robots na postura dos alunos, elaboraram-se e preencheram-se grelhas de observação diária (Anexo 10) nas quais estão contemplados os seguintes parâmetros: comportamento, participação e empenho/interesse. Dos parâmetros contemplados usualmente nos critérios de avaliação dos alunos, estes são os que respeitam duas condições: são relevantes para a avaliação dos alunos e podem ser directamente influenciados pelo uso de robots na sala de aula. A quantificação destes parâmetros foi feita na escala de 1 a 5 e, obviamente, tratou-se de um processo moroso e que envolve alguma subjectividade.

Por último, elaborou-se um teste de satisfação para ser respondido no final do módulo de forma a averiguar do agrado dos alunos face às metodologias implementadas na leccionação da mesma (Anexos 11 e 12). Este teste contém várias questões, de resposta fechada, nas quais se pretende que os alunos classifiquem, numa escala de 1 a 5, o grau de satisfação face à metodologia de ensino utilizada, e uma questão de resposta aberta na qual se pretende que redijam uma crítica à forma como foram dadas as actividades experimentais.

3.5. TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

Após a recolha dos dados importa proceder ao seu tratamento em função dos objectivos do estudo de forma clara e objectiva, razão pela qual se recorreu a tabelas e gráficos.

Para atingir os objectivos do estudo, e tal como se fez até ao momento, considerou-se fundamental a comparação entre a eficácia das metodologias de ensino aplicadas ao GCR e ao GSR.

3.5.1. PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE

Como referido anteriormente, as cotações das várias questões, dos pré e pós-testes, foram registadas em tabelas apropriadas, que se apresentam a seguir. Na primeira linha encontram-se referenciadas as questões dos pré e pós-testes, subdivididas em alíneas. Na segunda linha, apresentam-se as respectivas cotações máximas. Para identificar os pré e pós-testes, foram atribuídos os códigos indicados na segunda coluna.

QUESTÃO	1.	2.1.	2.2.	2.3.	3.1.	3.2.	4.1.	4.2.	5.	6.	7.	8.1.	8.2.	9.	10.1.	10.2.	11.	12.1.	12.2.	12.3.	Total
CÓDIGO	5	5	5	5	5	6	5	5	5	6	6	3	5	4	5	4	9	2	8	2	100
PRÉ-TESTE GCR	CEFEI1	1	0	0	0	5	2	3	0	2	1	0	0	0	1	1	3	1	6	1	27
	CEFEI2	1	0	2	0	5	2	3	0	2	1	0	3	0	0	2	2	6	1	0	30
	CEFEI3	1	0	2	0	5	2	2	0	2	1	0	3	0	0	3	1	1,5	1	0	25
	CEFEI4	1	0	2	0	5	2	3	0	2	1	0	3	0	0	2	2	6	1	0	30
	CEFEI5	1	3,5	0	0	5	0	3	0	0,5	1	0	3	0	0	0	2	0	1	0	20
	CEFEI6	1	3,5	0	0	5	2	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	3	1	0	20
	CEFEI7	1	1,5	0	0	5	2	3	0	2	1	0	3	0	0	2	1	0	1	2	26
	CEFEI8	1	1,5	0	0	0	0	2	0	1	1	0	3	0	0	0	0	4,5	0	0	14
	CEFEI9	0	1,5	2	2	0	2	3	0	0,5	1	0	0	0	0	0	0	6	1	0	19
	CEFEI10	1	3,5	0	0	5	0	3	0	1	1	1	3	0	0	0	2	1,5	1	0	23
	CEFEI11	0	3,5	0	0	5	2	2	0	0,5	1	0	3	0	0	1	1	3	1	2	26
	CEFEI12	1	1,5	0	2	5	2	2	0	0,5	1	0	3	0	0	0	0	0	1	2	22
	CEFEI13	0	2	0	0	0	2	3	0	0,5	1	0	0	0	0	1	1	1,5	0	4	16
	CEFEI14	0	1,5	2	0	5	2	4	0	0	1	0	3	0	0	0	0	1,5	1	0	21
	CEFEI15	1	1,5	0	0	5	2	3	0	2	1	0	0	0	0	1	1	3	1	0	23
	CEFR21	3	3,5	2	0	5	0	3	0	2	1	0	3	0	0	1	0	0	1	4	30
	CEFR22	3	3,5	0	0	5	2	4	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	6	0	28
	CEFR23	0	3,5	2	2	5	2	3	0	0	1	2	0	0	0	0	0	2	8	1	32
	CEFR24	0	2	0	0	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8	0	17
	CEFR25	3	0	0	0	5	0	5	0	2	1	0	3	0	0	1	0	4,5	1	6	33
	CEFR26	3	0	0	0	5	0	4	0	0	0	0	3	0	0	0	0	4,5	2	4	26
	CEFR27	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	4	0	10
	CEFR28	0	2	0	0	5	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	6	1	18
	CEFR29	0	0	0	0	5	0	2	2	0	1	0	3	0	0	0	0	1,5	0	2	18
	CEFR210	0	2	2	0	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	1	6	1	22
	CEFR211	0	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	10
	CEFR212	1	0	0	0	0	2	3	2	0	1	0	3	0	0	2	0	1,5	2	6	24
MÉDIA (ABS.) =	0,9	1,7	0,7	0,2	3,9	1,1	2,6	0,1	0,8	0,7	0,2	2,0	0,0	0,0	0,6	0,5	2,0	1,0	3,0	0,4	22,4

Tabela 3 – Cotações atribuídas – Pré-teste – GCR

	QUESTÃO	1.	2.1.	2.2.	2.3.	3.1.	3.2.	4.1.	4.2.	5.	6.	7.	8.1.	8.2.	9.	10.1.	10.2.	11.	12.1.	12.2.	12.3.	Total
	CÓDIGO	5	5	5	5	5	6	5	5	5	6	6	3	5	4	5	4	9	2	8	2	100
PÓS-TESTE GCR	CEFEI1	3	0	0	0	5	6	5	2	2	1	4	3	5	4	5	4	6	1	6	0	62
	CEFEI2	3	3,5	0	0	5	4	4	0	2	6	4	3	5	0	5	4	9	1	6	1	66
	CEFEI3	3	0	2	0	5	2	5	0	2	6	0	3	0	4	5	4	6	1	4	0	52
	CEFEI4	3	3,5	0	0	5	2	4	0	2	6	4	3	5	0	5	4	6	1	4	1	59
	CEFEI5	3	5	0	0	5	4	5	5	2	6	4	3	0	4	5	4	1,5	1	6	0	64
	CEFEI6	0	3,5	0	0	5	6	3	0	0	6	4	3	0	4	5	4	6	0	4	2	56
	CEFEI7	3	2	0	0	5	2	1	0	2	3	4	3	5	4	5	3	1,5	1	8	1	54
	CEFEI8	3	3,5	0	0	5	6	5	5	2	6	2	3	0	4	5	4	6	0	8	2	70
	CEFEI9	4	3,5	2	2	5	0	5	5	1	6	4	3	5	4	5	4	1,5	1	2	1	64
	CEFEI10	3	0	0	0	5	0	4	0	2	1	0	3	0	4	5	4	4,5	0	2	1	39
	CEFEI11	3	3,5	0	0	5	6	5	0	2	3	4	0	5	0	5	1	6	1	6	1	57
	CEFEI12	3	3,5	0	0	5	6	3	5	4	6	4	3	5	4	5	2	4,5	1	6	1	71
	CEFEI13	4	0	2	2	5	0	2	0	2	6	4	3	5	4	5	2	1,5	1	2	0	51
	CEFEI14	3	3,5	0	0	5	6	2	0	2	6	4	3	0	4	5	2	3	1	2	1	53
	CEFEI15	3	2	0	0	5	2	2	0	2	6	0	3	0	4	5	1	0	1	4	1	41
	CEFR21	3	3,5	2	0	5	6	5	0	2	4	4	3	5	0	1	1	1,5	1	8	0	55
	CEFR22	3	0	2	0	5	2	4	5	2	1	4	3	0	0	5	3	6	1	6	0	52
	CEFR23	3	3,5	2	0	5	2	5	5	2	1	4	3	5	0	5	3	1,5	1	6	0	57
	CEFR24	3	2	0	0	5	6	4	0	0	6	0	3	0	4	5	2	3	1	6	0	50
	CEFR25	3	0	0	0	5	6	5	3	0,5	6	0	3	5	0	5	4	3	1	8	0	58

	CEFR26	3	3,5	2	2	5	6	5	0	0,5	6	0	3	5	4	5	4	1,5	1	2	1	60
	CEFR27	3	2	2	2	5	2	5	0	2	6	4	3	5	0	5	4	1,5	1	6	0	59
	CEFR28	3	3,5	0	2	5	4	5	0	2	6	4	3	0	4	5	2	6	1	8	0	64
	CEFR29	3	3,5	2	2	5	6	5	3	2	6	4	3	5	0	5	4	3	1	7	0	70
	CEFR210	3	3,5	2	0	0	6	5	0	2	6	4	3	5	0	5	4	1,5	1	4	1	56
	CEFR211	3	3,5	2	0	0	0	5	3	2	0	0	3	5	0	5	2	6	1	6	1	48
	CEFR212	3	1	2	2	5	2	5	0	0,5	2	4	3	0	0	5	4	3	1	0	0	43
MÉDIA (ABS.) =		3,0	2,5	0,9	0,5	4,6	3,7	4,2	1,5	1,7	4,6	2,9	2,9	3,0	2,2	4,9	3,1	3,7	0,9	5,1	0,6	56,4

Tabela 4 – Cotações atribuídas – Pós-teste – GCR

	QUESTÃO	1.	2.1.	2.2.	2.3.	3.1.	3.2.	4.1.	4.2.	5.	6.	7.	8.1.	8.2.	9.	10.1.	10.2.	11.	12.1.	12.2.	12.3.	Total
	CÓDIGO	5	5	5	5	5	6	5	5	5	6	6	3	5	4	5	4	9	2	8	2	100
PRÉ-TESTE GSR	CEFR11	1	0	0	0	5	6	5	3	0,5	0	0	3	0	4	1	2	3	1	6	1	42
	CEFR12	1	0	2	2	0	0	2	0	0,5	1	0	3	0	0	1	0	3	1	4	1	22
	CEFR13	0	2	2	0	0	2	1	0	0	1	0	3	0	0	0	0	3	1	4	1	20
	CEFR14	1	0	0	0	5	4	3	0	2	1	0	3	0	0	0	0	3	1	4	1	28
	CEFR15	0	1,5	0	0	5	1	5	3	0	0	0	3	0	0	1	1	1,5	1	8	0	31
	CEFR16	1	3,5	0	0	5	6	5	0	0,5	1	0	3	0	0	0	1	1,5	1	4	1	34
	CEFR17	1	0	3,5	2	0	0	3	0	2	1	4	3	0	4	3	1	0	1	8	0	37
	CEFR18	0	3,5	2	2	5	1	2	0	0	0	0	3	0	0	1	1	1,5	1	6	0	29
	CEFR19	1	0,5	2	0	5	4	5	0	2	1	0	3	0	0	3	2	0	1	4	1	35
	CEFR110	0	2	2	0	5	0	1	0	0	0	0	3	0	0	2	3	1,5	1	6	0	27
	CEFR111	1	0,5	3,5	2	0	2	5	0	2	0	0	3	0	0	3	2	1,5	1	5	0	32
	CEFR112	1	3,5	0	0	5	1	3	0	2	0	0	3	5	4	1	2	3	1	7	0	42
	CEFR113	4,5	3,5	0	0	5	0	4	0	0	2	2	3	2	0	1	2	9	1	2	1	42
	CEFR114	0	2	3,5	0	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1,5	0	5	1	24
MÉDIA (ABS.) =		0,9	1,6	1,5	0,6	3,6	1,9	3,3	0,4	0,8	0,6	0,4	2,8	0,5	0,9	1,4	1,4	2,4	0,9	5,2	0,6	31,5

Tabela 5 – Cotações atribuídas – Pré-teste – GSR

	QUESTÃO	1.	2.1.	2.2.	2.3.	3.1.	3.2.	4.1.	4.2.	5.	6.	7.	8.1.	8.2.	9.	10.1.	10.2.	11.	12.1.	12.2.	12.3.	Total
	CÓDIGO	5	5	5	5	5	6	5	5	5	6	6	3	5	4	5	4	9	2	8	2	100
PÓS-TESTE GSR	CEFR11	3	0	0	2	5	3	5	5	2	1	4	3	0	4	5	4	6	1	6	1	60
	CEFR12	3	0	0	0	5	0	5	0	2	2	4	3	0	4	5	4	4,5	1	0	0	43
	CEFR13	3	2	0	2	0	4	4	0	0	1	0	3	0	4	4	1	4,5	1	6	1	41
	CEFR14	0	0	0	0	5	6	5	5	2	6	4	3	5	4	4	2	9	1	0	0	61
	CEFR15	3	3,5	0	0	5	2	5	0	2	6	4	3	0	0	5	3	6	0	8	1	57
	CEFR16	3	3,5	0	0	5	6	5	0	1	1	4	3	5	4	5	4	6	1	5	0	62
	CEFR17	3	3,5	0	0	0	4	5	5	2	6	4	3	5	4	5	4	1,5	1	8	0	64
	CEFR18	3	3,5	0	3,5	5	6	5	5	2	6	4	3	5	4	5	4	9	1	8	0	82
	CEFR19	2	1	0	0	0	2	5	0	2	1	4	3	3	0	5	4	4,5	0	5	0	42
	CEFR110	3	3,5	0	0	5	6	4	0	2	1	2	0	0	4	5	4	1,5	1	7	0	49
	CEFR111	3	3	0	0	5	6	5	0	2	6	2	3	5	4	5	4	1,5	1	4	0	60
	CEFR112	3	3,5	2	0	5	6	5	0	2	1	6	3	5	4	5	3	9	0	8	1	72
	CEFR113	3	1	0	0	5	4	5	5	2	6	4	3	5	4	5	4	9	1	7	1	74
	CEFR114	3	3,5	0	0	5	3	3	0	2	1	0	3	0	4	5	4	4,5	1	6	1	49
MÉDIA (ABS.) =		2,7	2,3	0,1	0,5	3,9	4,1	4,7	1,8	1,8	3,2	3,3	2,8	2,7	3,4	4,9	3,5	5,5	0,8	5,6	0,4	58,0

Tabela 6 – Cotações atribuídas – Pós-teste – GSR

Calculando a diferença entre as classificações obtidas nos pré e pós-testes, para cada aluno, e convertendo em gráficos, obtêm-se os gráficos 17 e 18. Trata-se da melhoria em percentagem que cada aluno obteve.

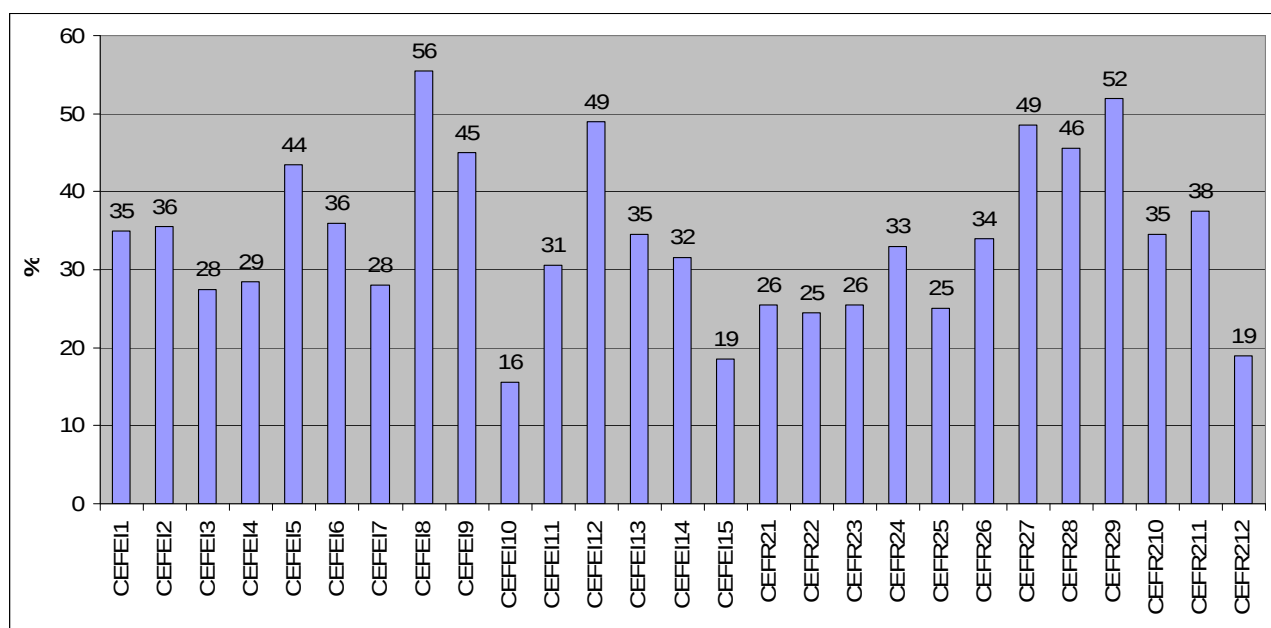


Gráfico 17 – Evolução registada por cada aluno do GCR

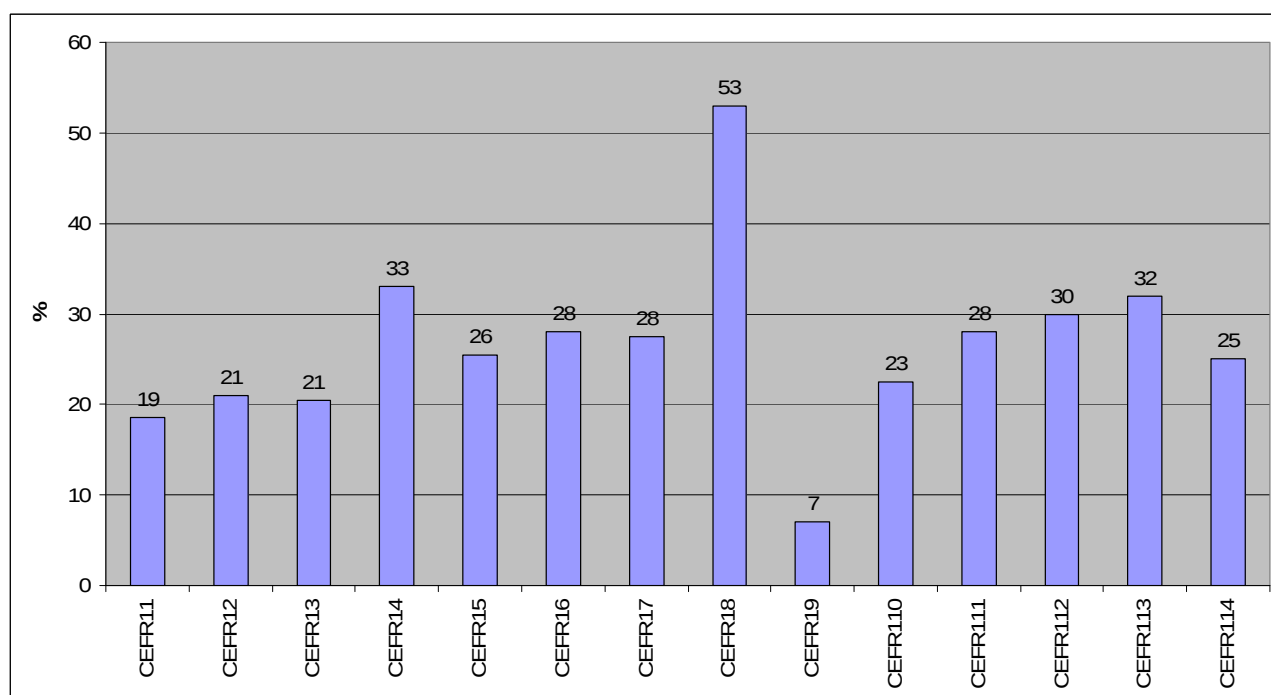


Gráfico 18 – Evolução registada por cada aluno do GSR

Para cada questão, de cada grupo e de cada teste, foram também calculadas médias absolutas e relativas (estas em percentagem) – Tabela 7 – Médias das cotações obtidas em cada questão GCR 7 (GCR) e Tabela 8 (GSR). Na primeira linha encontram-se referenciadas as questões dos pré e pós-testes, subdivididas em alíneas. Na segunda linha, apresentam-se as respectivas cotações máximas.

QUESTÃO	1.	2.1.	2.2.	2.3.	3.1.	3.2.	4.1.	4.2.	5.	6.	7.	8.1.	8.2.	9.	10.1.	10.2.	11.	12.1.	12.2.	12.3.	Total
COTAÇÃO	5	5	5	5	5	6	5	5	5	6	6	3	5	4	5	4	9	2	8	2	100
Pré GCR – Abs.	0,9	1,7	0,7	0,2	3,9	1,1	2,6	0,1	0,8	0,7	0,2	2,0	0,0	0,0	0,6	0,5	2,0	1,0	3,0	0,4	22,4
Pré GCR – %	17,8	33,7	13,3	4,4	77,8	18,5	51,1	3,0	15,2	12,3	3,1	66,7	0,0	0,0	12,6	13,0	22,2	50,0	37,0	20,4	22,4
Pós GCR – Abs.	3,0	2,5	0,9	0,5	4,6	3,7	4,2	1,5	1,7	4,6	2,9	2,9	3,0	2,2	4,9	3,1	3,7	0,9	5,1	0,6	56,4
Pós GCR – %	59,3	49,3	17,8	10,4	92,6	61,7	83,7	30,4	34,4	76,5	48,1	96,3	59,3	55,6	97,0	77,8	41,4	44,4	63,4	29,6	56,4

Tabela 7 – Médias das cotações obtidas em cada questão GCR

QUESTÃO	1.	2.1.	2.2.	2.3.	3.1.	3.2.	4.1.	4.2.	5.	6.	7.	8.1.	8.2.	9.	10.1.	10.2.	11.	12.1.	12.2.	12.3.	Total
COTAÇÃO	5	5	5	5	5	6	5	5	5	6	6	3	5	4	5	4	9	2	8	2	100
Pré GSR – Abs.	0,9	1,6	1,5	0,6	3,6	1,9	3,3	0,4	0,8	0,6	0,4	2,8	0,5	0,9	1,4	1,4	2,4	0,9	5,2	0,6	31,5
Pré GSR – %	17,9	32,1	29,3	11,4	71,4	32,1	65,7	8,6	16,4	9,5	7,1	92,9	10,0	21,4	27,1	33,9	26,2	46,4	65,2	28,6	31,5
Pós GSR – Abs.	2,7	2,3	0,1	0,5	3,9	4,1	4,7	1,8	1,8	3,2	3,3	2,8	2,7	3,4	4,9	3,5	5,5	0,8	5,6	0,4	58,0
Pós GSR – %	54,3	45,0	2,9	10,7	78,6	69,0	94,3	35,7	35,7	53,6	54,8	92,9	54,3	85,7	97,1	87,5	60,7	39,3	69,6	21,4	58,0

Tabela 8 – Médias das cotações obtidas em cada questão GSR

Para reduzir a quantidade de informação, sem retirar qualidade à mesma, de modo a permitir uma melhor análise destes dados procedeu-se ao cálculo da diferença das cotações obtidas por cada grupo no pré e no pós-teste podendo aferir, desta forma, a evolução conceptual dos alunos (Tabela 9).

QUESTÃO	1.	2.1.	2.2.	2.3.	3.1.	3.2.	4.1.	4.2.	5.	6.	7.	8.1.	8.2.	9.	10.1.	10.2.	11.	12.1.	12.2.	12.3.	Total
Abs. (GCR)	2,1	0,8	0,2	0,3	0,7	2,6	1,6	1,4	1,0	3,9	2,7	0,9	3,0	2,2	4,2	2,6	1,7	-0,1	2,1	0,2	34,0
% (GCR)	41,5	15,6	4,4	5,9	14,8	43,2	32,6	27,4	19,3	64,2	45,1	29,6	59,3	55,6	84,4	64,8	19,1	-5,6	26,4	9,3	34,0
Abs. (GSR)	1,8	0,6	-1,3	-0,0	0,4	2,2	1,4	1,4	1,0	2,6	2,9	0,0	2,2	2,6	3,5	2,1	3,1	-0,1	0,4	-0,1	26,5
% (GSR)	36,4	12,9	-26,4	-0,7	7,1	36,9	28,6	27,1	19,3	44,0	47,6	0,0	44,3	64,3	70,0	53,6	34,5	-7,1	4,5	-7,1	26,5

Tabela 9 – Diferenças entre as cotações obtidas nos pré e pós-testes

Convertendo esta informação na forma de gráficos, para uma melhor visualização, obtém-se:

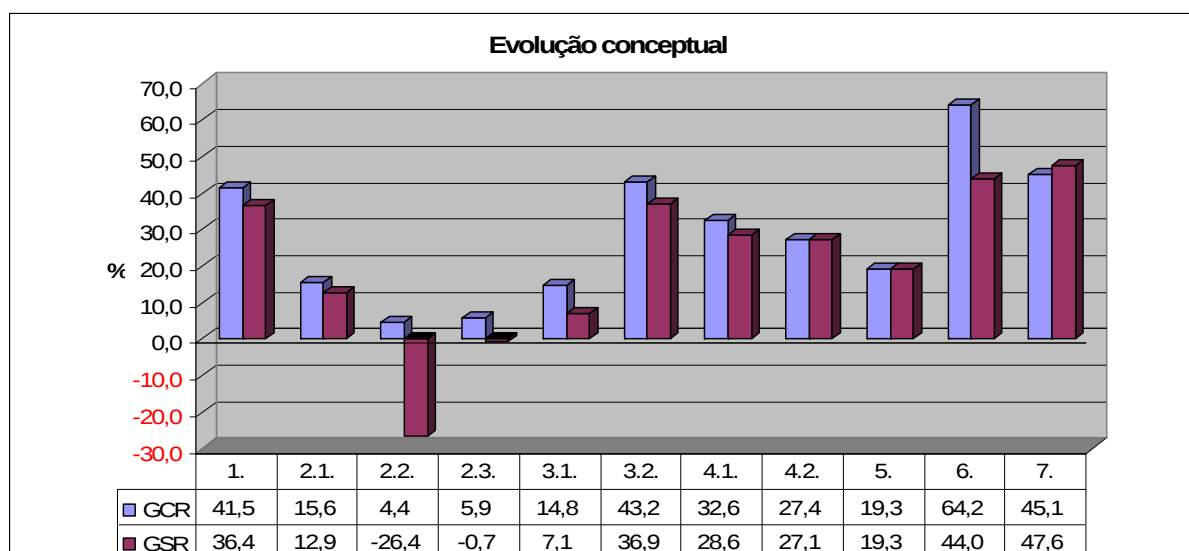


Gráfico 19 – Evolução conceptual dos alunos

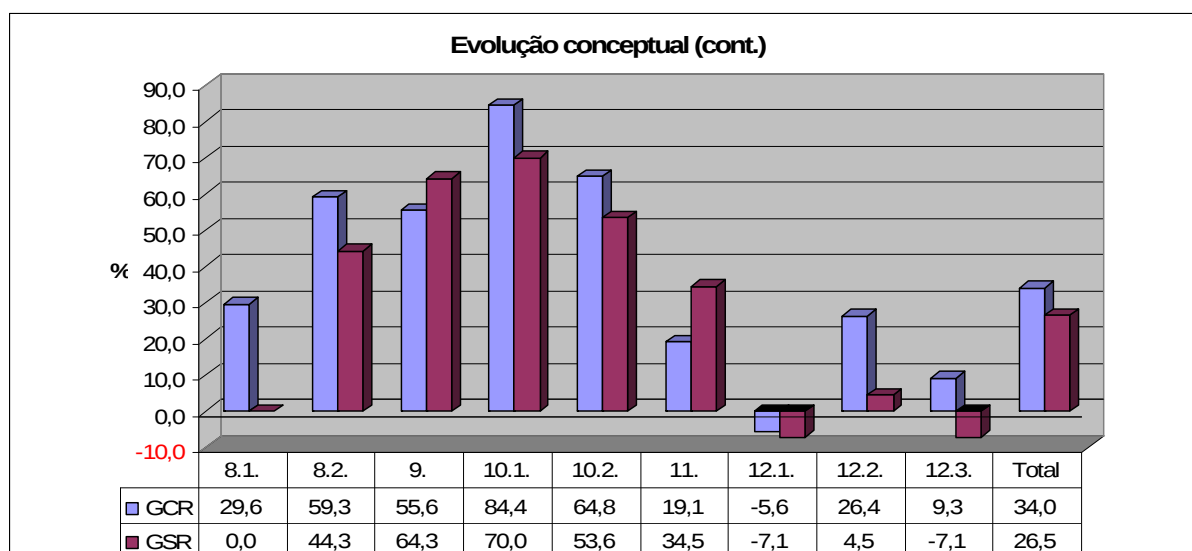


Gráfico 20 – Evolução conceptual dos alunos (cont.)

Concluindo o tratamento destes dados, procedamos à sua análise:

- Em termos globais, o GCR obteve no pré-teste piores resultados que o GSR. No entanto, os resultados obtidos pelos alunos dos dois grupos no pós-teste foram similares. Conclui-se, então, que se registou maior evolução média no GCR (34%) comparativamente ao GSR (26,5%).
- Em termos individuais, a maior evolução foi conseguida por um aluno do GCR (56%) e a menor por um aluno do GSR (7%).
- Apenas nas questões 7, 9 e 11, o GSR apresenta uma evolução superior à do GCR. Destas apenas a questão 11 está relacionada, embora parcialmente, com as actividades experimentais desenvolvidas. Nas restantes, o GCR apresenta uma evolução superior ou igual à do GSR. Os dois grupos apresentam igual evolução na questão 5 (sobre refacção do som). Pode assim afirmar-se que o uso do Mindstorms NXT contribuiu, de alguma forma, para esclarecer os conceitos físicos abordados com as actividades experimentais ou, pelo menos, pode-se garantir que o seu uso não influencia negativamente a eficácia das mesmas.
- Registaram-se também algumas regressões nomeadamente nas questões 2.2. e 2.3. (GSR); 12.1. e 12.3. (GSR). Este facto poderá estar relacionado com a tipologia das questões, uma vez que podem ser consideradas de escolha múltipla e, por isso, estarem sujeitas a uma dose de “sorte”.

Refira-se que depois da aplicação dos testes, ficou a impressão, através do *feedback* dos alunos, que algumas questões estariam demasiado elaboradas criando alguma confusão e consequente interpretação errada.

3.5.2. OBSERVAÇÃO DIÁRIA

Como já foi referido, o registo da observação diária das aulas foi efectuado em grelhas próprias e numa escala de 1 a 5 (Anexo 10). Foram quantificados parâmetros como o comportamento, a participação e o empenho/interesse, para cada aluno, em cada aula. De seguida calcularam-se as médias para cada parâmetro e cada aula, usando-se esses valores para construir os gráficos 21, 22 e 23. A numeração das aulas é a que consta na planificação do módulo (Anexo 3). Note-se que nas aulas 1 e 17 não houve registo dado ser as da realização do pré e pós-testes, e que a aula 2 não tem correspondência no GSR por se tratar da demonstração de robótica (apenas realizada no GCR).

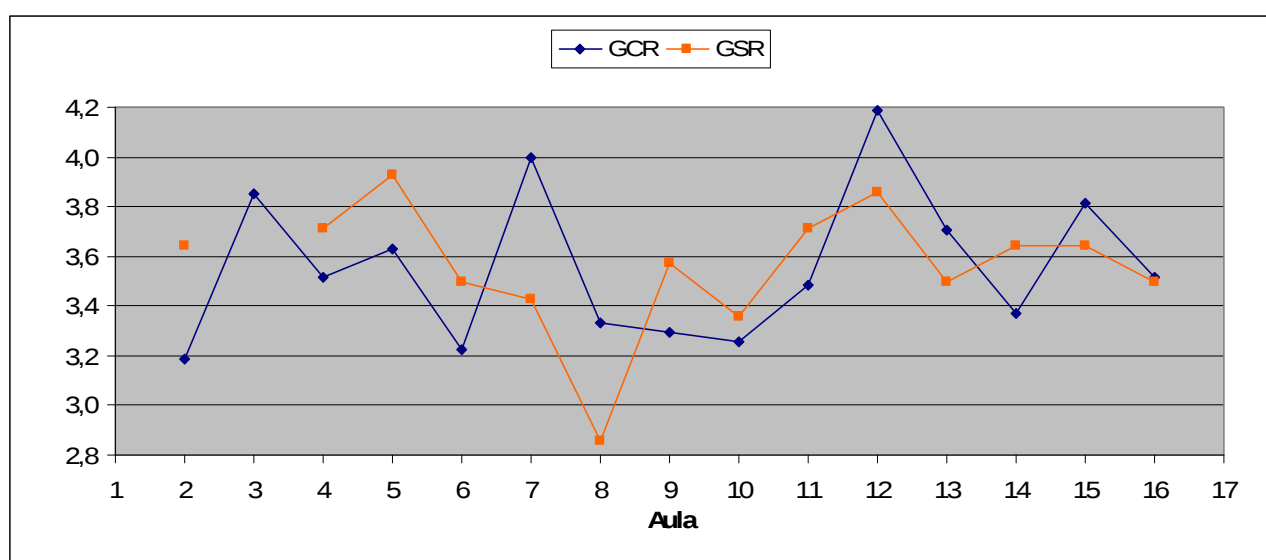


Gráfico 21 – Comportamento dos alunos

Comportamento dos alunos					
GCR			GSR		
Média	3,56		Média	3,56	
Máximo	4,19	Aula n.º 12	Máximo	3,93	Aula n.º 5
Mínimo	3,19	Aula n.º 2	Mínimo	2,86	Aula n.º 8

Tabela 10 – Média, máximo e mínimo registados para o comportamento dos alunos

Relativamente ao comportamento dos alunos, durante a leccionação do módulo “Som e Luz”, podem tecer-se as considerações abaixo mencionadas.

- O comportamento dos alunos, de ambos os grupos, pode considerar-se satisfatório mas irregular.

- Na maioria das aulas, o comportamento dos alunos do GSR é melhor quando comparado com o do GCR
- Relativamente ao GCR, registou-se melhor comportamento dos alunos nas aulas n.º 3, 7, 12 e 15, tendo o máximo sido atingido na aula n.º 12. Destas, apenas a n.º 15 não envolveu o uso do Mindstorms NXT. Relativamente ao GSR, foi registado um comportamento mais adequado nas aulas n.º 5 e 12.
- Pontualmente, alguns alunos do GCR demonstraram alguma excitação descontrolada perante o uso do Mindstorms NXT que influenciou negativamente o seu comportamento.

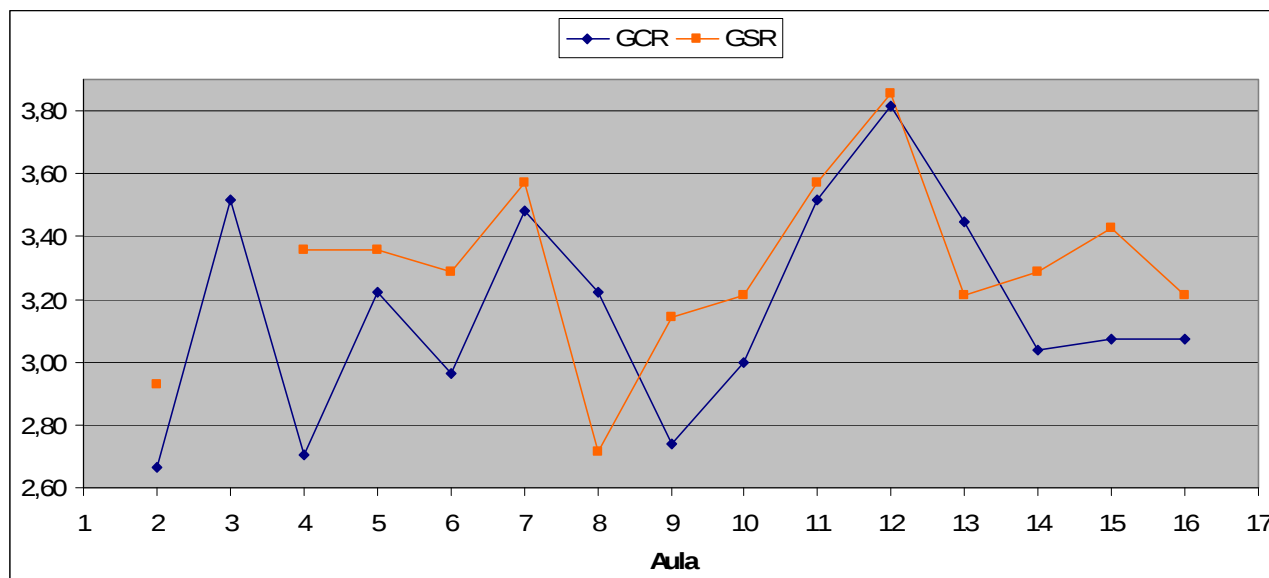


Gráfico 22 – Participação dos alunos

Participação dos alunos					
GCR			GSR		
Média	3,17		Média	3,30	
Máximo	3,81	Aula n.º 12	Máximo	3,86	Aula n.º 12
Mínimo	2,67	Aula n.º 2	Mínimo	2,71	Aula n.º 8

Tabela 11 – Média, máximo e mínimo registados para a participação dos alunos

No que concerne à participação dos alunos, analisando o gráfico 22 e a tabela 11, pode referir-se o seguinte:

- Os alunos do GSR foram, em geral, mais participativos que os do GCR.
- Relativamente ao GCR, destacam-se as aulas n.º 3, 7, 11, 12 e 13, nas quais o índice de participação dos alunos foi superior. Destas aulas refira-se que a n.º 3, 7, 11 e 12 envolveram o uso do Mindstorms NXT. Relativamente ao GSR, destacam-se, pela positiva, as aulas n.º 7, 11 e 12, duas das quais referentes a actividades experimentais (n.º 7 e 12).

- O máximo de participação dos alunos foi atingido na aula n.º 12, actividade prática n.º 4 – reflexão da luz, em ambos os grupos. Dos três parâmetros analisados, a participação dos alunos é o único em que o GSR supera o GCR, relativamente à aula n.º 12, embora essa diferença seja muito pequena.

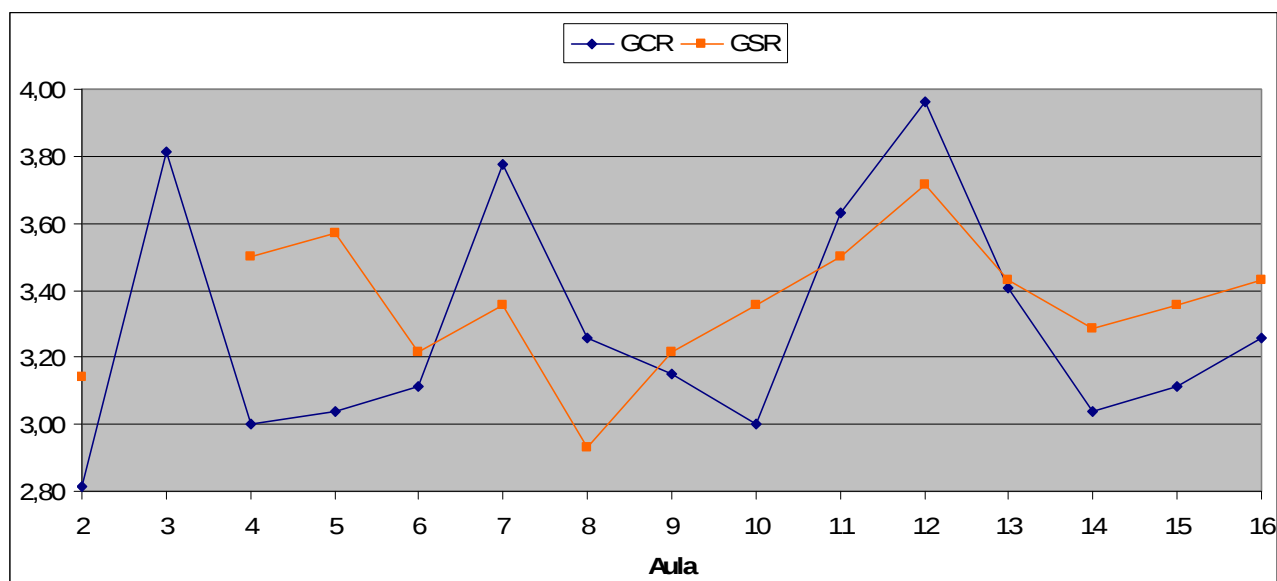


Gráfico 23 – Empenho/interesse dos alunos

Empenho/Interesse dos alunos					
GCR			GSR		
Média	3,29		Média	3,36	
Máximo	3,96	Aula n.º 12	Máximo	3,71	Aula n.º 12
Mínimo	2,81	Aula n.º 2	Mínimo	2,93	Aula n.º 8

Tabela 12 – Média, máximo e mínimo registados para o empenho/interesse dos alunos

No que diz respeito ao empenho/interesse dos alunos, analisando o gráfico 23 e a tabela 12, pode referir-se o seguinte:

- Os alunos do GSR foram, em média, ligeiramente mais empenhados/interessados que os do GCR. No entanto os alunos do GCR, superaram claramente os do GSR nas aulas n.º 7, 8, 11 e 12, três das quais envolvendo o Mindstorms NXT (n.º 7, 11 e 12). Para além disso, destaca-se também a aula n.º 3 (Demonstração de robótica) na qual os alunos do GCR se revelaram bastante empenhados/interessados.
- Relativamente ao GSR, destacam-se, pela positiva, as aulas n.º 4, 5, 11 e 12.
- O máximo de empenho/interesse dos alunos foi atingido na aula n.º 12, actividade prática n.º 4 – reflexão da luz, em ambos os grupos.

Analisando agora globalmente estes dados, podemos afirmar que, em geral, há uma melhoria nos três parâmetros analisados quando as aulas são de carácter prático. Além disso, os resultados apontam para que quando o interesse dos alunos é despertado o seu comportamento e participação melhoram (Gráfico 24 – GCR; Gráfico 25 – GSR).

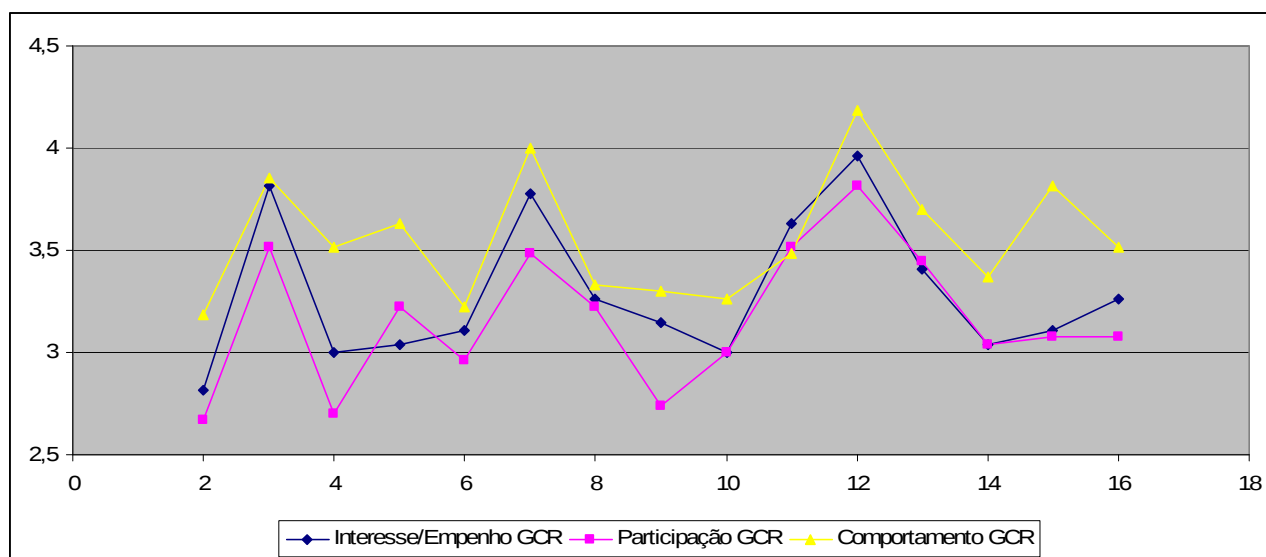


Gráfico 24 – Comparação entre os três parâmetros analisados – GCR

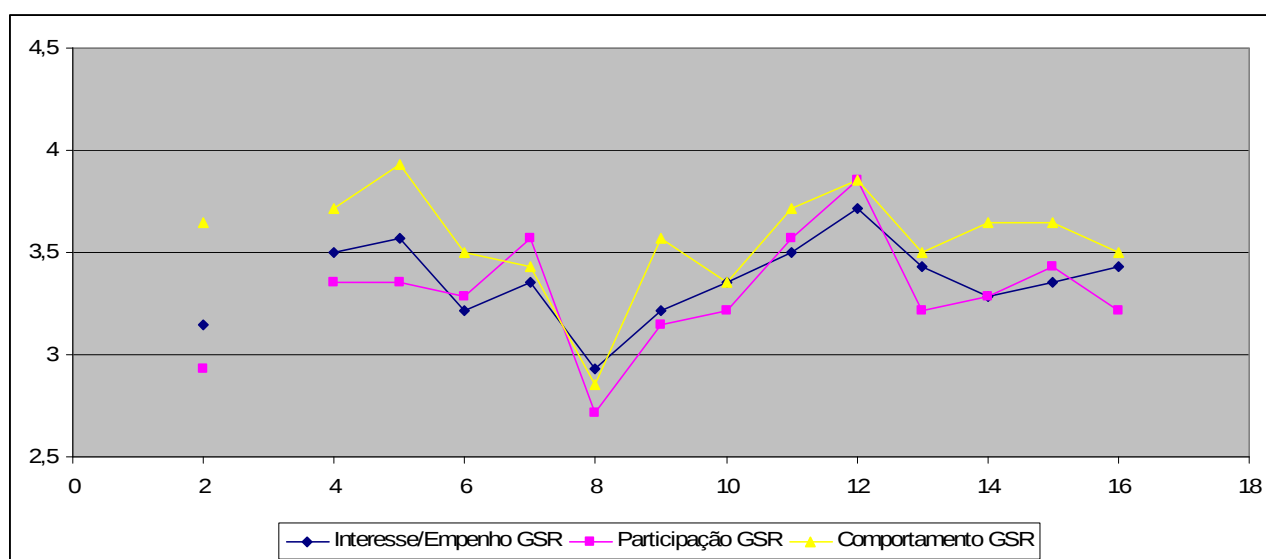


Gráfico 25 – Comparação entre os três parâmetros analisados – GSR

Pode-se, ainda, inferir que a aula preferida dos alunos de ambos os grupos e, por isso, mais conseguida, foi a aula n.º 12, na qual se realizou a actividade experimental n.º 4 – reflexão da luz”.

Refira-se ainda que a aula n.º 8 do GSR, se destaca pela negativa em todos os parâmetros, por razões exteriores ao presente estudo e que, por questões de índole profissional, não se podem mencionar.

Uma vez quantificado o comportamento, participação e empenho/interesse dos alunos, calcularam-se as respectivas médias separando as aulas nas quais se realizaram actividades experimentais (AE) das aulas nas quais não se realizaram actividades experimentais (SAE). Calculando a diferença das médias dos vários parâmetros, referentes aos dois grupos de aulas, e convertendo-a em percentagem, pôde aferir-se o impacto das actividades experimentais, nos parâmetros analisados. Estes dados são apresentados nas tabelas 13, 14 e 15.

Comportamento dos alunos				
GRUPO	Média (AE)	Média (SAE)	DIFERENÇA	DIFERENÇA (%)
GCR	3,83	3,42	0,41	8,1
GSR	3,73	3,49	0,24	4,8

Tabela 13 – Dados referentes ao impacto das actividades experimentais no comportamento dos alunos

Participação dos alunos				
GRUPO	Média (AE)	Média (SAE)	DIFERENÇA	DIFERENÇA (%)
GCR	3,51	2,99	0,52	10,4
GSR	3,59	3,18	0,41	8,2

Tabela 14 – Dados referentes ao impacto das actividades experimentais na participação dos alunos

Empenho/Interesse dos alunos				
GRUPO	Média (AE)	Média (SAE)	DIFERENÇA	DIFERENÇA (%)
GCR	3,64	3,11	0,53	10,6
GSR	3,54	3,29	0,25	5,0

Tabela 15 – Dados referentes ao impacto das actividades experimentais no empenho/interesse dos alunos

Analisando estes dados, concluímos que o impacto das actividades experimentais nos parâmetros analisados foi superior no grupo de alunos que as desenvolveu recorrendo ao Minds-torms NXT (GCR). Para o comportamento e empenho/interesse dos alunos, esse impacto chega a ser, aproximadamente, o dobro do registado pelo GSR.

3.5.3. TESTE DE SATISFAÇÃO

Como foi referido no final do ponto 3.4. aplicou-se um teste de satisfação (Anexos 11 e 12), aos dois grupos, do qual se apresentam os resultados.

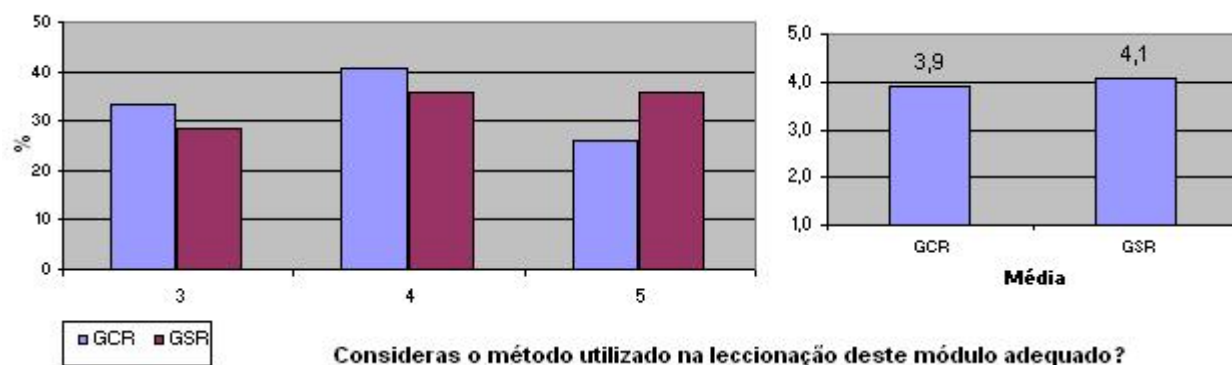


Gráfico 26 – Resposta à primeira questão do teste de satisfação

Da análise do gráfico 26, conclui-se que os alunos ficaram bastante satisfeitos com a metodologia de ensino utilizada na leccionação do módulo “Som e Luz”, com ligeiro, mas não significativo, ascendente no GSR.

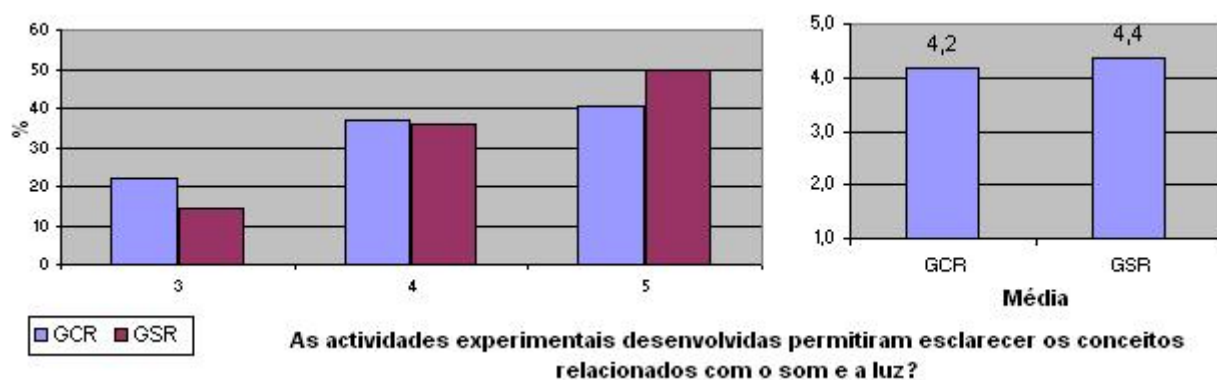


Gráfico 27 – Resposta à segunda questão do teste de satisfação

Ambos os grupos consideraram que as actividades desenvolvidas contribuíram para esclarecer os conceitos físicos em estudo, de forma muito satisfatória.

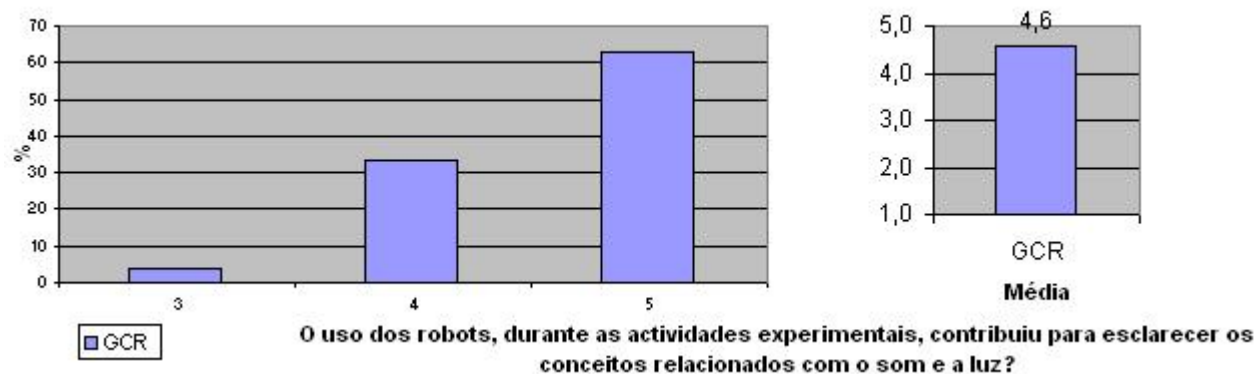


Gráfico 28 – Resposta à terceira questão do teste de satisfação (GCR)

Os alunos do GCR atribuíram um papel importante ao Mindstorms NXT no esclarecimento desses conceitos físicos.

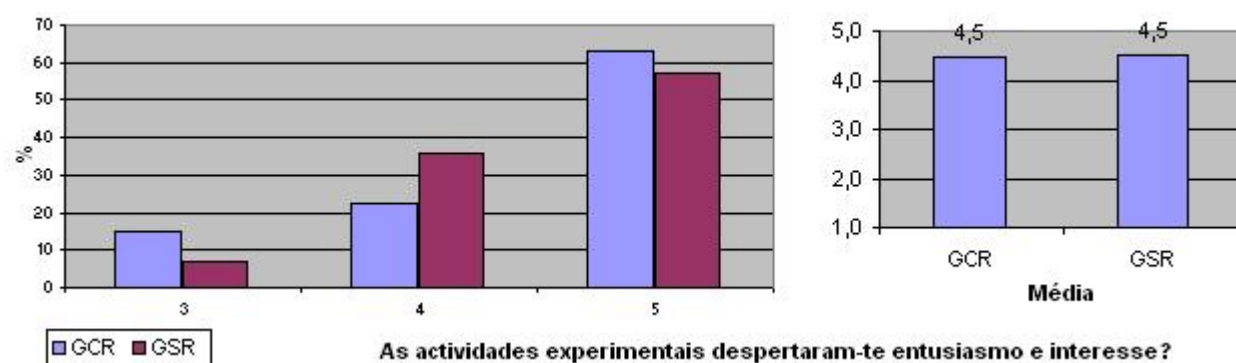


Gráfico 29 – Resposta às quarta (GCR) e terceira (GSR) questões, do teste de satisfação

As actividades experimentais desenvolvidas despertaram grande entusiasmo e interesse nos alunos de ambos os grupos, mas em especial no GCR.

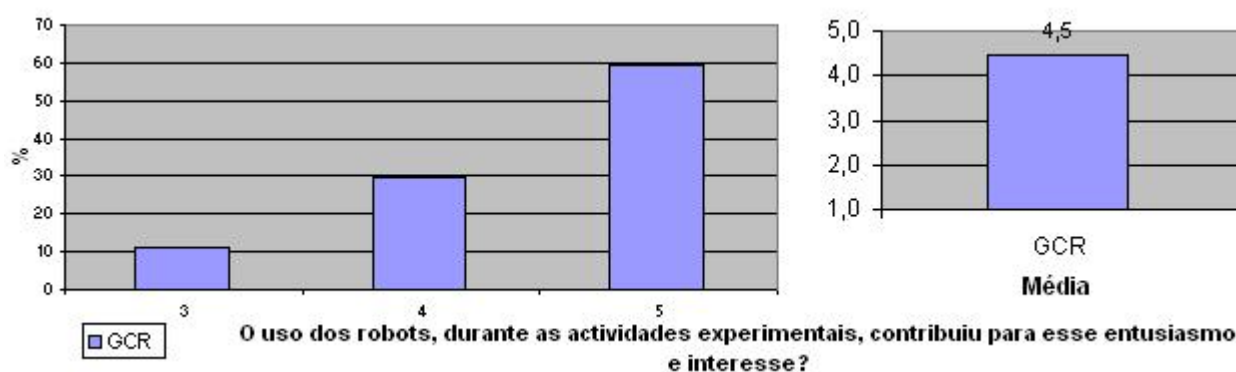


Gráfico 30 – Resposta à quinta questão do teste de satisfação (GCR)

Os alunos afirmaram que o Mindstorms NXT contribuiu, de forma determinante, para despertar o entusiasmo e interesse, uma vez que a maioria ($\approx 60\%$) classificou essa contribuição com o nível 5.

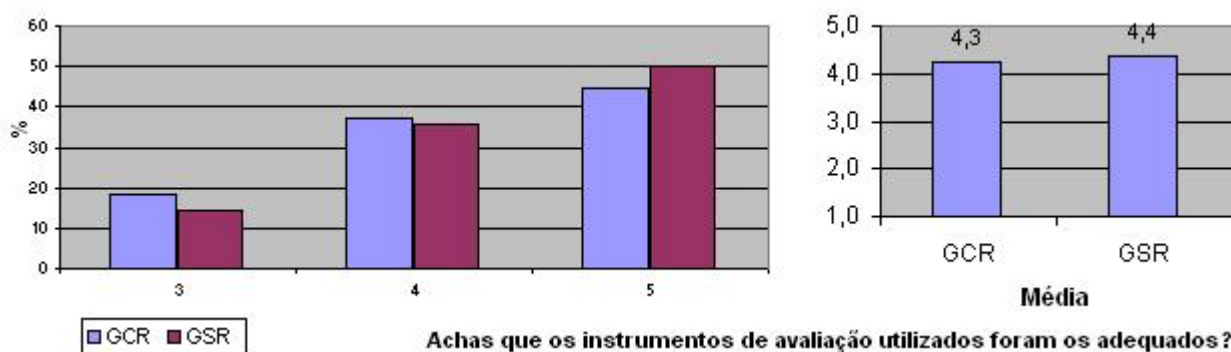


Gráfico 31 – Resposta às sexta (GCR) e quarta (GSR) questões, do teste de satisfação

Quanto aos instrumentos de avaliação utilizados (teste sumativo, observação diária nas aulas e relatórios das actividades experimentais), foram considerados adequados por todos os alunos.

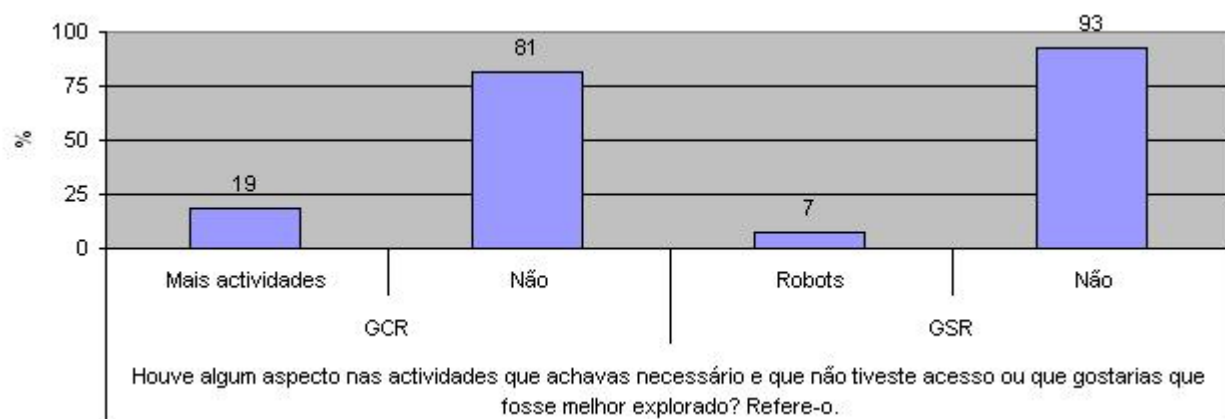


Gráfico 32 – Resposta às sétima (GCR) e quinta (GSR) questões, do teste de satisfação

A grande maioria dos alunos mostra-se satisfeita em relação à forma como foram exploradas as actividades não apresentando qualquer sugestão. Refira-se, no entanto, que cinco alunos do GCR gostariam de ter realizado mais actividades, e um aluno, com Necessidades Educativas Especiais do GSR referiu que gostaria de ver o Mindstorms NXT – ver figura 28.

5. Houve algum aspecto nas actividades que achavas necessário e que não tiveste acesso ou que gostarias que fosse melhor explorado? Refere-o.

não sei pois só vi os robots -

Figura 28 – Resposta dada por um aluno com Necessidades Educativas Especiais

Analisando globalmente os dados obtidos pelo teste de satisfação, salienta-se o facto de não ter havido aspecto algum que tenha merecido, da parte dos alunos, classificação negativa, ou seja, inferior a três.

Refira-se que estes resultados devem ser vistos com a devida reserva por não ter sido possível estabelecer uma correcta comparação entre os dois grupos, GCR e GSR, uma vez que não houve troca de posições, ou seja, o grupo GCR não realizou as actividades sem o recurso ao robot Mindstorms NXT, nem o GSR realizou as mesmas com o recurso ao Mindstorms NXT.

CAPÍTULO 4 – CONCLUSÕES

Tendo analisado todos os dados recolhidos ao longo do estudo, estamos agora em condições de poder tirar as devidas conclusões, relativamente aos objectivos deste estudo, que passamos a recordar. Pretendíamos determinar se:

- Pode o uso de robots, no processo ensino-aprendizagem, proporcionar melhores resultados de aprendizagem relativamente às áreas do Som e da Luz?
- Pode o uso de robots, no processo ensino-aprendizagem, contribuir para o desenvolvimento de competências do tipo social e atitudinal, nos alunos?

Como foi referido no Capítulo 2, a maioria dos estudos relacionados com a Robótica Educativa foram direccionados para o seu uso em actividades extracurriculares. Apesar de não se constituir, de forma explícita, como um objectivo do presente estudo, o seu desenvolvimento evidenciou a possibilidade de integrar a Robótica Educativa nos currículos de Física em vigor em Portugal, do que advêm algumas mais-valias.

Da análise dos dados obtidos (Capítulo 3), podemos concluir que o uso do Mindstorms NXT teve um impacto muito positivo nos alunos que constituíram a amostra deste estudo. Os próprios afirmaram, no teste de satisfação, que o Mindstorms NXT contribuiu, de forma determinante, para despertar o entusiasmo e interesse, para além de lhe atribuírem um papel importante no esclarecimento dos conceitos físicos abordados.

De facto, nas aulas em que decorreram actividades experimentais com recurso ao Mindstorms NXT foram registadas melhorias significativas a nível de motivação desses alunos, que se reflectiu no seu interesse/empenho, comportamento e participação, principalmente dos alunos mais indisciplinados e com maior dificuldade de concentração. Através da aplicação de um mesmo teste, antes e depois da leccionação do módulo, registou-se maior evolução, tanto a nível individual como colectivo, no grupo que recorreu ao robot, concluindo-se que o recurso a este contribuiu para esclarecer os conceitos físicos abordados. Como podemos verificar através da tabela 16, que resume o impacto das duas metodologias de ensino utilizadas, o GCR registou maior evolução em todos os parâmetros analisados.

	GSR	GCR
Compreensão dos conceitos abordados¹	26,5 %	34,0 %
Comportamento dos alunos²	4,8 %	8,1 %
Participação dos alunos³	8,2 %	10,4 %
Empenho/Interesse dos alunos⁴	5,0 %	10,6 %

Tabela 16 – Impacto das duas metodologias de ensino

Refira-se ainda que o tempo de leccionação do módulo “Som e Luz” no grupo de alunos que usou o Mindstorms NXT (GCR) foi superior em um bloco (1,5 horas), em relação ao GSR, mas que esse tempo corresponde apenas à demonstração de Robótica efectuada.

Desta forma, a Robótica constitui-se com uma mais-valia para o ensino da Física que, por tudo que foi exposto nesta dissertação, não deve ser desperdiçada.

Os benefícios da utilização da Robótica em actividades extracurriculares era já um ponto assente. Com este estudo esperamos ter dado mais uma contribuição para que sejam criadas as condições para que as duas abordagens se possam aliar na perspectiva de somarem vantagens para os alunos.

¹ Média da diferença de classificações obtidas pelos alunos nos pré e pós-testes.

² Melhoria do comportamento dos alunos registada nas aulas em que se desenvolveram actividades experimentais.

³ Melhoria da participação dos alunos registada nas aulas em que se desenvolveram actividades experimentais.

⁴ Melhoria do empenho/interesse dos alunos registada nas aulas em que se desenvolveram actividades experimentais.

CAPÍTULO 5 – SUGESTÕES PARA FUTURAS INVESTIGAÇÕES

Findo este estudo, que foi o primeiro contacto do autor com esta área, e perante os resultados obtidos, fica, julgamos, justificado o interesse pedagógico, e também a vontade e entusiasmo, de desenvolver mais estudos com o objectivo de potenciar o uso da Robótica Educativa no ensino da Física.

Durante a realização deste estudo, surgiram várias ideias para possíveis estudos a realizar no futuro, entre as quais: desenvolver estudos qualitativos, se possível com amostras mais extensas e representativas, ou que visassem alunos de outros planos de estudos, noutras áreas da Física como, por exemplo, Mecânica e Cinemática. Destes poderiam resultar guiões de actividades experimentais nas quais se explorem conceitos como posição, velocidade e aceleração, leis de Newton, tipos de movimentos, etc.

Por outro lado, dever-se-iam desenvolver estudos que visassem averiguar concretamente a contribuição da Robótica na formação científica e técnica dos alunos, quando implementada no campo curricular e/ou extracurricular.

Na medida do possível tentar-se-á acompanhar a evolução dos alunos envolvidos neste estudos de forma a tentar aferir da sustentabilidade da aprendizagem conseguida.

BIBLIOGRAFIA E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abbatinozzi, M. e Adamec, D., (2003). *Exploring Physical Science Through Engineering*. Disponível on-line a 05/10/2007 na página web da Tufts University em: <http://www.ceeo.tufts.edu/robo/roboceeo/k12/curriculum_units/PhysicalScience_GRD9.pdf>

Afonso, Ana Sofia Cavadas (1999). *Avaliação de uma abordagem construtivista de "o som e a audição": um estudo com alunos do 8º Ano de Escolaridade*. Braga: Universidade do Minho. Tese de Dissertação de Mestrado

Beer, R.D., Chiel, H.J, e Drushel, R.F. (1999). Using Autonomous Robotics to Teach Science and Engineering. *Communications ACM*, 42(6):85-92. Disponível on-line a 15/10/2007 em: <<http://mypage.iu.edu/~rdbeer/Papers/CACMLEGO.pdf>>

Cachapuz, A., Praia, J. e Jorge, M., (2002). *Ciência, educação em ciência e ensino das ciências*. Ministério da Educação

Caeiro, Célia Margarida et al. . *Cibernética e Robótica: Robótica*. In O Primeiro grande momento da inteligência artificial. Disponível on-line a 04/10/2007 em <http://www.citi.pt/citi_2005_trabs/ia/robots.html>

Costa, M. F. e Fernandes, J. (2004) *Growing up with robots*. Proceedings of Hsci2004

Costa, M. F. e Fernandes, J. (2005) *Robots at School. The Eurobotice project*. Proceedings of Hsci2005

Costa, Manuel Jaselino e Silva, João Miguel (2006). *Projecto de Investigação – Trabalho de Investigação no Ensino da Física*, Braga, Universidade do Minho

Cruz, Sónia. et al. . *O Blogue e o Podcast para Apresentação da Aprendizagem com Webquests*. In Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação, 5, Braga, Portugal, 2007 – “Challenges 2007”. [Braga: Centro de Competência da Universidade do Minho, 2007]. p. 893-904.

Despacho Conjunto 453/2004 de 27 de Julho. Diário da República n.º 175 – II Série. Ministério da Educação e da Segurança Social e do Trabalho. Lisboa Disponível on-line a 17/09/2007 em <<http://dre.pt/pdf2sdip/2004/07/175000000/1129611307.pdf>>

DGVF (2005). *Programa de Física e Química: Cursos de Educação e Formação*. Lisboa: Ministério da Educação

Dillenbourg, P. (1999). *What do you mean by collaborative learning?*. In P. Dillenbourg (Ed) *Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches*. (pp.1-19). Oxford: Elsevier.

Finkelstein, N. D. et al. (2005). *When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment*. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research* **1**, 010103

Hacker, L., (2003). *Robotics in Education: ROBOLAB and Robotic Technology as Tools for Learning Science and Engineering*. Tese de licenciatura apresentada ao Department of Child Development da Tufts University. Disponível on-line a 08/10/2007 em: <<http://ase.tufts.edu/roboticsacademy/Theses/LauraHacker03.pdf>>

Hiran, Pinel e Seymour, Papert: *O Construcionismo* [on-line]. *Psicologia Educacional: Alguns Textos Esparsos*. Disponível on-line a 10/10/2007 em <<http://www.neaad.ufes.br/subsite/psicologia/obs08papert.htm>>

Hirst, A. et al. (2002). *What is the Best Environment-Language for Teaching Robotics Using Lego Mindstorms?* Disponível on-line a 03/10/2007 em: <<http://mcs.open.ac.uk/bp5/papers/AROB2002/2002-AROB-Hirst.pdf>>

Learning and Mathematics: Mathetics – Papert (1993). In *The Maths Forum@Drexel*. Philadelphia: Drexel University, 1994-2007. Disponível on-line a 12/10/2007 em <<http://mathforum.org/~sarah/Discussion.Sessions/Papert.html>>

Lego (2007). *Mindstorms NXT* Lego. Disponível on-line a 23/11/2007 em: <<http://mindstorms.lego.com/>>

Lund, H.H.e Pagliarini, L. (1999). Robot Soccer with Lego Mindstorms. In M. Asada and H. Kitano (eds) *RoboCup-98: Robot Soccer World Cup II*, LNAI 1604. Heidelberg:Springer Verlag

Lund, H.H.e Pagliarini, L. (2000). *RoboCup Jr with LEGO Mindstorms*. In Proceedings of ICRA. IEEE Press.

Minsky, Marvin (1988). *The Society of Mind*; Touchstone; p.102. Disponível on-line a 23/10/2007 em: <<http://www.papert.org/articles/PapertsPrinciple.html>>

Oliveira, Leonel de, dir. – Nova Enciclopédia Larousse. Lisboa: Círculo de Leitores, 1998. 19 vol. 6064 p. ISBN 972-42-1903-8

Paloff, R. e Pratt, K. (2002). *Beyond the Looking Glass: What Faculty and Students Need to Be Successful Online*. Handbook of Online Learning, 171-185.

Papert (1990), in “Introduction”. Idit Harel (Ed.), *Constructionist Learning*. Cambridge, MA: MIT Media Laboratory, 3 p.

Petre, M. e Price, B. (2004). *Using Robotics to Motivate “Back Door” Learning*. *Education and Information Technologies*, **9(2)**: 147–158. Disponível on-line a 05/10/2007 em: <<http://mcs.open.ac.uk/bp5/papers/2004-eit/2004-EIT-Robotics-Backdoor.pdf>>

Ribeiro, Célia Rosa (2006). *RobôCarochinha: Um Estudo Qualitativo sobre a Robótica Educativa no 1º ciclo do Ensino Básico*. Braga: Universidade do Minho. Tese de Dissertação de Mestrado

Sanches, Jorge Seguro. *Educação: Alargamento da oferta de ensino vocacional nas escolas públicas*. Acção Socialista. Lisboa. ISSN 0871-102X. N.º 1259 (2006). Disponível on-line a 23/09/2007 em: <http://www.accaosocialista.net/06/1259_27_02_2006/educacao_03_alargamento.htm>

Silva, Jorge Paulo Andrade (2006). *Energia Eléctrica fornecida por um Painel Fotovoltaico: actividade laboratorial virtual*. Braga: Universidade do Minho. Tese de Dissertação de Mestrado

Solé, I. & Coll, C. (2001). *Os professores e a concepção construtivista*. In Coll, C. et al. (Eds.). *O construtivismo na sala de aula*. Novas perspectivas para a acção pedagógica. Porto: Edições Asa, 8-27.

Teixeira, J. (2006). *Aplicações da Robótica no Ensino Secundário: o Sistema Lego Mindstorms e a Física*. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Tese de Dissertação de Mestrado

Wasserman, E. (2002). *Why Industry Giants Are Playing with Legos*, *Fortune*, 144(10), 101-106.

ANEXOS

Este inquérito é confidencial. Responda com sinceridade.

1. Turma:

☐ CEF EI

☐ CEF R1

☐ CEF R2

2. Idade:

☐ 14 anos

☐ 15 anos

☐ 16 anos

☐ 17 anos

☐ 18 anos

☐ 19 anos

3. Sexo:

☐ Feminino

☐ Masculino

4. Quantas vezes ficou retido:

No 1º Ciclo? ☐ Nenhuma

☐ 1 vez

☐ 2 vezes

☐ 3 vezes

No 2º Ciclo? ☐ Nenhuma

☐ 1 vez

☐ 2 vezes

☐ 3 vezes

No 3º Ciclo? ☐ Nenhuma

☐ 1 vez

☐ 2 vezes

☐ 3 vezes

5. Com quem vive? _____

6. Até quando pensa estudar?

☐ Até ao 9º ano

☐ Até ao 12º ano

☐ Até ao Ens. Superior

7. Estuda todos os dias?

☐ Sim ☐ Não Se sim, quanto tempo? _____

8. Teve alguma falta disciplinar, no seu percurso escolar?

☐ Sim ☐ Não Se sim, quantas? _____

9. Gosta de estudar?

☐ Sim ☐ Não ☐ Às vezes Quando? _____

10. Gosta da escola?

☐ Sim ☐ Não Porquê? _____

11. Que tipo de actividade prefere ver dinamizada nas aulas?

- ☐ Trabalho de grupo ☐ Aulas expositivas ☐ Fichas de trabalho ☐ Pesquisa
☐ Outras – Qual(is)? _____

12. Consome ou alguma vez consumiu drogas?

- ☐ Sim ☐ Não Porquê? _____

Se sim, quais? _____

13. Quais são os seus passatempos preferidos?

- ☐ Ver televisão ☐ Ouvir música ☐ Jogar computador
☐ Ler ☐ Ir ao cinema ☐ Praticar Desporto
☐ Outros _____

Anexo 2 – Inquérito a preencher pelos formadores das equipas pedagógicas

Este questionário tem como objectivo caracterizar os alunos das turmas de CEF da Escola Secundária de Fafe, 2006-2007, na perspectiva dos formadores, com o intuito de, no futuro, prestar de um ensino de melhor qualidade.

Turma: CEF _____

1. Que disciplina(s) lecciona a esta turma? _____

2. Alguma vez tinha leccionado num curso de CEF? ☐ Sim ☐ Não

2.1. Se respondeu afirmativamente, quantos anos? _____

3. Considera esta turma heterogénea? ☐ Sim ☐ Não

3.1. Porquê? _____

4. **Na sua opinião**, quais são as principais características dos formandos desta turma?

5. **Na sua opinião**, que tipo de metodologias de ensino-aprendizagem são/serão mais eficazes/adequadas a estes formandos?

6. **Na sua opinião**, qual(ais) deve(m) ser a(s) principal(ais) preocupação(ões) dos formadores destes Cursos?

7. **Se respondeu afirmativamente à questão 2**, indique se a caracterização que acabou de efectuar retrata, em termos globais, a realidade dos alunos que frequentam estes cursos.

☐ Sim

☐ Não

Obrigado pela colaboração!!!

Anexo 3 – Planificação do módulo "Som e Luz"

Aula	Conteúdos	Estratégias / Actividades	Objectivos
1		▪ Pré-teste.	– Apurar as ideias iniciais dos alunos sobre conceitos relacionados com as áreas de som e luz. – Estabelecer o ponto de partida, para posterior comparação, a fim de averiguar a evolução conceptual dos alunos.
2	– Produção, transmissão e detecção do som. – Tipos de instrumentos musicais.	▪ Interação aluno-aluno com orientação do professor – diálogo construtivo: exploração de situações do quotidiano nas quais varie a fonte sonora e o meio de propagação. ▪ Classificação de instrumentos musicais conhecidos pelos alunos.	– Relacionar a produção de um som com a vibração de um corpo. – Reconhecer a necessidade de haver um meio material para a transmissão do som, seja ele sólido, líquido ou gasoso. – Reconhecer em situações do quotidiano, a fonte sonora, o meio material e o receptor. – Caracterizar os instrumentos musicais em: de cordas, de sopro e de percussão.
3 (Apenas para o GCR)		▪ Demonstração de robótica: projecção de alguns vídeos de concursos de robótica; princípios básicos de funcionamento; funcionamento dos sensores; programação de um programa simples.	– Motivar os alunos. – Compreender o modo de funcionamento do Mindstorms NXT. – Familiarizar os alunos com a programação.
4	– Características do som: altura, intensidade, timbre e duração.	▪ Exploração dos sons produzidos por uma viola, variando a espessura e comprimento das cordas, bem como a amplitude da sua vibração. Referência ao timbre e à duração do som. ▪ Resolução de exercícios de aplicação, relacionados com os conteúdos leccionados.	– Distinguir sons agudos de sons graves. – Distinguir sons fortes de sons fracos. – Associar a frequência das ondas sonoras à altura do som. – Associar a amplitude das ondas sonoras à intensidade do som. – Verificar a influência da espessura e do comprimento das cordas na altura dos sons produzidos. – Verificar a influência da amplitude de vibração das cordas na intensidade dos sons produzidos.
5	– Características do som: altura, intensidade, timbre e duração.	▪ Actividade laboratorial: características do som.	– “Visualizar” as ondas sonoras produzidas fontes sonoras variadas. – Comparar as ondas sonoras correspondentes a sons fortes e fracos, associando a intensidade do som à amplitude das ondas sonoras. – Comparar as ondas sonoras correspondentes a sons agudos e graves, associando a altura do som à frequência das ondas sonoras. – Comparar sons curtos e sons longos.
6		▪ Elaboração de relatório.	– Sistematizar e organizar as ideias recolhidas na actividade laboratorial.
7	– Propagação do som e da luz em vários meios materiais e na ausência de meio material.	▪ Actividade laboratorial: propagação do som e luz no vazio.	– Reconhecer que a luz se propaga no vazio. – Reconhecer que o som necessita de um meio material para se propagar. – Reconhecer que a luz e o som se propagam em linha recta num meio homogéneo.
8		▪ Elaboração do relatório.	– Sistematizar e organizar as ideias recolhidas na actividade laboratorial.

Aula	Conteúdos	Estratégias / Actividades	Objectivos
9	– Velocidade de propagação do som e da luz em diversos materiais.	▪ Análise de tabelas com valores de velocidade do som e da luz em diversos meios. ▪ Resolução de exercícios de aplicação de cálculo de distâncias a partir da velocidade do som.	– Reconhecer diferentes valores das velocidades de propagação da luz e do som, em diferentes meios. – Compreender o significado físico de velocidade de propagação. – Calcular distâncias a partir da velocidade de propagação do som.
10	– Eco, Ressonância e Reverberação. – Ouvido humano	▪ Interação aluno-aluno com orientação do professor – diálogo construtivo: exploração de situações do quotidiano nas quais se verifiquem os fenómenos: eco, ressonância e reverberação. ▪ Exploração de figuras referentes à constituição do ouvido humano.	– Identificar a reflexão do som. – Identificar e caracterizar os fenómenos: eco, ressonância e reverberação. – Relacionar o eco, a ressonância e a reverberação com a reflexão do som. – Conhecer as componentes do ouvido humano e as suas funções.
11	– Espectro sonoro	▪ Actividade laboratorial: Espectro sonoro. ▪ Elaboração do relatório.	– Reconhecer que o ouvido humano só consegue detectar o som numa gama limitada de frequências. – Identificar os intervalos de frequência para o som que o ouvido pode detectar. – Sistematizar e organizar as ideias recolhidas na actividade laboratorial.
12	– Leis da reflexão da luz	▪ Actividade laboratorial: reflexão da luz.	– Identificar o fenómeno da reflexão da luz. – Aplicar as leis da reflexão da luz a casos concretos. – Compreender as consequências das leis da reflexão da luz.
13		▪ Elaboração do relatório.	– Sistematizar e organizar as ideias recolhidas na actividade laboratorial.
14	– Refracção da luz	▪ Interação aluno-aluno com orientação do professor – diálogo construtivo: exploração de situações do quotidiano nas quais se verifique refração da luz. Exploração de figuras.	– Verificar que a luz pode atravessar obstáculos de tipos diferentes. – Identificar e caracterizar a refração da luz.
15	– Olho humano. – Espectro electromagnético	▪ Exploração de figuras referentes à constituição do olho humano e ao espectro electromagnético. ▪ Leitura e análise de textos sobre as diversas radiações.	– Conhecer as componentes do olho humano e as suas funções. – Reconhecer a existência de várias radiações: raios-gama, raios-X, ultravioleta, visível, infravermelha, microondas e ondas rádio. – Reconhecer que o olho humano só consegue detectar a radiação electromagnética num intervalo muito pequeno de um largo espectro de frequências.
16		▪ Revisões.	– Esclarecer dúvidas pontuais dos alunos relativamente aos conceitos abordados.
17		▪ Pós-teste.	– Avaliar o progresso dos alunos por comparação com os resultados obtidos no pré-teste.

Disciplina: Física e Química

Grupo: GSR

Ano Lectivo: 2006/2007

Actividade experimental n.º 1 – Características do Som

Questão-problema

Como sabe, o som propaga-se num dado meio material sob a forma de ondas sonoras. Sabe também, que é possível produzir variadíssimos sons diferentes. Tente descobrir o que têm essas ondas sonoras de diferente para que os sons sejam diferentes.

Material

- Microfone
- Suportes
- Firewire Solo
- Diapasão
- Gerador de sinais
- Auricular
- Computador portátil
- Apito para cães

Procedimento

Proponha um procedimento que permita responder à questão-problema.

Registo dos resultados

Elabore um relatório com a seguinte estrutura:

- Objectivo(s)
- Introdução
- Material
- Descrição do procedimento
- Observações e/ou dados obtidos
- Conclusão(ões)

Actividade experimental n.º 1 – Características do Som**Questão-problema**

Como sabe, o som propaga-se num dado meio material sob a forma de ondas sonoras. Sabe também, que é possível produzir variadíssimos sons diferentes. Tente descobrir o que têm essas ondas sonoras de diferente para que os sons sejam diferentes.

Material

- Microfone
- Mindstorms NXT
- Suportes
- Firewire Solo
- Computador portátil

Procedimento

Proponha um procedimento que permita responder à questão-problema.

Registo dos resultados**Elabore um relatório com a seguinte estrutura:**

- Objectivo(s)
- Introdução
- Material
- Descrição do procedimento
- Observações e/ou dados obtidos
- Conclusão(ões)

Disciplina: Física e Química

Grupo: GSR

Ano Lectivo: 2006/2007

Actividade experimental n.º 2 – Propagação do som e da luz no vazio

Questão-problema

Recordando os filmes da Guerra das Estrelas, especialmente as batalhas envolvendo lasers, explosões, etc., desafio-te a descobrir o que, nessas cenas, relacionado com a propagação do som e da luz, é ficção.

Hipóteses

Material

- Bomba de vácuo
- Laser
- Campânula
- Campainha

Procedimento

Utilizando o material indicado, propõe um procedimento que permita comprovar/eliminar as tuas hipóteses.

Registo dos resultados

Elabore um relatório com a seguinte estrutura:

- Objectivo(s)
- Hipótese(s)
- Introdução
- Material
- Descrição do procedimento
- Observações e/ou dados obtidos
- Conclusão(ões)

Actividade laboratorial n.º 2 – Propagação do som e da luz no vazio

Questão-problema

Recordando os filmes da Guerra das Estrelas, especialmente as batalhas envolvendo lasers, explosões, etc., desafio-te a descobrir o que, nessas cenas, relacionado com a propagação do som e da luz, é ficção.

Hipóteses

Material

- Bomba de vácuo
- Campainha
- Campânula
- Mindstorms NXT
- Laser

Procedimento

Utilizando o material indicado, propõe um procedimento que permita comprovar/eliminar as tuas hipóteses.

A que sensor(es) do Mindstorms NXT vais recorrer para realizar esta actividade?

Registo dos resultados

Elabore um relatório com a seguinte estrutura:

- Objectivo(s)
- Hipótese(s)
- Introdução
- Material
- Descrição do procedimento
- Observações e/ou dados obtidos
- Conclusão(ões)

Disciplina: Física e Química

Grupo: GSR

Ano Lectivo: 2006/2007

Actividade experimental n.º 3 – Espectro Sonoro

Questão-problema

Como sabe, o Homem apenas tem capacidade para detectar sons numa determinada gama de frequências. O desafio é tentar descobrir os limites dessa gama de frequências. Serão, esses limites, iguais para todas as pessoas?

Material

- Gerador de sinais
- Cabos
- Altifalante

Procedimento

Proponha um procedimento que permita responder à questão-problema.

Registo dos resultados

Organize os resultados na tabela: (por elemento do grupo)

Frequência (Hz)	Ouve? (Sim/Não)	Frequência (Hz)	Ouve? (Sim/Não)

Elabore um relatório com a seguinte estrutura:

- Objectivo(s)
- Introdução
- Material
- Descrição do procedimento
- Observações e/ou dados obtidos
- Conclusão(ões)

Actividade laboratorial n.º 3 – Espectro Sonoro**Questão-problema**

Como sabe, o Homem apenas tem capacidade para detectar sons numa determinada gama de frequências. O desafio é tentar descobrir os limites dessa gama de frequências. Serão, esses limites, iguais para todas as pessoas? E para o Mindstorms NXT?

Material

- Gerador de sinais
- Cabos
- Altifalante
- Mindstorms NXT

Procedimento

Proponha um procedimento que permita responder à questão-problema.

A que sensor do Mindstorms NXT vai recorrer para realizar esta actividade?

Registo dos resultados

Organize os resultados na tabela:

Elemento do grupo		Mindstorms NXT	
Frequência (Hz)	Ouve? (Sim/Não)	Frequência (Hz)	Detecta? (Sim/Não)

Elabore um relatório com a seguinte estrutura:

- Objectivo(s)
- Introdução
- Material
- Descrição do procedimento
- Observações e/ou dados obtidos
- Conclusão(ões)

Disciplina: Física e Química

Grupo: GSR

Ano Lectivo: 2006/2007

Actividade experimental n.º 4 – Reflexão da luz

Questão-problema

Como é que nos submarinos, os tripulantes conseguem ver o que se passa à superfície da água?

Material

- Base/Pista
- Espelhos
- Laser
- Transferidor
- Alvo

Procedimento

Utilizando o material indicado, propõe um procedimento que permita responder à questão-problema.

Registo dos resultados

Faça um esquema da montagem experimental e nele represente o trajecto do raio de luz, indicando o valor dos ângulos de incidência e de reflexão.

Elabore um relatório com a seguinte estrutura:

- Objectivo(s)
- Introdução
- Material
- Descrição do procedimento
- Esquema da montagem com dados obtidos
- Conclusão(ões)

Actividade laboratorial n.º 4 – Reflexão da luz

Questão-problema

Como é que nos submarinos, os tripulantes conseguem ver o que se passa à superfície da água?

Material

- Base/Pista
- Espelhos
- Laser
- Transferidor
- Alvo
- Mindstorms NXT

Procedimento

Utilizando o material indicado, propõe um procedimento que permita responder à questão-problema.

A que sensor(es) do Mindstorms NXT vai recorrer para realizar esta actividade?

Registo dos resultados

Faça um esquema da montagem experimental e nele represente o trajecto do raio de luz, indicando o valor dos ângulos de incidência e de reflexão.

Elabore um relatório com a seguinte estrutura:

- Objectivo(s)
- Introdução
- Material
- Descrição do procedimento
- Esquema da montagem com dados obtidos
- Conclusão(ões)

Pré e pós-teste (Adaptado de Afonso, 1999)

1. Explique como é que um sino, um bombo e uma corneta são capazes de produzir um som.

2. Durante um espectáculo musical (figura 1), tocou-se um instrumento musical (figura 2) constituído por cinco barras feitas do mesmo material.

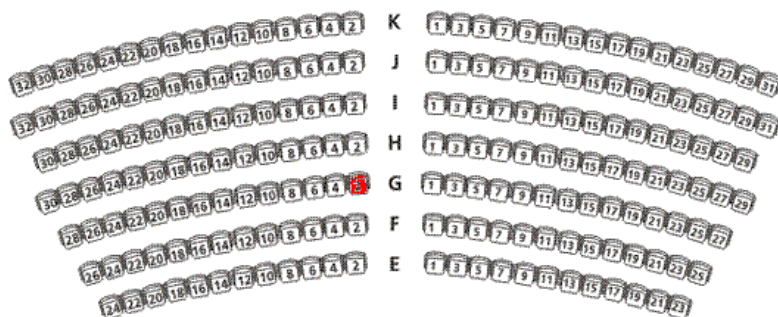


Figura 1

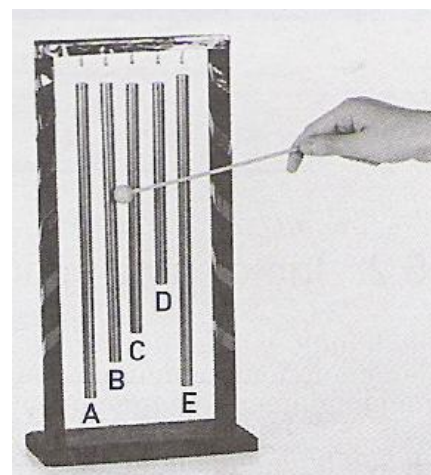


Figura 2

As barras são percutidas de igual modo e ao mesmo tempo.

2.1. Indique qual das barras produziu,

- o som mais grave _____
- o som mais agudo _____

Justifique a sua escolha. _____

2.2. Um espectador na posição G2 detecta os sons produzidos pelas barras:

- ☐ ao mesmo tempo.
- ☐ detecta primeiro o som mais grave.
- ☐ detecta primeiro o som mais agudo.

Justifique a sua escolha. _____

2.3. A intensidade do som na posição G2 é,

- ☐ maior quando produzido pela barra A.
- ☐ maior quando produzido pela barra D.
- ☐ maior quando produzido pela barra E.
- ☐ igual em qualquer dos casos.

Justifique a sua escolha. _____

3. O João e o Pedro resolveram fazer uma experiência. Para tal, o Pedro colocou um dos ouvidos no carril do comboio e tapou o outro ouvido. O João ficou em pé junto ao Pedro (figura 3).

3.1. Quem ouve o som de um comboio a aproximar-se?

- ☐ Só ouve o Pedro.
- ☐ Só ouve o João.
- ☐ Os dois, mas o Pedro ouve primeiro.
- ☐ Os dois, mas o João ouve primeiro.
- ☐ Os dois ouvem ao mesmo tempo.
- ☐ Nenhum dos dois ouve.

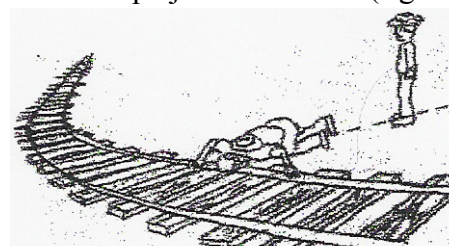


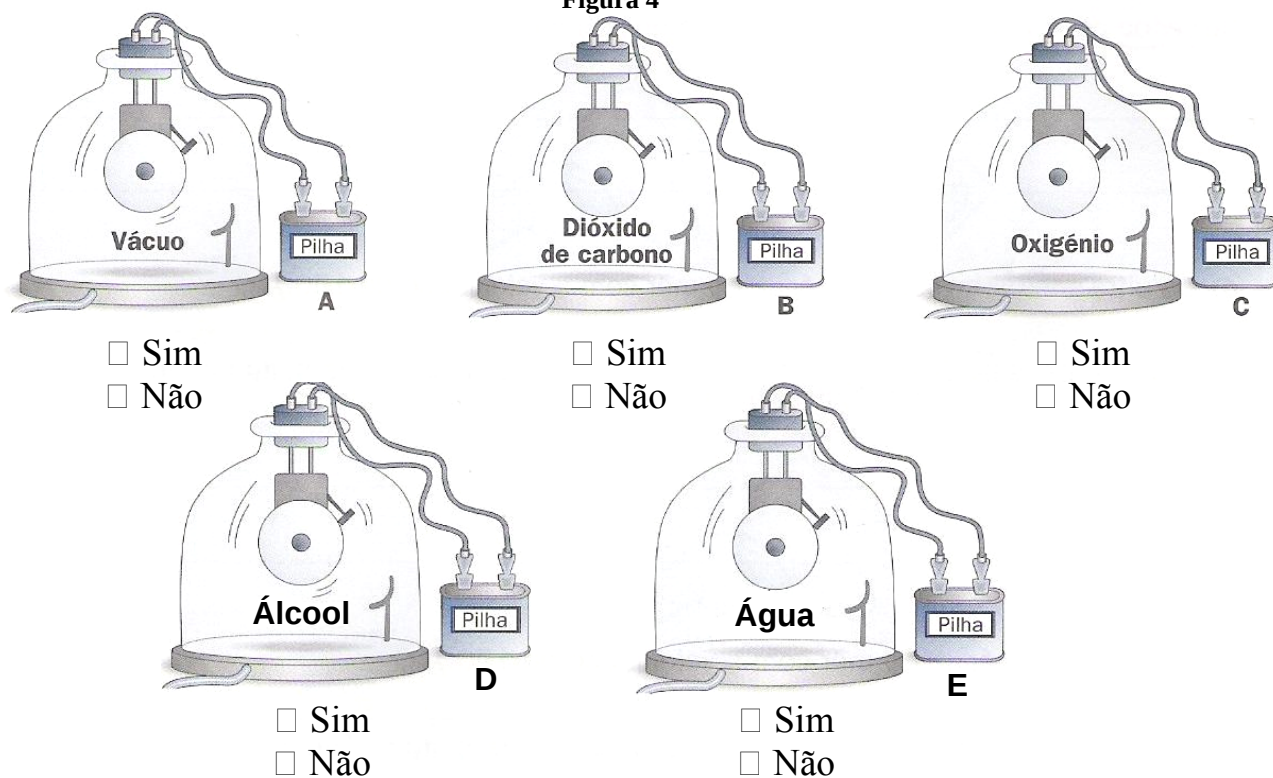
Figura 3

3.2. Justifique a escolha feita na alínea anterior. _____

4. O João comprou 5 campânulas (A, B, C, D, E). Dentro de cada uma colocou um detector de som e uma campainha resistente e à prova de líquidos. Com uma bomba retirou todo o ar do interior do recipiente A. Encheu a campânula B com dióxido de carbono, C com oxigénio, D com álcool, E com água (figura 4). Os detectores e as campainhas funcionam igualmente bem em todos os casos.

4.1. Para cada recipiente, assinale se o detector regista ou não o som da campainha.

Figura 4



4.2. Justifique a(s) escolha(s) feita(s) na alínea anterior.

5. A Maria vive junto ao aeroporto Sá Carneiro numa casa com piscina. Se a Maria estiver submersa na água da piscina, consegue ouvir o avião a descolar? Explique porquê.

6. A Rita contou aos colegas que existia um aparelho capaz de produzir sons muito intensos que o homem não era capaz de ouvir, mas os cães e os morcegos eram. Acha que a história da Rita é verdadeira? Justifique a sua resposta.

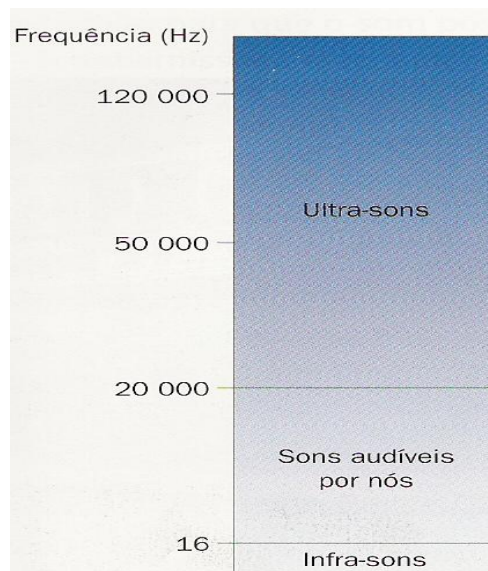


Figura 5

7. É frequente, ao dar um grito a alguns metros de um monte, ouvir-se um novo grito como resposta. Este fenómeno é vulgarmente designado por eco. Explique porque se verifica tal fenómeno.

8. Durante uma tempestade é usual ocorrerem relâmpagos e trovões.

8.1. Qual a sequência temporal correcta:

- ☐ 1º Relâmpago; 2º Trovão
☐ 1º Trovão; 2ª Relâmpago

8.2. Justifique a opção tomada na alínea anterior.



Figura 6

9. No espectro electromagnético seguinte indicam-se, por letras, diversas radiações. Indique qual se refere à radiação visível.

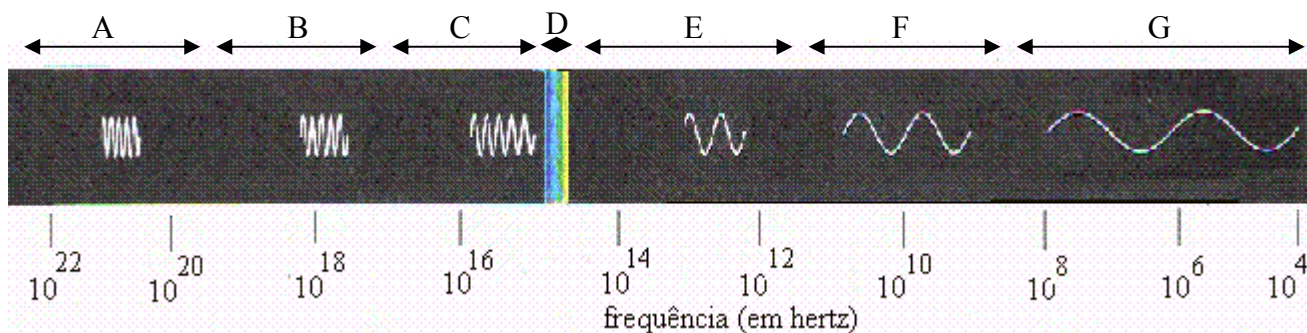


Figura 7

10. O olho humano tem como principais componentes a retina, o cristalino, a pupila, a córnea e o nervo óptico. Estes componentes estão indicados na figura 8 através de algarismos.

10.1. Tendo isso em conta, faça a legenda da figura:

- 1 – _____
 2 – _____
 3 – _____
 4 – _____
 5 – _____

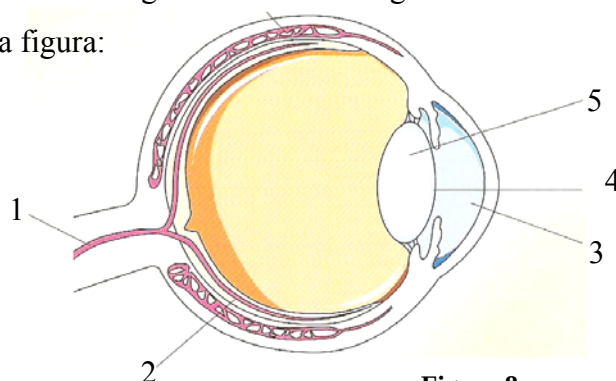


Figura 8

10.2. Preencha os espaços de modo a associar correctamente os componentes do olho à respectiva função:

Componentes

Funções

_____	A – Local onde se forma a imagem
_____	B – Estabelece a comunicação com o cérebro.
_____	C – Lente convergente que permite a focagem
_____	D – Controla a entrada da luz

11. Estabeleça a correcta correspondência entre os algarismos da coluna I, as letras da coluna II, associando a cada caso o esquema da figura 9 que lhe corresponde.

Coluna I

1. Reflexão da Luz
 2. Refracção da Luz
 3. Difusão da Luz

Coluna II

- a. Ocorre quando a luz, ao incidir na superfície de separação de dois meios transparentes, passa de um meio para outro, geralmente, com mudança de direcção.
 b. Consiste na mudança de sentido de um raio luminoso, quando este incide numa superfície polida.
 c. Consiste na mudança de direcção de um raio luminoso, quando este incide numa superfície não polida.

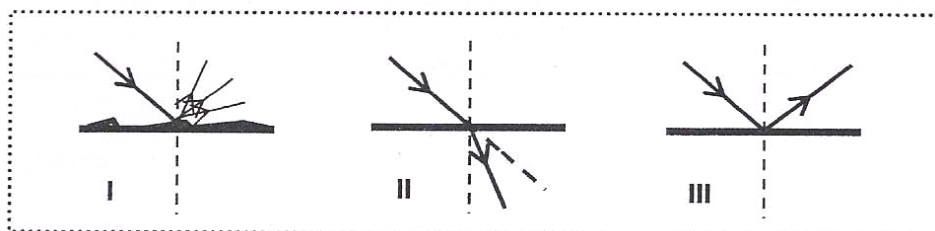
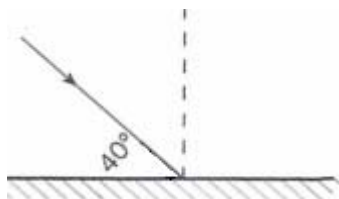


Figura 9

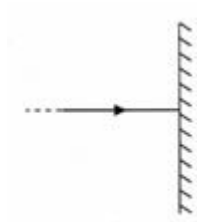
Resposta:

1	□	□
2	□	□
3	□	□

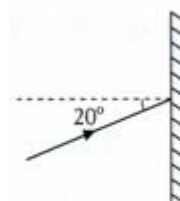
12. Considere os seguintes esquemas, em que as setas representam raios luminosos.



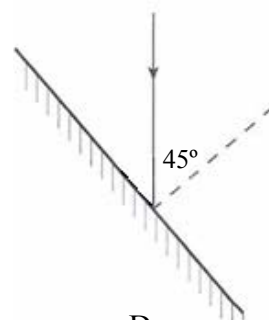
A



B



C



D

12.1. Quanto mede o ângulo de incidência em A e C?

A – _____

C – _____

12.2. Usando uma régua, complete os esquemas traçando o raio reflectido correspondente.

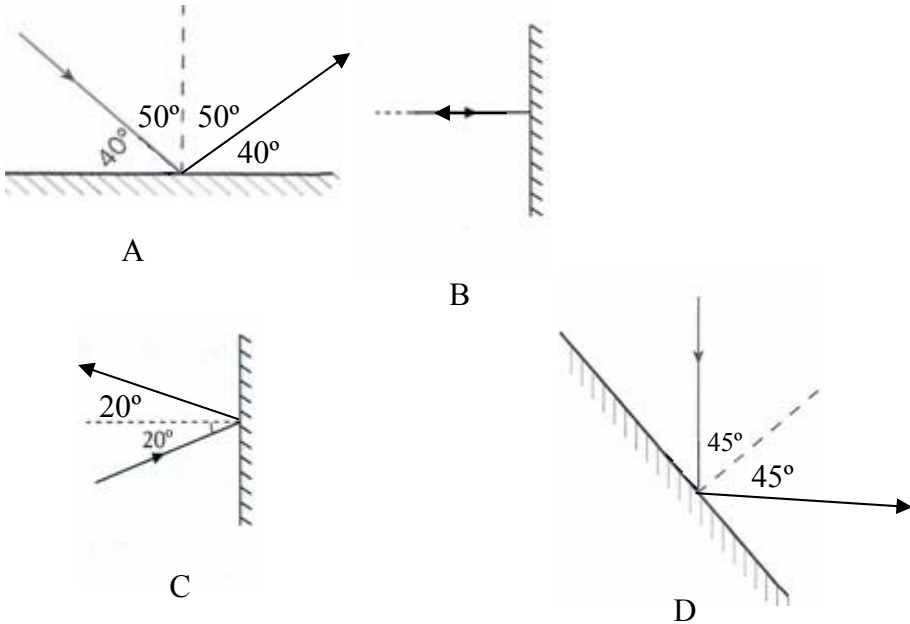
12.3. Quanto mede o ângulo de reflexão em A e C?

A – _____

C – _____

Anexo 9 – Proposta de correcção do pré e pós-teste

Questão	Resposta	Cotação
1.	Identificar que todos os sons são produzidos quando algo vibra. Especificar em cada caso.	3 2
2.1.	Mais Grave: A ou E Mais Agudo: D Relaciona o comprimento da barra com a frequência de vibração. Associa a frequência de vibração à altura do som.	2 1,5 1,5
2.2.	Ao mesmo tempo; Referir que a velocidade de propagação do som é independente da sua frequência.	2 3
2.3.	Igual em todos os casos; Relaciona o modo de percussão com a amplitude de vibração. Relaciona a amplitude de vibração com a intensidade do som.	2 1,5 1,5
3.1.	Os dois, mas o Pedro ouve primeiro.	5
3.2.	Referir que o som se propaga tanto em sólidos como em gases. Relaciona o atraso na recepção do som com a velocidade do mesmo. Compara a velocidade de propagação do som em meios sólidos e gasosos.	2 2 2
4.1.	Não; Sim; Sim; Sim; Sim; Sim.	5
4.2.	Referir a necessidade de um meio material para o som se propagar (sólido, líquido ou gasoso).	5
5.	Sim. Identificar o fenómeno da refacção do som. Referir a existência de dois meios materiais de características diferentes. Referir a perda de energia na transição de meio e a propagação no segundo.	1 1,5 1,5 1
6.	Sim. Referir a gama de frequências audíveis pelo Homem.	1 5
7.	Relacionar o fenómeno com a reflexão do som. Referir a existência de um obstáculo. Referir a distância mínima ao objecto.	2 2 2
8.1.	1º Relâmpago; 2º Trovão.	3
8.2.	A velocidade da luz é superior à velocidade do som, no ar.	5
9.	D	4
10.1.	1 – Nervo Óptico 2 – Retina 3 – Córnea	1 1 1

Questão	Resposta	Cotação
	4 – Pupila	1
	5 – Cristalino	1
10.2.	Retina – A	1
	Nervo Óptico – B	1
	Cristalino – C	1
	Pupila – D	1
11.	1. – b. – III	3
	2. – a. – II	3
	3. – c. – I	3
12.1.	A – 50°; C – 20°	1 + 1
12.2.		4 x 2
12.3.	A – 50°; C – 20°	1 + 1
	TOTAL	100

ESCOLA SECUNDÁRIA/3 DE FAFE

Disciplina: Física e Química

Grupo/Turma: _____

Ano Lectivo: 2006/2007

GRELHA DE OBSERVAÇÃO DIÁRIA

N.º	Nome	Aula n.º _____			Aula n.º _____			Aula n.º _____		
		Parâmetros de avaliação								
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										

Parâmetro \ Nível	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5
1. Manifesta interesse/empenho pelas actividades desenvolvidas	N	R	AV	MV	S
2. Manifesta comportamento adequado	N	R	AV	MV	S
3. Participa nas actividades propostas	N	R	AV	MV	S

Legenda:

N – Nunca
R – Raramente
AV – Algumas Vezes
MV – Muitas Vezes
S – Sempre

Teste de Satisfação (Adaptado de Silva, 2006)

Este teste destina-se a recolher informações sobre a forma como foi leccionado o Módulo F5
“Luz e Som”.

Marca, com uma cruz (X), a quadrícula correspondente ao teu **GRAU DE SATISFAÇÃO** com cada um dos aspectos referidos.

1. Consideras o método utilizado na leccionação deste módulo adequado?

Nada satisfeito			Muito satisfeito	
1	2	3	4	5

2. As actividades práticas desenvolvidas permitiram esclarecer os conceitos relacionados com o som e a luz?

Nada satisfeito			Muito satisfeito	
1	2	3	4	5

3. O uso dos robots, durante as actividades práticas, contribuiu para esclarecer os conceitos relacionados com o som e a luz?

Nada satisfeito			Muito satisfeito	
1	2	3	4	5

4. As actividades práticas despertaram-te entusiasmo e interesse?

Nada satisfeito			Muito satisfeito	
1	2	3	4	5

5. O uso dos robots, durante as actividades práticas, contribuiu para esse entusiasmo e interesse?

Nada satisfeito			Muito satisfeito	
1	2	3	4	5

6. Achas que os instrumentos de avaliação utilizados foram os adequados?

Nada satisfeito			Muito satisfeito	
1	2	3	4	5

7. Houve algum aspecto nas actividades que achavas necessário e que não tiveste acesso ou que gostarias que fosse melhor explorado? Refere-o.

Teste de Satisfação

Este teste destina-se a recolher informações sobre a forma como foi leccionado o Módulo F5
“Luz e Som”.

Marca, com uma cruz (X), a quadrícula correspondente ao teu **GRAU DE SATISFAÇÃO** com cada um dos aspectos referidos.

1. Consideras o método utilizado na leccionação deste módulo adequado?

Nada satisfeito			Muito satisfeito	
1	2	3	4	5

2. As actividades práticas desenvolvidas permitiram esclarecer os conceitos relacionados com o som e a luz?

Nada satisfeito			Muito satisfeito	
1	2	3	4	5

3. As actividades práticas despertaram-te entusiasmo e interesse?

Nada satisfeito			Muito satisfeito	
1	2	3	4	5

4. Achas que os instrumentos de avaliação utilizados foram os adequados?

Nada satisfeito			Muito satisfeito	
1	2	3	4	5

5. Houve algum aspecto nas actividades que achavas necessário e que não tiveste acesso ou que gostarias que fosse melhor explorado? Refere-o.
